

UFRRJ

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA,
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM AGROPECUÁRIA**

TESE

**Análise Exergética, Econômica e Ambiental da
Produção de Hidrogênio a partir da Manipueira**

Jonni Guiller Ferreira Madeira

2018



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E
INOVAÇÃO EM AGROPECUÁRIA**

**ANÁLISE EXERGÉTICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL DA
PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO A PARTIR DA MANIPUEIRA**

JONNI GUILLER FERREIRA MADEIRA

Sob a Orientação do Professor
Angel Ramon Sanchez Delgado

e Coorientação do Professor
Ronney Arismel Mancebo Boloy

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária, área de concentração em Recursos Naturais e Proteção Ambiental

Seropédica, RJ
Junho de 2018

M181a Madeira, Jonni Guiller Ferreira, 1985-
Análise Exergética, Econômica e Ambiental da
Produção de Hidrogênio a partir da Manipueira / Jonni
Guiller Ferreira Madeira. - 2018.
145 f.: il.

Orientador: Angel Ramon Sanchez Delgado.
Coorientador: Ronney Arismel Mancebo Boloy.
Tese(Doutorado). -- Universidade Federal Rural do
Rio de Janeiro, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA,
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM AGROPECUÁRIA, 2018.

1. Manipueira. 2. Hidrogênio. 3. sustentabilidade.
I. Ramon Sanchez Delgado, Angel , 1956-, orient. II.
Arismel Mancebo Boloy, Ronney , 1979-, coorient. III
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA,
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM AGROPECUÁRIA. IV. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta Tese, desde que seja citada a fonte.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM
AGROPECUÁRIA

JONNI GUILLER FERREIRA MADEIRA

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária, área de concentração em Recursos Naturais e Proteção Ambiental.

TESE APROVADA EM 14/06/2018.

Angel Ramon Sanchez Delgado. Dr., UFRRJ
(Orientador)

Elizabeth Mendes de Oliveira. Dra., CEFET/RJ

Júlio César da Silva. Dr., UERJ

David Vilas Boas de Campos. Dr., Embrapa Solos

Fernanda de Melo Pereira. Dra., CEFET/RJ

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Angel Ramon Sanchez Delgado pela orientação, amizade, e pela confiança em mim depositada.

Ao Prof. Ronney Arismel Mancebo Boloy pela orientação, amizade, e pela confiança em mim depositada.

Ao amigo Eluã Ramos Coutinho, pelo apoio, amizade e motivação durante todo o doutorado.

Ao amigo Marcus Val Springer, pelo apoio, amizade e ajuda na construção da análise econômica da minha tese.

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), Pólo Angra dos Reis, pela liberação parcial e investimento na minha formação acadêmica.

À Secretária do PPGCTIA Renata Gomes de Souza pelo empenho em resolver rápido e da melhor maneira possível nossos problemas acadêmicos.

Aos professores Lúcia Helena Cunha dos Anjos e Mauro Antonio Homem Antunes por toda presteza às minha solicitações, inspiração e empenho no PPGCTIA.

À minha amada mãe, cujo amor, carinho e dedicação foram vitais para o meu sucesso.

À minha namorada, Letícia Bulhões de Azevedo, por todo apoio, motivação e paciência.

À banda Pink Floyd por toda paz espiritual que sua música me proporcionou nesses anos de doutorado.

*“ From morning to night I stayed out of sight
Didn't recognize what I'd become
No more than alive I'd barely survive
In a word, overrun ”*

Wearing the Inside Out, Pink Floyd

RESUMO

JONNI GUILLER, Ferreira Madeira. **Análise exergética, econômica e ambiental da produção de hidrogênio a partir da manipueira**. 2018. 145 p. Tese (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária). Pró - Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

A produção de bioenergia a partir de resíduos está ganhando interesse devido ao custo crescente dos combustíveis fósseis e à necessidade de mitigar o aquecimento global. Desta forma, o hidrogênio está gradualmente se tornando mais atraente, por ser uma fonte de energia limpa. O hidrogênio é o elemento mais abundante no universo, o combustível mais leve e o mais rico em energia por unidade de massa. Através do processo de reforma a vapor do biogás podemos produzir hidrogênio e este biogás, por sua vez, pode ser produzido a partir do efluente da mandioca (manipueira). O objetivo do presente estudo é realizar a análise exergética, ecológica e econômica da produção de hidrogênio através da reforma a vapor dos diferentes biogases provenientes da manipueira, mostrando que as águas residuais da mandioca podem apresentar grande potencial para produção de hidrogênio. Quatro diferentes tipos de biogases, oriundos de estudos na literatura que produziram biogás a partir da manipueira, foram estudados: 70,25%, 75,5%, 80,9% e 97,14% de concentração de metano. Os parâmetros termodinâmicos foram calculados através da simulação do processo de reforma a vapor, utilizando o *software* Hysys versão 8.0. Os resultados obtidos a partir dessas análises mostraram que esta fonte de produção de hidrogênio, além de ser ecologicamente correta, apresenta uma boa eficiência exergética e é financeiramente atrativa para a produção de energia, agregando valores à cadeia de produção da farinha mandioca.

Palavras-chave: Manipueira. Hidrogênio. Sustentabilidade.

ABSTRACT

JONNI GUILLER, Ferreira Madeira. **Exergetic, economic and ecological analysis of the production of hydrogen from manipueira.** 2018. 145 p. Thesis (Doctorate in Science, Technology and Innovation in Agriculture). Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

The production of bioenergy from waste is gaining interest due to the increasing cost of fossil fuels and the need to mitigate global warming. In this way, hydrogen is gradually becoming more attractive because it is a source of clean energy. Hydrogen is the most abundant element in the universe, the lightest fuel and the most energy-rich per unit mass. Through the vapor reforming process of biogas we can produce hydrogen and this biogas, in turn, can be produced from the effluent of manioc (manipueira). The objective of the present study is to perform the exergetic, ecological and economic analysis of the hydrogen production through the vapor reforming of the different biogases from the mango tree, showing that cassava wastewater can present great potential for hydrogen production. Four different types of biogas, from studies in the literature that produced biogas from the manipueira, were studied: 70.25%, 75.5%, 80.9% and 97.14% of methane concentration. The thermodynamic parameters were calculated by simulating the vapor reforming process using Hysys software version 8.0. The results obtained from these analyzes showed that this source of hydrogen production, besides being ecologically correct, presents a good exergetic efficiency and is financially attractive for the energy production, adding values to the production chain of manioc flour.

Keywords: Manipueira. Hydrogen. Sustainability.

RESUMEN AMPLIADO

JONNI GUILLER, Ferreira Madeira.. **Análisis exérmico, económico y ambiental de la producción de hidrógeno a partir de la manipueira**. 2018. 145 p. Tesis (Doctorado en Ciencia, Tecnología e Innovación en Agropecuaria). Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

1. Introducción

En tiempos de crecientes problemas ecológicos, la producción de bioenergía se ha convertido en una alternativa viable y necesaria para la producción de energía (Dorning et al., 2015, Wang et al., 2015). En todo el planeta, la necesidad de tecnologías sostenibles llamó la atención sobre la bioenergía, que ha sido objeto de muchos estudios. El hidrógeno tiene un papel importante en el campo de la bioenergía, porque tiene una característica muy particular: su quema produjo sólo agua en lugar de monóxido de carbono y dióxido de carbono

El hidrógeno gaseoso (H_2) se ha utilizado como un reactivo en la hidrogenación de compuestos de baja masa molecular, secuestrador de oxígeno para prevenir la oxidación y la corrosión, combustible de cohetes, entre otras utilidades (Lamaison, 2009). Según Zoulias et al. (2006), incluso, el uso de subsistemas de hidrógeno muestran ventajas tecnológicas específicas, tales como: bajo nivel de ruido, potencial para almacenamiento de alta densidad de energía, almacenamiento estacional de energía sin pérdida de energía a lo largo del tiempo y reducción del impacto ambiental en comparación con las fuentes de energía convencionales.

Otro aspecto importante del hidrógeno es la posibilidad de ser producido a partir de materia orgánica renovable (Yamin et al., 2000). Las aguas residuales de la industria de la harina de mandioca, por ejemplo, tienen un buen potencial para la producción de bio-hidrógeno. Sin embargo, para utilizar el biogás procedente de los residuos del procesamiento de la mandioca, como combustible para la producción de hidrógeno, es necesario primero certificar su viabilidad ecológica, técnica y económica. La eficiencia exérgica y el costo de la producción de hidrógeno son factores que se relacionan directamente con la rentabilidad de la planta de producción de hidrógeno. Por otro lado, además de la rentabilidad, es necesario que el proceso sea, también, ecológicamente eficiente. De esta forma, el uso de la metodología de eficiencia ecológica en este estudio permite cuantificar la viabilidad ecológica del proceso.

Con este propósito, este estudio tiene como objetivo demostrar que el bio-hidrógeno proveniente del efluente de la mandioca tiene viabilidad ambiental, técnica y económica, pudiendo competir con otras matrices de producción de hidrógeno. Mucho de estos análisis fue posible prever la rentabilidad de la planta, también estimar su impacto en lo que se refiere al medio ambiente. Las informaciones contenidas en este trabajo pueden auxiliar futuros trabajos relacionados al tema y auxiliar tomadores de decisiones a emprender, o no, el referido proyecto, basándose en recomendaciones y diagnósticos obtenidos como resultado de ese estudio.

No hay relatos en la literatura, sobre la utilización del biogás proveniente de la manipulación para la producción de H_2 , vía reforma a vapor, lo que demuestra el inedito de esta investigación. Otro aspecto inédito del estudio está relacionado con el flujo de caja descontado en una central de producción y distribución de H_2 , diversos estudios hacen análisis, desde el punto de vista económico, más superficiales, la mayoría de ellos enfocando, apenas, en el costo de producción del hidrógeno.

3 Metodología

3.1 Descripción de la Planta

El modelo de la planta fue creado a partir de HYSYS para reformar diferentes tipos de biogases obtenidos a partir de la manipulación. Los biogases son esencialmente diferentes debido a sus concentraciones de metano. Para el presente estudio se utilizaron los biogases obtenidos por: Feiden (2001) con el contenido de metano enriquecido por la metodología desarrollada por Wang et al. (2016); Barana y Cereda (2000); Lacerda (1991); Suzuki (2012), tal como se describe en la Tabla 1.

Tabla 1 Tipos de biogases utilizados en el trabajo en relación con la concentración de CH₄

	Referencia	Concentración de CH ₄
Proceso 1	(Feiden, 2001; Wang <i>et al.</i> , 2016)	97,14%
Proceso 2	(Barana e Cereda, 2000)	80,9%
Proceso 3	(Lacerda, 1991)	75,5%
Proceso 4	(Suzuki <i>et al.</i> , 2012)	70,25%

3.2 Eficiencia Ecológica

En este trabajo se evalúa cuán contaminante es el proceso de producción de hidrógeno, a partir de la reforma del biogás, proveniente de la manipulación, basado en los cuatro diferentes tipos de biogases simulados por el Hysys. Este parámetro ecológico se calcula a partir de la entrada del biogás en la planta, teniendo en cuenta los flujos de salida de la planta: Gases de escape, efluente gaseoso y producto H₂ (otras salidas presentan emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y H₂ despreciables).

La eficacia ecológica (ϵ) de acuerdo Cardu y BAICA (1999) se determina por la siguiente ecuación (1):

$$\left[\frac{\ln(K - P)}{c} \right] \quad (1)$$

Donde:

c , n e K : Coeficientes adimensionales;

η_{system} : Eficiencia energética de la planta (%);

π_P : Indicador de contaminación de la planta (kgCO_{2e}/MJ).

Los coeficientes adimensionales varían según cada tipo de proceso. (1999) establecen los valores de " c ", " K " y " n " como 0,204, 135 y 0,5, respectivamente, para producción de energía térmica, electricidad o sistemas de cogeneración. Sin embargo, en los procesos de producción de hidrógeno a través de la reforma a vapor del biogás, los valores de " c ", " K " y " n " son: 0,25, 51 y 0,023, respectivamente, (Braga et al., 2014).

3.3 Análisis Exergético

En este trabajo, se realiza el análisis exergético del proceso de reforma del biogás (en cuatro diferentes escenarios), para producción de H₂, proveniente de la manipulación con la intención de identificar las irreversibilidades del sistema tal como su eficiencia exergética. La variación de la eficiencia exérgica en cada uno de estos cuatro tipos de biogases es importante desde el punto de vista de la rentabilidad de la planta, con el fin de que la eficiencia exérgica puede ayudar a determinar qué tipo de biogás tiene mejor rendimiento debido a las destrucciones de exergia a lo largo de cada uno equipos que componen el proceso de reforma.

Para desarrollar el balance exergético en ese trabajo, se calcularon tres tipos de exergia: exergia asociada al flujo de materia, transferencia de calor y al trabajo. Por último, se realiza el cálculo de las irreversibilidades del sistema para identificar los puntos críticos del sistema.

3.3.1 Exergia asociada al flujo de materia

La exergia total, Ecuación 2, asociada a un cierto flujo de materia, puede dividirse en cuatro componentes: física, cinética, potencial y química (Kotas, 1980), sin considerar los efectos de orden nuclear, magnético, eléctrico y de tensión de (Boley, 2014). En el presente estudio, el análisis se delimitar sólo para la exergia física y química.

$$E_{\chi} = E_{\chi_{PH}} + E_{\chi_{CH}} + E_{\chi_{KN}} + E_{\chi_{PT}} \quad (2)$$

Donde:

- E_{χ} : Exergia total (kW);
- $E_{\chi_{PH}}$: Exergia física (kW);
- $E_{\chi_{CH}}$: Exergia química (kW);
- $E_{\chi_{KN}}$: Exergia cinética (kW);
- $E_{\chi_{PT}}$: Exergia potencial (kW).

3.3.2 Eficiencia exérgica

En la literatura, existen varias definiciones para la eficiencia exérgica de un sistema. Ramesh et al. (2015) utilizaron la definición de eficiencia exérgica, también llamada de eficiencia racional o Boskanovic, como la razón entre la exergia total que deja un sistema y la exergia total que entra en un sistema. Esta eficiencia puede ser cuantificada por la ecuación 3:

$$\frac{\sum_{i=1}^n E_{\chi_{Si}}}{\sum_{i=1}^n E_{\chi}} \quad (3)$$

Onde:

- Eficiência Racional;
- E_{χ} Exergia total que deja um sistema;
- E_{χ} Exergia total que entra en un sistema.

La Tabla 2 muestra el resultado de la eficiencia exérgica, junto con la producción de hidrógeno de la planta de cada uno de los biogases simulados

Tabla 2: Eficiencia racional de la planta en comparación con la concentración de metano del biogás.

Proceso	Eficiencia Exergética	Producción de CH ₄
1	89,17	44,478945
2	82,7	26,52410728
3	82,2	25,18942764
4	79,74	20,25566106

3.4 Análisis Económico

El flujo de caja descontado utiliza proyecciones de flujo de caja futuras y los desconta para llegar a un valor presente (Kyriakarakos et al., 2011). En el flujo de caja descontado, descontamos los impuestos y tomamos en consideración inversiones, financiamientos, mantenimiento y los gastos operativos del proyecto. Por último, se deduce el valor contable

de la inversión para llegar al valor del patrimonio neto, calculado después de la ganancia fiscal antes de partidas extraordinarias e intereses (ingresos y gastos), que entonces se ajusta para amortización, depreciación, cambio en el capital de giro y en el capital neto gasto.

3.4.1 Costo de producción del hidrógeno

El costo del hidrógeno se basó en la metodología descrita por Silveira y Gomes (1999), partiendo de la premisa de la compra a la vista del reformador a vapor. Este costo de producción se puede dividir en: inversión de equipos, costos operativos y costos de mantenimiento. La ecuación 4 determina el precio del hidrógeno producido:

$$C_{H_2} = \frac{f \cdot \text{Inv}_{REF}}{H \cdot E_{H_2}} + C_{MAN} + C_{OP} \quad (4)$$

Donde:

C_{H_2} : Costo de producción del hidrógeno (US\$/kWh);

f : Factor de anualidad (1/año);

Inv_{REF} : Inversión de la maquinaria de producción del hidrógeno (US\$);

H : Período equivalente de operación de la planta (h/año);

C_{MAN} : Coste de mantenimiento (US\$/kWh);

C_{OP} : Costo de operación (US\$/kWh).

3.4.2 Escenarios para central de producción y distribución de hidrógeno.

Para estimar la viabilidad económica, fueron proyectados flujos de caja libre (FCL) englobando los siguientes escenarios:

- Inversión en capital de giro inicial (sin capital de giro, 6 meses y 1 año);
- Inversión en máquinas, equipos e instalaciones (CAPEX) en el año 0 o amortizados.

La Tabla 3 muestra todas las simulaciones realizadas y clasifica (por rancio) en relación a la viabilidad económica, basada en el VPL. Entre todos los modelos simulados, los escenarios de Wang et al. (2016) presentaron los mejores resultados. Aunque el escenario de producción con el biogás relato por Wang et al. (2016), basado en un funcionamiento de 24h / día, con CAPEX amortizado y sin capital de giro sea el mejor sistema de producción estudiado, eso no retrata la realidad, teniendo en vista que emprendimientos sin capital de giro son considerados arriesgados, por eso es necesario, al menos, utilizar el capital de giro a 6 meses para obtener un margen de seguridad.

Tabla 3: Viabilidad económica basada en el VPL en relación a los escenarios simulados.

	Wang						Barana					
	CAPEX no ano 0			Amortizado			CAPEX no ano 0			Amortizado		
	24 horas	16 horas	12 horas	24 horas	16 horas	12 horas	24 horas	16 horas	12 horas	24 horas	16 horas	12 horas
CT inicial para un año	6°	18°	X	5°	17°	X	X	X	X	X	X	X
CT inicial para 6 meses	4°	10°	X	3°	9°	19°	16°	X	X	15°	X	X
Sin capital de trabajo	2°	8°	21°	1°	7°	20°	14°	X	X	13°	X	X

	Lacerda						Suzuki					
	CAPEX no ano 0			Amortizado			CAPEX no ano 0			Amortizado		
	24 horas	16 horas	12 horas	24 horas	16 horas	12 horas	24 horas	16 horas	12 horas	24 horas	16 horas	12 horas
CT inicial para un año	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CT inicial para 6 meses	23°	X	X	22°	X	X	X	X	X	X	X	X
Sin capital de trabajo	12°	X	X	11°	X	X	X	X	X	24°	X	X

Legenda:

X → inviable económicamente

4 Conclusiones

En primer lugar, el impacto ambiental de la producción de H_2 a partir de la reforma a vapor fue evaluado utilizando el modelo matemático definido por Cardu y Baica (1999) para la determinación de la eficiencia ecológica. La eficiencia ecológica media obtenida fue del 94,12%. De esta forma, el proceso de producción de hidrógeno a partir de la reforma del biogás proveniente de la manipulación mostró baja emisión de (CO_2) y en relación a los ingresos producidos de H_2 . El proceso también se mostró más eficiente desde el punto de vista ecológico que el H_2 obtenido por el mismo proceso, pero con combustibles diferentes, tales como: gas natural ($\varepsilon = 71,78\%$) y vapor de etanol ($\varepsilon = 73\%$).

En cuanto a las eficiencias de los procesos, el equipamiento más eficiente, fue en todas las simulaciones, el PSA, mostrando eficiencias externas y racionales, respectivamente, superiores al 93% y el 97%. Aunque no ocurren grandes diferencias en las eficiencias globales de cada uno de los procesos simulados, la producción de H_2 sufre gran influencia de la concentración de CH_4 del biogás, de forma que el biogás con el 97,14% de CH_4 es capaz de producir 44,5 kg / h de H_2 , mientras que el biogás del 70,25% produce sólo el 20,2% de H_2 .

Finalmente, en el análisis económico, fue averiguado que el porcentaje de concentración de CH_4 en el biogás viabiliza, o no, proyecto en estudio. Para que la planta sea económicamente viable, es necesario que el biogás tenga una concentración aproximada del 75,5%, por debajo de ese valor, en general, el VPL es negativo. Por último, basado en el ranqueamiento, a partir del

En los escenarios simulados, podemos concluir que el tomador de decisión debe optar por proyecto de estación de producción de H_2 , vía reforma a vapor, con un biogás con alta concentración de CH_4 , operado de forma continua y con la compra financiada de la planta de producción producción.

Palabras clave: Manipueira. Hidrógeno. Sostenibilidad.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução da produção mundial de mandioca entre 1980 e 2008.	5
Figura 2 - Diferentes tipos de biogases em um reformador a vapor.	13
Figura 3 - Planta do processo de produção de hidrogênio através da reforma a vapor do biogás obtido na fermentação da manipueira.	16
Figura 4 - Seleção de componentes químicos na biblioteca virtual do HYSYS.	17
Figura 5 - Seleção de modelo termodinâmico adequado para determinar os valores das iterações binárias líquido-líquido e líquido-vapor	18
Figura 6 - Condições de contorno aplicadas nos equipamentos da planta.	18
Figura 7 - Volume de controle para o cálculo da eficiência ecológica.	21
Figura 8 - Volume de controle considerado para o cálculo da eficiência energética no processo de reforma a vapor do biogás.	23
Figura 9 - Comparação entre os quatro biogases estudados com base nos parâmetros envolvidos na análise ecológica.	25
Figura 10 - Porcentagem da Irreversibilidade dos equipamentos que compõem o processo de reforma em relação aos diferentes tipos de biogases.	31
Figura 11 - Eficiência exergética da planta em comparação com a concentração de metano do biogás.	32
Figura 12 - Eficiência racional da planta em comparação com a concentração de metano do biogás.	33
Figura 13 - A produção de H ₂ da planta em comparação com a concentração de metano do biogás.	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição do biogás bruto e purificado	7
Tabela 2 - Composição do biogás em função do substrato de origem.	8
Tabela 3 - Geração média de biogás e percentual de metano.	8
Tabela 4 - Tipos de biogases utilizados no trabalho em relação a concentração de CH ₄	13
Tabela 5 - As condições operacionais de cada processo de planta, de acordo com a literatura.	19
Tabela 6 - Variação da equação SRK e PSRK em relação aos parâmetros (a), (b) e a função $\alpha(T)$	20
Tabela 7 - Dióxido de carbono equivalente produzido pela planta.	22
Tabela 8 - Eficiências energéticas dos processos.	23
Tabela 9 - Comparação dos parâmetros ambientais da produção de hidrogênio através da reforma a vapor de biogás a partir da manipueira com diferentes concentrações de metano.....	24
Tabela 10 - Comparação dos parâmetros ambientais da produção de hidrogênio através da reforma a vapor de diferentes tipos de combustíveis.....	26
Tabela 11 - Exergias padrões e constantes dos gases ideais (Kotas, 1985).....	29
Tabela 12 - Exergias de cada fluxo planta em Kwatts.....	30
Tabela 13 - Exergias associadas aos fluxos de calor em Kwatts.	30
Tabela 14 - Irreversibilidade dos equipamentos que compõem o processo de reforma em relação aos diferentes tipos de biogases.	31
Tabela 15 - Quantidade produzida para cada modelo e a quantidade de horas de funcionamento da planta.....	35
Tabela 16 - Custos do sistema de compressão, armazenamento, distribuição e resfriamento do H ₂	38
Tabela 17 - Viabilidade econômica baseada no VPL em relação aos cenários simulados.....	41
Tabela 18 - Resultado dos fluxos de caixa livre.	42
Tabela 19 - Resultado do fluxos de caixa livre.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BOD	Demanda bioquímica de oxigênio
CAPEX	Capital Expenditure
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FCD	Fluxo de caixa descontado
FCL	Fluxo de caixa livre
PI	Profitability Index
PMT	Valor das prestações
PSA	Pressure Swing Adsorption
PSRK	Predictive Soave-Redlich-Kwong
PV	Valor do investimento
SRK	Soave-Redlich-Kwong
TIR	Taxa interna de retorno
TIRM	Taxa interna de retorno modificada

LISTA DE SÍMBOLOS

m_{BIOGAS}	Vazão mássica do biogás (kg/h)
E_{BIOGAS}	Vazão mássica do biogás (kWh)
$m_{\text{COMBUSTIVEL}}$	Vazão mássica do combustível (kg/h)
m_{H_2}	Vazão mássica do hidrogênio (kg/h)
C_{H_2}	Custo de produção do hidrogênio (US\$/kWh)
$E_{\chi_{\text{CH}}}$	Exergia química específica (kJ/kg)
C_{MAN}	Custo de manutenção (US\$ / kWh)
$C_{\text{MAN-ref}}$	Custo de manutenção do reformador
C_{OP}	Custo de operação (US\$ / kWh)
C_{BIOGAS}	Custo do biogás (US\$/kWh)
$C_{\text{COMBUSTIVEL}}$	Custo do combustível (US\$/kWh)
η_{System}	Eficiência energética da planta (%)
ξ	Eficiência exergetica
η	Eficiência Racional
E_{H_2}	Energia disponível na geração de hidrogênio (kWh)
$E_{\text{COMBUSTIVEL}}$	Energia disponível no combustível (kWh)
h	Entalpia (kJ/kg)
h_0	Entalpia no estado de referência (kJ/kg)
s	Entropia (kJ/kg °C)
s_0	Entropia no estado de referência (kJ/kg °C)
E_x^w	Exergia associada ao trabalho (kW)
$E_{\chi_{\text{KN}}}$	Exergia cinética (kW)
E_x^Q	Exergia do fluxo de calor (kW)
$E_{\chi_{\text{P}}}$	Exergia do produto (kW)
$E_{\chi_{\text{PH}}}$	Exergia física (kW)
$E_{\chi_{\text{PH}}}$	Exergia física específica (kJ/kg)
$E_{\chi_{\text{PT}}}$	Exergia potencial (kW)
$E_{\chi_{\text{CH}}}$	Exergia química (kW)
$E_{\chi_{\text{CH}_i}^0}$	Exergia química padrão da espécie i (kJ/mol)
$E_{\chi_{\text{CH}_j}^0}$	Exergia química padrão da espécie j (kJ/mol)
$E_{\chi_{\text{CH}_i}^{\text{OL}}}$	Exergia química padrão das espécies i na fase líquida (kJ/kg)
$E_{\chi_{\text{CH}_i}^{\text{OV}}}$	Exergia química padrão das espécies i na fase vapor (kJ/kg)
E_{χ}	Exergia total (kW)

$E\chi_{ei}$	Exergia total da entrada (kW)
$E\chi_{si}$	Exergia total de saída (kW)
f	Fator de anuidade (1/year)
FC_t	Fluxo de caixa no período
$\chi_{0,i}$	Fração de líquido de cada uma das espécies
$y_{0,i}$	Fração de líquido no fluxo
V_0	Fração de vapor no fluxo
V_j	Fração do fluxo referente a espécie j
π_P	Indicador de poluição da planta ($\text{kg}_{\text{CO}_2\text{e}}/\text{MJ}$)
INV_{REF}	Investimento do maquinário de produção do hidrogênio (US\$);
I	Irreversibilidade (kW)
n	Número de períodos t
t	O n^{th} período no tempo em que o dinheiro será investido no projeto
H	Período equivalente de operação da planta (h/year)
$\text{PCI}_{\text{BIOGAS}}$	Poder calorífico inferior do biogás (kJ/kg).
PCI_{H_2}	Poder calorífico inferior do hidrogênio (kJ/kg)
Q	Taxa de calor que entra (kW)
H_{TRAB}	Quantidade de horas trabalhadas no ano (365 days);
i	Taxa de juros do financiamento
T_0	Temperatura no estado de referência ($^{\circ}\text{C}$)
W	Trabalho (kW)
$\Delta_f G_i^0$	Varição da energia livre de gibbs de formação da espécie i (kJ/mol)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Produção de Hidrogênio	3
2.1.1 Processos eletrolíticos.....	3
2.1.2 Processos fotolíticos.....	3
2.1.3 Processos termoquímicos.....	3
2.2 Manipueira.....	5
2.3 Biogás	7
2.4 Simulação de Processo.....	9
2.5 Eficiência Ecológica.....	9
2.6 Análise Exergética	10
2.7 Análise Econômica	11
2.7.1 Custo de produção de hidrogênio	11
2.7.2 Fluxo de caixa descontado.....	12
3 METODOLOGIA	13
3.1 Descrição da Planta.....	13
3.1.1 Simulação do processo	17
3.1.2 Resultados da simulação de processo a partir do Hysys	20
3.2. Eficiência Ecológica.....	20
3.2.1. Indicador de poluição da planta	21
3.2.2 Eficiência energética do processo de reforma.....	22
3.2.3 Resultado e discussão da análise ecológica	24
3.3 Análise Exergética	26
3.3.1 Exergia associada ao fluxo de matéria.....	26
3.3.2 Exergia física	26
3.3.3 Exergia química	27
3.3.4 Exergia associada a um fluxo de calor	28
3.3.5 Exergia associada à realização de trabalho.....	28
3.3.6 Irreversibilidade do processo	28
3.3.7 Eficiência exergética.....	29
3.3.8 Resultado e discussão da eficiência exergética	30
3.4. Análise Econômica.....	34
3.4.1. Custo de produção do hidrogênio.....	36
3.4.2. Custos operacionais e de manutenção	36
3.4.3 Parâmetros adotados na avaliação do projeto	39
3.4.4 Resultados e discussão da análise econômica.....	40
4 CONCLUSÕES	44
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
6 APÊNDICES	55

1 INTRODUÇÃO

Em tempos de crescentes problemas ecológicos, a produção de bioenergia tornou-se uma alternativa viável e necessária para a produção de energia (Dorning et al., 2015; Wang et al., 2015). Em todo o planeta, a necessidade de tecnologias sustentáveis chamou a atenção para a bioenergia, que tem sido objeto de muitos estudos. O hidrogênio tem um papel importante no campo da bioenergia, porque tem uma característica muito particular: sua queima produziu apenas água em vez de monóxido de carbono e dióxido de carbono

Além da aplicação como combustível, o hidrogênio gasoso (H_2) tem sido utilizado como um reagente na hidrogenação de compostos de baixa massa molecular, seqüestrador de oxigênio para prevenir a oxidação e corrosão, combustível de foguetes, dentre outras utilidades (Lamaison, 2009). Segundo Zoulias et al. (2006), inclusive, o uso de subsistemas de hidrogênio mostram vantagens tecnológicas específicas, tais como: baixo nível de ruído, potencial para armazenamento de alta densidade de energia, armazenamento sazonal de energia sem perda de energia ao longo do tempo e redução impacto ambiental em comparação com as fontes de energia convencionais.

Outro aspecto importante do hidrogênio é a possibilidade de ser produzido a partir de matéria orgânica renovável (Yamin et al., 2000). As águas residuais da indústria de farinha de mandioca, por exemplo, têm um bom potencial para a produção de bio-hidrogênio. Todavia, a fim de utilizar o biogás proveniente dos resíduos do processamento da mandioca, como combustível para a produção de hidrogênio, é necessário primeiro atestar a sua viabilidade ecológica, técnica e econômica. A eficiência exergética e o custo da produção de hidrogênio são fatores que estão relacionados diretamente com a rentabilidade da planta de produção de hidrogênio. Por outro lado, além da rentabilidade, é necessário que o processo seja, também, ecologicamente eficiente. Desta forma, o uso da metodologia de eficiência ecológica neste estudo permite quantificar a viabilidade ecológica do processo.

Com este intuito, este estudo tem como objetivo demonstrar que o bio-hidrogênio proveniente do efluente da mandioca tem viabilidade ambiental, técnica e econômica, podendo competir com outras matrizes de produção de hidrogênio. Munido dessas análises foi possível prever a rentabilidade da planta, também estimar o seu impacto no que diz respeito ao meio ambiente. As informações contidas nesse trabalho podem auxiliar futuros trabalhos relacionados ao tema e auxiliar tomadores de decisões a empreender, ou não, o referido projeto, se baseando em recomendações e diagnósticos obtidos como resultado desse estudo.

Não há relatos na literatura, sobre a utilização do biogás proveniente da manipueira para produção de H_2 , via reforma a vapor, o que demonstra o ineditismo desta pesquisa. Outro aspecto inédito do estudo está relacionado ao fluxo de caixa descontado em uma central de produção e distribuição de H_2 , diversos estudos fazem análises, do ponto de vista econômico, mais superficiais, a maioria deles focando, apenas, no custo de produção do hidrogênio.

No capítulo 2, faz-se a revisão bibliográfica da tese, mostrando os diferentes tipos de produção de hidrogênio e a fundamentação teórica de todas as análises descritas no referido estudo.

No capítulo 3.1, realiza-se uma descrição da simulação computacional, utilizando o software Hysys Ver 8.0 (ASPENTECH, 2013), da produção de hidrogênio a partir do biogás proveniente da manipueira, abordando as especificações das variáveis utilizadas no processo, tais como os fluxos mássicos, volumes dos reatores, composição de cada fluxo, o modelo termodinâmico utilizado, temperatura de reação, entre outras.

No capítulo 3.2, efetuam-se estudos referente a análise ecológica da produção de hidrogênio a partir do biogás proveniente da manipueira. Determinam-se as eficiências

energéticas e os indicadores de poluição para, então, ser calculado as eficiências ecológicas de cada um dos processos estudados.

No capítulo 3.3, efetuam-se estudos exergeticos da produção de hidrogênio a partir do biogás proveniente da manipueira. Determinam-se as irreversibilidades dos componentes da planta, as exergias físicas e químicas associadas a cada fluxo da planta e os rendimentos exergeticos de cada componente de cada um dos processos estudados.

No capítulo 3.4, efetuam-se estudos referente a análise econômica da produção de hidrogênio a partir do biogás proveniente da manipueira. Determinam-se os diferentes custos de produção de hidrogênio para, então, criar o fluxo de caixa descontado, de diversos cenários de produção, de modo a se obter diversos parâmetros econômicos: payback, payback descontado, valor presente líquido, índice de rentabilidade, taxa interna de retorno e a taxa interna de retorno modificada. Munido desses parâmetros, foi possível identificar os possíveis cenários onde os empreendimento apresenta viabilidade financeira.

Finalmente, no capítulo 4, são tecidas as conclusões finais do trabalho de tese.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Produção de Hidrogênio

O hidrogênio é o elemento mais abundante no universo e aquele com maior quantidade de energia por unidade de massa (PCI = 119,742 kJ/kg). No caso do hidrogênio, existe um grande problema ao separá-lo dos outros elementos nos quais ele é combinado, uma vez que, no geral, o hidrogênio nunca aparece de forma isolada na natureza. O método de produção de hidrogênio varia, em relação à disponibilidade de matéria-prima, a quantidade necessária e de acordo com a pureza. Os principais processos de produção de hidrogênio podem ser divididos em três áreas principais: Eletrolítica, Fotolítica e Termoquímica (U.S Department of Energy, 2017).

2.1.1 Processos eletrolíticos

Processos eletrolíticos usam energia elétrica ou térmica para produzir hidrogênio, estes processos promovem a reação química que resultam na decomposição de água em hidrogênio e oxigênio. Os processos eletrolíticos mais utilizados são a eletrólise da água (processo convencional) e a termólise (eletrólise a vapor).

O problema da eletrólise é o alto custo de produção. De acordo com Soltermann e Silva (1998), o custo de produção de eletrólise pode custar até dez vezes mais do que o processo de reforma a vapor do gás natural e três vezes mais do que a reforma da gasolina. No caso da termólise, a eficiência é maior do que a eletrólise convencional, porém há grande dificuldade em controlar o processo devido às altas temperaturas e altas pressões (Silva *et al.*, 2004).

2.1.2 Processos fotolíticos

Os processos fotolíticos usam a energia da luz para produzir hidrogênio. As principais tecnologias que utilizam o processo fotolítico são os sistemas fotobiológicos e fotoeletroquímicos.

Os processos fotobiológicos têm algumas vantagens: alguns tipos de bactérias, no processo fotobiológico, utilizam mecanismos enzimáticos capazes de reduzir a poluição ambiental. No caso das algas, uma grande vantagem é a produção de biomassa, já que os sistemas utilizados para a obtenção de biocombustíveis (etanol, biodiesel, biogás, hidrogênio) podem ser integrados para uma maior utilização de biomassa e redução de custos (Harun *et al.*, 2010).

No processo fotoeletroquímico é feita a combinação dos processos eletroquímicos e fotocatalíticos, sendo assim, é aplicado uma corrente ou potencial combinado com a iluminação de uma superfície semicondutora. Nesse processo, quando a superfície do semicondutor é irradiada, ocorre oxidação da água (ânodo) redução de íons H⁺ (cátodo) para a evolução de gases oxigênio e hidrogênio (Oliveira, 2015). No entanto, esses processos eletroquímicos que utilizam energia luminosa, além de apresentar baixa eficiência, devido ao processo de hidrólise, também podem ter a vida dos semicondutores limitada pela ação da luz que causa a corrosão induzida (Souza, 2001).

2.1.3 Processos termoquímicos

O processo termoquímico produz hidrogênio a partir de três pilares: matéria-prima (origem fóssil ou renovável), calor e catalisadores (responsáveis pela promoção de reações químicas). Os principais processos termoquímicos para a produção de hidrogênio são: gaseificação, pirólise, reformulação a vapor, oxidação parcial, reforma autotérmica e reforma oxidativa (U.S Department of Energy, 2017).

2.1.3.1 Gaseificação e pirólise

Tanto a gaseificação como a pirólise utilizam processos térmicos para a produção de hidrogênio e, como combustível, podem consumir insumos de origem fóssil e biomassa. A gaseificação é caracterizada pelo uso de reagentes sólidos, acompanhados por outros gases em reações que envolvem a produção de hidrogênio. Existem vários materiais utilizados como reagentes no processo de gaseificação, tais como: carvão, resíduos agrícolas, material descartável etc. No caso da pirólise, ocorre um processo de decomposição sob temperaturas elevadas, que gera substâncias líquidas e gasosas resultantes de produtos de reações químicas, tais como: fusão, volatilização e oxidação.

A Biomassa, o principal reagente nos processos de gaseificação e pirólise, para se tornar um gás combustível, precisa sofrer o processo de pirólise seguido de gaseificação. Na pirólise a biomassa é transformada em gás, vapor, alcatrão e carvão vegetal. No processo de gaseificação, o produto de pirólise é transformado num gás combustível composto por: hidrogênio, monóxido de carbono, metano etc. Existem algumas dificuldades para obtenção do gás de síntese a partir da biomassa, devido à limitação da capacidade dos gaseificadores existentes, podem ser evitadas se a mesma for primeiramente convertida num líquido através de pirólise (Van Swaaij et al., 2004).

2.1.3.2 Reforma a vapor e oxidação parcial

A geração de hidrogênio para a produção de energia a partir de células combustível é dominada por três tipos de tecnologias: reforma a vapor, oxidação parcial e reforma autotérmica. Industrialmente, a rota mais comum para produção de hidrogênio tem sido a reforma a vapor do metano (Rossi et al., 2009). A reforma a vapor do metano (SMR) é o método mais comum e desenvolvido usado para a produção de hidrogênio em grande escala, com eficiência de conversão entre 74-85% (Nikolaidis e Poullikkas, 2017). Muitos autores têm estudado o processo de reforma para produção de hidrogênio em diversos aspectos (termodinâmico, ambiental, econômico, etc.), considerando sua importância e as variadas fontes de produção de biogás.

Boyano et al. (2011) fez a análise ambiental do processo de reforma a vapor do metano para a produção de hidrogênio, onde foi demonstrado que o maior potencial de redução do impacto ambiental global está associado ao reator de combustão. Llorca et al. (2002) relatou sobre a produção eficiente de hidrogênio sobre os catalisadores de cobalto do reformador a vapor de etanol, mostrando o efeito positivo da adição de cobalto a vários óxidos na produção catalítica de hidrogênio a partir de soluções aquosas de etanol.

O processo de reforma a vapor utiliza mais de uma etapa catalítica, é endotérmico e consiste na conversão catalítica da mistura de vapor e hidrocarbonetos ou álcool em hidrogênio (da Silva et al., 2010). A reforma a vapor pode ser um processo externo que ocorre dentro de reformadores ou pode ser um processo interno no qual a reforma ocorre dentro das células de combustível, que operam em altas temperaturas, próximos aos locais eletroquimicamente ativos (Silveira e Leal, 2001).

Em geral, a produção de hidrogênio através do processo de reforma a vapor ocorre em duas fases: reações de reforma de vapor e reações de deslocamento de gás d'água. A reação de reforma de vapor é um processo endotérmico e conduzido em altas temperaturas aonde ocorrem conversões catalíticas da mistura vapor d'água e hidrocarboneto ou álcool em hidrogênio. Geralmente, os produtos gerados no processo são H_2 e CO_2 , contudo os subprodutos podem variar segundo condições de funcionamento do processo de reforma.

Na reação de deslocamento de gás d'água parte do CO é removido através de uma reação catalítica, produzindo, dessa forma, hidrogênio adicional. A reação de deslocamento de gás d'água é dividida em duas fases: reação de deslocamento de vapor d'água em alta

temperatura (ocorre na faixa de 318⁰C a 450⁰C) e reação de deslocamento de vapor d'água em baixa temperatura (ocorre na faixa de 200⁰C a 250⁰C).

A oxidação parcial do metano é uma rota promissora também para produção de gás de síntese, devido à relação H₂/CO mais favorável no gás do produto assim como o fato da reação ser exotérmica. No entanto, para a produção de H₂ via oxidação parcial do metano também são gerados CO e CO₂ que são gases poluentes.

Por fim, existe o processo híbrido conhecido como reforma autotérmica, gerado pela combinação do processo de reforma a vapor e do processo de oxidação parcial, no qual a reforma do metano com vapor é realizada em presença de oxigênio (Armor, 1999). Embora ocorram processos endotérmicos na reforma autotérmica, a oxidação exotérmica oriunda desse processo híbrido é a grande responsável por fornecer o calor necessário para o processo de reforma, dessa maneira a reforma autotérmica não é endotérmica nem exotérmica. Os principais gases gerados pela reforma autotérmica são: monóxido de carbono, dióxido de carbono e hidrogênio.

2.2 Manipueira

A manipueira é a água residual (efluente) gerada no processamento da mandioca para produção de amido ou farinha. A Nigéria é o maior produtor do mundo de mandioca (*Manihot Esculenta Crantz*), com 19,5% da produção mundial, seguida pela Tailândia com 10,9% da produção mundial. O Brasil, que já foi o maior produtor de mandioca, ocupa atualmente o 4º lugar com 7,7% da produção mundial (Dermachi, 2010).

Grande parte do cultivo de mandioca no Brasil é oriunda da agricultura familiar que é responsável por 84% da produção nacional desta raiz, empregando cerca de dois milhões de pessoas ao redor da cadeia produtiva (MDA, 2005). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, na safra de 2016, a produção brasileira de mandioca atingiu quase 24 milhões de toneladas, em área total colhida de 1,5 milhões de hectares, apresentando uma produtividade média nacional de 16 t/ha (IBGE, 2016).

No Brasil, como em outros países, os efluentes de processamento de mandioca geralmente não são tratados, causando sérios problemas ambientais. Godoy e Santos (2004) realizaram estudos de como as agroindústrias de mandioca se adaptam à legislação ambiental ao lançarem os efluentes em corpos receptores. A conclusão é de que as pequenas agroindústrias têm dificuldades e custos maiores em seu controle para atender à legislação, o que constitui mais uma desvantagem para as micros e pequenas empresas. Os problemas relacionados ao despejo inapropriado da manipueira têm se agravado, pois a produção de mandioca tem aumentado a cada ano, como mostra a figura 1.

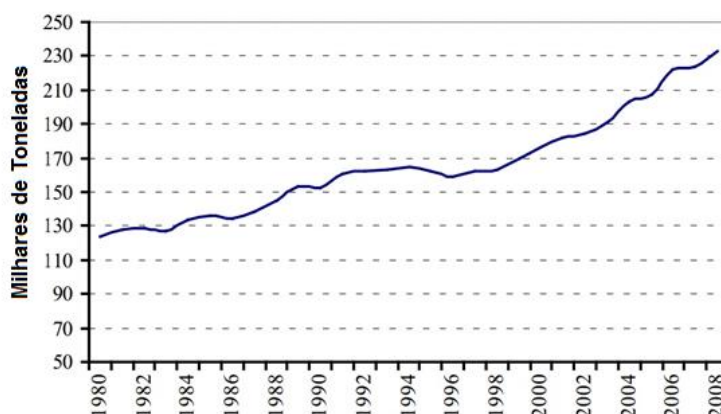


Figura 1 - Evolução da produção mundial de mandioca entre 1980 e 2008.

Fonte: (FAO, 2017).

Outro grande problema decorrente do processamento da mandioca é a toxicidade da manipueira. A toxidez é decorrente de um glicosídeo, denominado linamarina, presente em todas as partes da planta e que por hidrólise origina a glicose, a acetona e o ácido cianídrico. O potencial tóxico e poluente é agravado, principalmente, por ser a linamarina muito solúvel em água (Santos, 2009).

De acordo com Fioretto (1994), o processamento de uma tonelada por dia de raízes de mandioca por uma indústria de amido é equivalente à poluição causada por 200-300 habitantes por dia e a mesma quantidade de raízes para produção de farinha de mandioca corresponde a poluição causada por 150-250 habitantes por dia. Portanto, a produção desses derivados gera grande impacto ambiental, prejudicando principalmente as populações que vivem em torno das empresas (Inoue, 2008).

De acordo com Patino (2001), o problema da manipueira tem aumentando devido à concentração de indústrias em regiões específicas do país, causando grandes mudanças ambientais. Os problemas relacionados a destinação final da manipueira são diversos, tais como: o forte odor desagradável, a deterioração da qualidade da água nos arredores das indústrias de produção de mandioca, o aumento do nível de DBO e à contenção de ácido cianídrico (extremamente venenoso), o que torna este efluente diferente dos demais resíduos da agroindústria (Fioretto, 1994).

A maior parte da produção de mandioca no Brasil está destinada à fabricação de farinha, cerca de 60% da produção brasileira (Bianchi e Cereda, 1999). As indústrias que produzem farinha de mandioca podem variar de tamanho, existindo, então, fábricas de pequeno, médio e grande porte (Lima, 2001). Uma pequena indústria tem uma capacidade de produção de 30 t/d de farinha de mandioca; uma indústria de médio porte possui uma capacidade de produção de 400 t/d; uma indústria de grande porte tem uma capacidade de produção de 22.000 t/d (Souza et al., 2011). Este estudo foi elaborado com base em uma grande indústria que utiliza 73.300 t/d de raiz de mandioca, equivalente a uma produção de 22.000 t/d de farinha de mandioca e uma produção de 6.600.000 l/d de manipueira (Fernandes Junior e Takahashi, 1994).

A água residual de mandioca é um subproduto da planta de processamento de mandioca, um efluente com alto potencial de produção de biohidrogênio. O seu potencial para produção de energia ganhou força nos últimos anos (Anyanwu et al., 2015; Chaleomrum et al., 2014; De Sena Aquino et al., 2015; Intanoo et al., 2014; Tosungnoen et al., 2014). Outro aspecto relevante da produção de biohidrogênio, proveniente da manipueira, é o fato de que alguns estudos demonstram que esse biohidrogênio reduz a pegada de carbono da indústria de amido de mandioca (Hansupalak et al., 2016).

Existem muitos estudos sobre o tratamento de efluentes (He et al., 2013; Kothari et al., 2013; Wang et al., 2012). Estes tratamentos oferecem várias vantagens considerando os aspectos ambientais e sociais. Um estudo para maximizar a produção de energia proveniente da água residual e recuperar nutrientes em uma estação de tratamento de águas residuais foi realizado por Khiewwijit et al. (2015).

Outros estudos que consideram os aspectos econômicos e ambientais de uma estação de tratamento de águas residuais, onde o biogás produzido foi utilizado para geração de energia elétrica e calor, foi realizado por Venkatesh e Elmi, (2013). Uma metodologia de análise termoeconômica para avaliar a viabilidade técnica e econômica de uma estação de tratamento de águas residuais municipal foi proposta por Abusoglu *et al.*, (2012). Paula *et al.* (2015) desenvolveu o tratamento simultâneo de efluentes urbanos usando alga em consonância com o aproveitamento da biomassa residual de algas para produção de energia. Um estudo para determinar o custo do impacto ambiental, considerando aspectos da contabilidade exergética foi conduzido por Seckin e Bayulken (2013). A otimização da eficiência energética de uma estação de tratamento de efluentes municipais foi discutida por

Rojas e Zhelev (2012). Os custos associados aos produtos gerados em uma pequena estação de tratamento de águas residuais aplicando o método de otimização com base em um diagrama funcional foram obtidos por Lamas et al. (2009).

A mandioca é uma *commodity* e o preço é o referencial principal para a comercialização. O preço da mandioca é diretamente relacionado à oferta de matéria-prima, e a falta de mandioca ocasiona perda de competitividade para o setor. Grandes variações cíclicas de preços e oferta são fatores que prejudicam a imagem do setor e ocasionam perdas de mercado. Em consequência, a estabilidade da produção, que passa pelo controle do abastecimento dentro de uma empresa, pode ser considerada o principal critério de desempenho no setor (Vilpoux, 2011). Dessa forma, a proposta de usar águas residuais da mandioca para produzir hidrogênio é uma idéia inovadora que visa agregar valores a cadeia produtiva da farinha de mandioca, o que pode contribuir para a estabilidade do preço dos produtos derivados da mandioca.

2.3 Biogás

O biogás é uma mistura de gases, gerado através da digestão anaeróbia, sendo inicialmente um processo exclusivamente natural: vulcões, mangues, pântanos etc. Entretanto, demorou até o final do século XIX e início do século XX para que se começasse a explorar a técnica de como utilizá-lo a partir do processo de digestão anaeróbia (Karlsson et al., 2014). Segundo dados da CETESB (2012), a composição do biogás bruto e purificado pode variar, mas no geral estão como apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição do biogás bruto e purificado

Fonte: Adaptado de CETESB (2012)

Componente	Porcentagem do volume de biogás produzido mandioca moída por hora na produção de fécula e/ou farinha (%)
Metano (CH ₄)	50 – 70
Dióxido de Carbono (CO ₂)	25 – 50
Nitrogênio (N ₂)	0 – 7
Gás sulfídrico (H ₂ S)	0 – 3
Oxigênio (O ₂)	0 – 2
Hidrogênio (H ₂)	0 – 2
Água (H ₂ O)	0 – 2

A quantidade e a variação dos gases que compõem esse biogás dependem de diversos fatores, tais como: o modelo do biodigestor, a forma de operação, o uso ou não do percentual de inóculo com relação ao volume do substrato, assim como o tempo de retenção hidráulica necessário à estabilização completa e da adoção ou não de técnicas auxiliares, como, por exemplo, a agitação do substrato (Souza, 2001). Na Tabela 2 é apresentada a composição do biogás em função do substrato de origem.

Tabela 2 - Composição do biogás em função do substrato de origem.

Fonte: Naskeo Environment (2009).

Componente	Porcentagem do volume de resíduos domésticos (% vol)	Lodo de plantas de tratamento de águas residuais (% vol)	Resíduos agrícolas (% vol)	Resíduos de indústrias agro alimentícias (% vol)
CH ₄	50 - 60	60 - 75	60 - 75	68
CO ₂	34 - 38	19 - 33	19 - 33	26
N ₂	0 - 5	0 - 1	0 - 1	-
O ₂	0 - 1	< 0.5	< 0.5	-
H ₂ O	6 (a 40 °C)	6 (a 40 °C)	6 (a 40 °C)	6 (a 40 °C)

A manipueira é um rejeito da indústria agro alimentícia que tem sido bastante utilizado, e estudado, como substrato para produção de biogás nos últimos anos. Segundo Barana (2008), a biodigestão anaeróbia necessária para que um biodigestor comece a produzir gás a partir da manipueira se inicia na ausência de oxigênio, convertendo o substrato (a manipueira) em biogás e a matéria orgânica em um composto estável que pode ser usado como adubo. Dessa forma, a produção do biogás e do adubo pode agregar valores a manipueira.

Como exemplo, Guimarães et al. (2014) fizeram um estudo em três empresas¹ que produzem manipueira e utilizam essa água residual para produzir biogás. A Tabela 3 mostra a produção de biogás/metano dessas empresas. A empresa Alimentos do Zé, que trabalham basicamente com a produção de farinha de mandioca, tem a geração de CH₄ bem menor que a Amidos Pasquini, cujo produto é a fécula. No geral, a produção de fécula gera uma maior quantidade de carga orgânica na forma de efluente do que na produção de farinha, o que impacta diretamente na produção de biogás.

Tabela 3 - Geração média de biogás e percentual de metano.

Fonte: Adaptado de Guimarães et al., 2014

Empresa	Fécula e/ou farinha (Ton/h)	Produção média de biogás (nm ³ /h)	Produção média de CH ₄ (nm ³ /h) (%)	CH ₄ produzido por tonelada de mandioca processada (nm ³ /h)
C. Vale	20	460	55,10	13
Amidos Pasquini	10	340	55,40	19
Alimentos do Zé	10	78,4	59,90	5

Por fim, o aproveitamento do biogás como gás combustível leva a uma redução no potencial de poluição do meio ambiente, pois em sua composição há acentuada concentração de metano: gás cerca de 24 vezes mais danoso que o dióxido de carbono no que se refere ao efeito estufa (Coelho et al., 2006). Ainda no que tange a parte ecológica, a obtenção do biogás é capaz de reduzir consideravelmente o teor de cianeto da manipueira, segundo Lacerda (1991), estudando a cinética da fase metanogênica, utilizando as águas residuais de mandioca como substrato, concluiu que a remoção de cianeto obteve 37,5% de eficiência.

¹O detalhamento do perfil de cada uma das referidas empresas está contido no Apêndice A.

2.4 Simulação de Processo

A simulação de processo é uma ferramenta poderosa para o estudo de modelos matemáticos que descrevem problemas de engenharia. A interface atrativa, o baixo custo da licença (alguns são *freeware*) e o grande banco de dados tornaram a simulação de processo um grande aliado para a ciência. Para que a simulação de processo alcance todo o seu potencial como ferramenta preditiva, os engenheiros devem ter confiança de que os resultados da simulação são uma representação precisa da realidade. Verificação e validação fornecem uma estrutura para aumentar a confiança nas previsões de simulação computacional (Roy, 2005).

O HYSYS (HYSYS, 2013) foi a ferramenta de simulação de processo utilizada neste estudo. A escolha do HYSYS é justificada pelo fato de já fazer a utilização do programa em outros projetos, outro motivo que reforça a utilização do HYSYS é a sua ampla utilização em estudos que envolvem parâmetros termodinâmicos e sua capacidade de incorporar novos cálculos o que elimina etapas tediosas de recálculos. Além de HYSYS, existem muitos outros programas usados para simular processos químicos, tais como: Modellus, Aspen e Chemcad.

Neste estudo, os parâmetros termodinâmicos, tais como: fluxo de massa, fluxo de calor, entropia, entalpia etc. são obtidos a partir de uma simulação de processo a partir do *software* HYSYS versão 8.0. Blanco-Marigorta et al. (2013) usou a simulação de processo a partir do HYSYS para calcular a análise exérgica; Brunet et al. (2013) calculou o custo anual total e um conjunto de impactos ambientais medidos em três avaliações do ciclo de vida usando HYSYS como simulador de processo; Boloy et al. (2014) utilizaram o HYSYS para fazer a simulação de processo de uma planta de biodiesel para estudar a análise ecológica e termoeconômica da incorporação da produção de hidrogênio no processo; Zhang et al. (2003) desenvolveram um modelo de simulação de processo baseado em HYSYS para avaliar a viabilidade tecnológica de quatro configurações de plantas de biodiesel.

2.5 Eficiência Ecológica

Nas últimas décadas, a redução das emissões de poluentes, impostas por acordos internacionais, tornou a análise ecológica um ponto importante a ser abordado no setor de projetos. Embora o hidrogênio seja conhecido como combustível não poluente, para produzir o hidrogênio devemos poluir, todavia em menor escala em comparação com outras matrizes energéticas. O hidrogênio não é encontrado sozinho na natureza, para produzi-lo, precisamos gastar energia e, nesta fase, haverá poluição em alguma escala. Desta forma, a análise ecológica cria parâmetros capazes de quantificar a poluição do processo de produção de hidrogênio, de acordo com a forma como este hidrogênio foi obtido.

Cardu e Baica (1999) no artigo: "*Regarding a global methodology to estimate the energy-ecologic efficiency of thermopower plants*", publicado na revista *Energy Conversion & Management*, apresentou ao mundo o conceito matemático de eficiência ecológica, dióxido de carbono equivalente e indicador de poluição.

Além disso, Villela e Silveira (2007) propuseram a equação de carbono equivalente (CO_2e), baseados no estudo de Cardu e Baica (1999). Os coeficientes presentes nesta equação foram calculados a partir dos índices do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), Resolução nº 3, de 28 de junho de 1990 (CONAMA, 1992). Nesse documento são descritas as concentrações máximas de material particulado (150 mg/Nm^3) e de CO_2 (10000 mg/Nm^3).

Para o cálculo desses coeficientes, o valor máximo de concentração de CO_2 permitido é dividido pela qualidade do ar correspondente para o NO_x , SO_2 , CH_4 e Material Particulado (MP) em hora (Villela e Silveira, 2007), tal como descrita na Equação 1:

$$CO_2e = CO_2 + 80(SO_2) + 50(NO_x) + 21(CH_4) + 67(MP) \quad (1)$$

O conceito de eficiência ecológica tem sido muito utilizado na literatura, fazendo parte de trabalhos importantes, ajudando a validar, ou não, processos no ponto de vista ecológico. A eficiência ecológica avalia o quanto poluente é um sistema, considerando o sistema queimando 1 kg de combustível, e não a quantidade de gás liberado por unidade de energia gerada (Cardu e Baica, 1999).

A eficiência ecológica é um parâmetro cujos valores variam entre 0 e 1, sendo que uma eficiência ecológica com valor nulo significa 100% de impacto ambiental (por exemplo, um processo de queima de enxofre). Por outro lado, para o caso de uma eficiência com o valor 1 (100%), temos 0% de impacto ambiental (por exemplo, o processo de queima de hidrogênio) (Boly, 2014).

Cardu e Baica (2000) realizaram uma análise da evolução da usina de energia térmica de Voitsberg (Áustria), mostrando seu desenvolvimento do passado para o futuro, esta análise foi avaliada globalmente do ponto de vista de sua eficiência ecológica.

Braga *et al.* (2014) utilizaram a análise ecológica, com base em conceitos de equivalente de CO₂, indicador de poluição e eficiência ecológica, para fazer a análise comparativa entre uma célula de combustível do tipo membrana eletrolítica polimérica e um motor de combustão interna.

Cardu e Baica (2003) fizeram uma discussão sobre os critérios de caracterização de combustíveis. Estes critérios, para os hidrocarbonetos, dependem da relação dos teores de hidrogênio (H) e carbono (C) em cada hidrocarboneto. Como conclusão, foi definido que o critério de poluição “[p]” (indicador de poluição) foi o melhor indicador para caracterizar uma grande variedade de combustíveis do ponto de vista energético-ecológico.

Lora e Salomon (2005) avaliaram os impactos ambientais da poluição atmosférica resultante da queima de combustíveis fósseis. Neste estudo, foram consideradas as emissões de CO₂, SO_x, NO_x e MP de forma integral. Estes resultados foram comparados, fazendo a comparação entre o parâmetro de eficiência ecológica e os padrões reais de qualidade do ar internacional.

Braga *et al.* (2013) realizaram um estudo baseado em aspectos técnicos, econômicos e ecológicos da produção de hidrogênio pela reforma a vapor de biogás. Como parte dos resultados, obteve-se uma eficiência ecológica de 94,95%, o que é considerado um bom valor para eficiência ecológica, mostrando que esse tipo de produção de hidrogênio é uma rota atraente para o meio ambiente.

2.6 Análise Exergética

O conceito de irreversibilidade, destruição de exergia, consumo de exergias e perda de trabalho são, essencialmente, parecidos, bem como a idéia de energia disponível, exergia e disponibilidade. Exergia para um sistema é o máximo trabalho útil que pode ser obtido a partir do seu estado inicial para o equilíbrio termodinâmico com o meio ambiente (Kotas, 1980). Quando em um sistema não ocorre efeitos de ordem nuclear, magnética, elétrica e de tensão de superfície, a exergia pode ser dividida em quatro partes: exergia potencial, devido à sua posição em um determinado campo de força corporal (gravitacional, magnético, etc.); exergia cinética, devido à sua velocidade em relação a uma de referência fixa; exergia física, devido à variação de pressão e temperatura; exergia química, devido às suas diferentes composições no sistema.

A perda de exergia em um determinado sistema pode ser calculada multiplicando o aumento da entropia pela temperatura absoluta do ambiente. A entropia é a proporção do calor absorvido por uma substância de acordo com a temperatura absoluta na qual ocorreu o processo. A análise exergética e a análise de energética são conceitos muito semelhantes, a diferença entre eles é que enquanto um conceito é baseado na lei de conservação de energia, o outro é baseado em uma perda irreversível de exergia. Sabendo-se que os processos reais são

irreversíveis, o balanço exergético proporciona uma visão maior do problema em análise, evitando conclusões baseadas puramente na aplicação da Primeira Lei da Termodinâmica (Boly, 2014).

A análise exergética é utilizada para identificar e avaliar quantitativamente as causas da imperfeição termodinâmica de um determinado processo. Pode, portanto, indicar as possibilidades de melhoria termodinâmica do processo em estudo, mas apenas uma análise econômica pode decidir a conveniência de uma possível melhoria (Szargut et al., 1998; Rosen, 2003).

A eficiência exergética é um parâmetro de avaliação do desempenho termodinâmico, que está diretamente relacionado à viabilidade financeira do processo. Muitos autores utilizaram a análise exergética para quantificar a viabilidade técnica de um processo de produção de energia.

Boly (2014) utilizou o conceito de eficiência exergética para fazer a análise termoeconômica da incorporação do processo de produção de hidrogênio em uma planta de biodiesel. Bargigli et al. (2004) utilizaram da análise exergética no estudo de comparação dos índices termodinâmicos e ambientais dos processos de produção de gás natural, gás de síntese e produção de hidrogênio. Cornelissen (1997) utilizou a análise exergética para apoiar a discussão sobre o tema de termodinâmica e desenvolvimento sustentável. Portha et al. (2010) utilizaram a análise exergética em seu estudo para estimar o impacto ambiental de um processo petroquímico.

Embora existam vários estudos sobre a análise exergética para avaliar a viabilidade técnica de um processo de produção de energia, a análise exergética da produção de hidrogênio a partir de águas residuais de mandioca é um problema aberto, uma vez que não há relatos de estudos na literatura sobre o referido tema.

2.7 Análise Econômica

A análise econômica é um estudo muito importante para idealização de um projeto. Este estudo nos permite estimar alguns parâmetros que são fundamentais para a viabilidade de um projeto. Neste estudo, a análise econômica foi realizada a partir de um sistema de reforma a vapor de biogás, proveniente da manipueira, para produção de hidrogênio. Para a análise econômica do sistema de reforma a vapor, devem ser considerados vários fatores, tais como: custos de investimento de equipamentos, custos operacionais e custos de manutenção. Os resultados da análise econômica podem mudar devido a variação do preço da mandioca, às flutuações da taxa de câmbio e os eventuais incentivos fiscais (o governo pode oferecer vantagens devido a vantagens ambientais).

Há muitos estudos econômicos relacionados à produção de hidrogênio, Tredici et al. (1998) realizaram a análise econômica da produção de hidrogênio a partir de um fotobiorreator que utiliza catalisadores de microalgas de água e luz solar; Zhang et al. (2013) utilizaram a análise econômica para avaliar a viabilidade econômica da produção de bio-hidrogênio através de gaseificação de bio-óleo; Dowaki et al. (2007) realizaram a análise econômica da produção de bio-hidrogênio através da gaseificação de bio-combustíveis de biomassa de resíduos de madeira (cedro japonês); Braga et al. (2013) estudaram a viabilidade econômica do processo de produção de hidrogênio por meio de reforma a vapor de biogás.

2.7.1 Custo de produção de hidrogênio

O custo do hidrogênio pode ser calculado a partir da metodologia descrita por Silveira et al. (1999), esse método foi utilizado por diversos autores, Brizi et al. (2014) usaram essa metodologia para discutir a rentabilidade de um sistema de cogeração de energia usando dois tipos diferentes de combustível: gás natural e biogás; Boly (2014) utilizou essa metodologia para fazer o estudo termoeconômico da incorporação do processo de produção

de hidrogênio em uma planta de produção de biodiesel; Braga et al. (2014) utilizaram essa metodologia para fazer a análise econômica da produção de hidrogênio via reforma a vapor do biogás proveniente de esterco bovino. para discutir a rentabilidade de um sistema de cogeração de energia usando dois tipos diferentes de combustível: gás natural e biogás; Boloy (2014) utilizou essa metodologia para fazer o estudo termoeconômico da incorporação do processo de produção de hidrogênio em uma planta de produção de biodiesel; Braga et al. (2014) utilizaram essa metodologia para fazer a análise econômica da produção de hidrogênio via reforma a vapor do biogás proveniente de esterco bovino.

2.7.2 Fluxo de caixa descontado

Dentro da análise econômica, o método de fluxo de caixa descontado é um método amplamente utilizado para averiguar a viabilidade de um determinado projeto. O fluxo de caixa descontado usa projeções de fluxo de caixa futuras e as desconta para chegar a um valor presente (Kyriakarakos et al., 2011). Um dos muitos parâmetros trabalhados no fluxo de caixa descontado é o valor presente líquido (VPL), que representa o valor presente do fluxo de caixa livre do projeto, descontado ao custo de capital da empresa. Esse parâmetro é capaz de prever a viabilidade do projeto. Muitos autores utilizaram esse método para estudo de viabilidade de projeto: Kyriakarakos et al. (2011) utilizaram desse método para atestar a viabilidade de um projeto de sistema de distribuição de energia; Levene et al. (2007) aplicaram o método para determinar o potencial de produção de hidrogênio via fontes renováveis de eletricidade; Berkman et al. (2000) usaram o método para realizar a análise econômicas de uma amostra de 45 empresas recentemente listadas na Bolsa de Valores da Nova Zelândia.

3 METODOLOGIA

3.1 Descrição da Planta

O modelo da planta foi criado a partir do HYSYS para reformar diferentes tipos de biogases obtidos a partir da manipueira, como descrito na Figura 2. Os biogases são essencialmente diferentes devido as suas concentrações de metano. Para o presente estudo foram utilizados os biogases obtidos por: Feinden (2001) com o teor de metano enriquecido pela metodologia desenvolvida por Wang *et al.* (2016); Barana e Cereda (2000); Lacerda (1991); Suzuki (2012), tal como descrito na Tabela 4.

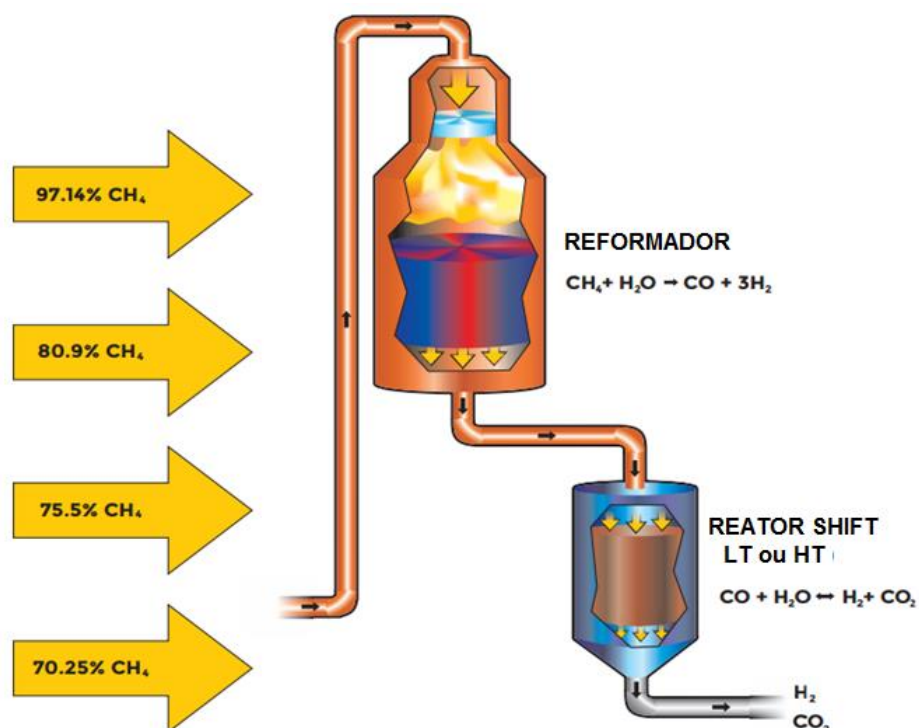


Figura 2 - Diferentes tipos de biogases em um reformador a vapor.

Todos os quatro processos descritos acima para a produção de biogás utilizaram um biodigestor anaeróbico de alimentação contínua de duas fases, devido ao fato de que a manipueira abastecida de forma contínua requer reatores de dois estágios para produzir o biogás de forma eficiente, enquanto que nos reatores de uma única fase é comum acidificar, levando a o colapso da produção de biogás como discutido anteriormente por diversos autores (Ghosh *et al.*, 1985; Fernandes Junior e Takahashi, 1994; Barana e Cereda, 2000).

A Figura 3 mostra a planta do processo que faz a reforma do biogás. A unidade de ajuste (ADJ-1) é responsável pelo ajuste do fluxo de biogás que entra na planta, redirecionando parte deste biogás (18%) para o gerador de vapor (CH_4 combustível), o restante do metano que entra na planta (CH_4 do biogás) é direcionado ao misturador (misturador). A proporção vapor/biogás que entra no (misturador) é regulada pela unidade lógica (SET-1), a partir daí ocorre a mistura entre o CH_4 e o vapor (vapor) do gerador de vapor (gerador de vapor). Outra unidade lógica é necessária (SET-2) para regular a entrada de ar no gerador de vapor (gerador de vapor), permitindo que o vapor atinja a temperatura ideal, 650°C , para entrar no misturador. O fluxo que sai do misturador (fluxo reformador) entra no trocador de calor (HE-1) e recebe calor, dessa forma o gás que sai do misturador (fluxo reformador 1) atinge cerca de 700°C .

Tabela 4 - Tipos de biogases utilizados no trabalho em relação a concentração de CH₄

Processos	Referencias	Descrição do Processo	Concentração de CH ₄
1	Feiden, 2001; Wang <i>et al.</i> , 2016	Feiden (2001) usou um biodigestor anaeróbico de alimentação contínua de duas fases para produzir um biogás com uma concentração de 71,35% de CH ₄ e 28,65% de CO ₂ . O sistema de digestão anaeróbica consistiu em dois decantadores de 500L, em série, seguidos por um reator acidogénico de 1.000L e um reator de metanogênese de 3.000L. O experimento foi realizado a temperatura ambiente (26,51 ° C) e sem correção de nutrientes e pH (valor de pH 6,18). Por fim, o biogás foi enriquecido pela metodologia proposta por Wang <i>et al.</i> (2016), que remove o hidrato do CO ₂ na mistura CH ₄ /CO ₂ , Gerando uma composição de 97,14% de CH ₄ e 2,86% de CO ₂ .	97,14%
2	Barana e Cereda, 2000	Um biodigestor anaeróbico de alimentação contínua de duas fases foi utilizado no processo. O volume útil do reator foi de 9,33 L e a experiência foi conduzida à temperatura ambiente (25°C). Não foram utilizados nutrientes no processo e o pH foi medido diariamente e corrigido com uma solução alcalina (NaOH) de modo que foi mantido entre 5,5 e 6,0.	80,9%
Processos	Referencias	Descrição do Processo	Concentração de CH ₄
3	Lacerda, 1991	Um biodigestor anaeróbico de alimentação contínua de duas fases foi utilizado no processo. O estrume bovino foi diluído e aclimatado ao substrato pela adição de pequenas cargas de manípueira e o experimento foi conduzido à temperatura de 32 ° C. Não foram utilizados nutrientes no processo e o pH foi medido diariamente e corrigido com uma solução alcalina (NaOH) de modo que foi mantido entre 5,5 e 6,0.	75,5%
4	Suzuki <i>et al.</i> , 2012	Um biodigestor anaeróbico de alimentação contínua de duas fases foi utilizado no processo, utilizando a mistura de rejeitos de aves (40%) com águas residuais de mandioca (60%) como substrato. O volume útil do reator foi de 3,5 L e a experiência foi conduzida à temperatura de 36 ° C. Não foram utilizados nutrientes no processo e o pH foi medido diariamente e corrigido com uma solução alcalina (NaOH) para que fosse mantida perto de 7.	70,25%

No processo de reforma descrito abaixo, ocorrem muitas reações químicas:

A reação Global de reforma para a produção de hidrogênio pode ser expressa como se segue na equação 2 (Boloy, 2014):

✓ Reação Global de reforma



Muitas reações químicas podem ocorrer simultaneamente dentro do reformador a vapor, estas reações são apresentadas nas equações (2) e (3) (Corigliano e Fragiacomio, 2015; Italiano *et al.*, 2015):

✓ Reação reforma a vapor do biogás em sua forma global:



✓ Reação de deslocamento água-gás:



No reformador recebe a mistura composta por CH_4 e H_2O , nesse equipamento ocorrem as reações de reforma a vapor em altas temperaturas (Equação 2), onde há a conversão catalítica da mistura composta por hidrocarboneto e vapor de água, obtendo-se um fluxo (Produto do reformador) composto pelos gases H_2 , H_2O , CO e uma pequena porção de CH_4 (gás de síntese). O produto líquido que sai do reformador (líquido do reformador) é composto de H_2 , CO , H_2O e uma quantidade desprezível de CH_4 .

O gás de síntese passa pelo trocador de calor (HE-2), pois a reação de troca de água e gás que ocorre no reator shift, WGSR (*water gas shift reaction*), é favorecida por baixas temperaturas devido à sua exotermicidade, dessa forma o fluxo que sai do trocador de calor (Produto do reformador 1) atinge a temperatura de 350°C . O gás de síntese entra no reator shift aonde ocorre a reação de troca de água e gás (Equação 4) em condições de baixa temperaturas (Reator Shift HT), visando deslocar a formação de CO para produzir H_2 adicional. O gás de síntese nesse momento (HT Shift produto) passa pelo trocador de calor (HE-3), após a troca de calor com o fluxo que entra no reator shift de baixa temperatura (LT Shift fluxo) e, dessa forma, atinge a temperatura de 204°C . O gás de síntese sofre mais um processo de enriquecimento na porcentagem de H_2 ao passar pelo WGS (Reator Shift LT), esse enriquecimento mais uma vez é gerido pela Equação 4, conseqüentemente o teor de CO e H_2O do gás de síntese é diminuído. Um aspecto importante no reator Shift, além do aumento do teor de H_2 , é a diminuição no teor de monóxido de carbono, tendo em vista que dependendo da concentração e do tipo de célula de combustível, o CO pode ser extremamente prejudicial ao processo. A saída líquida do Reator Shift LT (LT Líquido) é composta em quase toda sua totalidade, aproximadamente 99%, por H_2O .

O gás de síntese que sai do reator shift (LT shifted produto) passa pelo trocador de calor (HE-4) antes de entrar no condensador e, dessa forma, troca calor para atingir a temperatura de 38°C . O gás de síntese (fluxo condensador) entra no condensador, nesse momento o vapor de água é removido (Condensado), gerando um gás de síntese (Gás seco) composto de H_2 , CO_2 e uma porcentagem insignificante de CH_4 e CO na sua composição. O gás de síntese (Gás seco) passa pelo último processo dentro do *Pressure Swing Adsorption* (PSA). O PSA funciona como uma espécie de membrana seletiva para determinados tipos de gases. As espécies químicas, CO_2 , CH_4 e CO não convertidas no reator shift, são adsorvidas em peneiras moleculares. Ao fim do processo conseguimos obter um fluxo de hidrogênio puro (Produto H_2) e um fluxo composto pelos outros gases que foram adsorvidos pelo PSA (efluente gasoso).

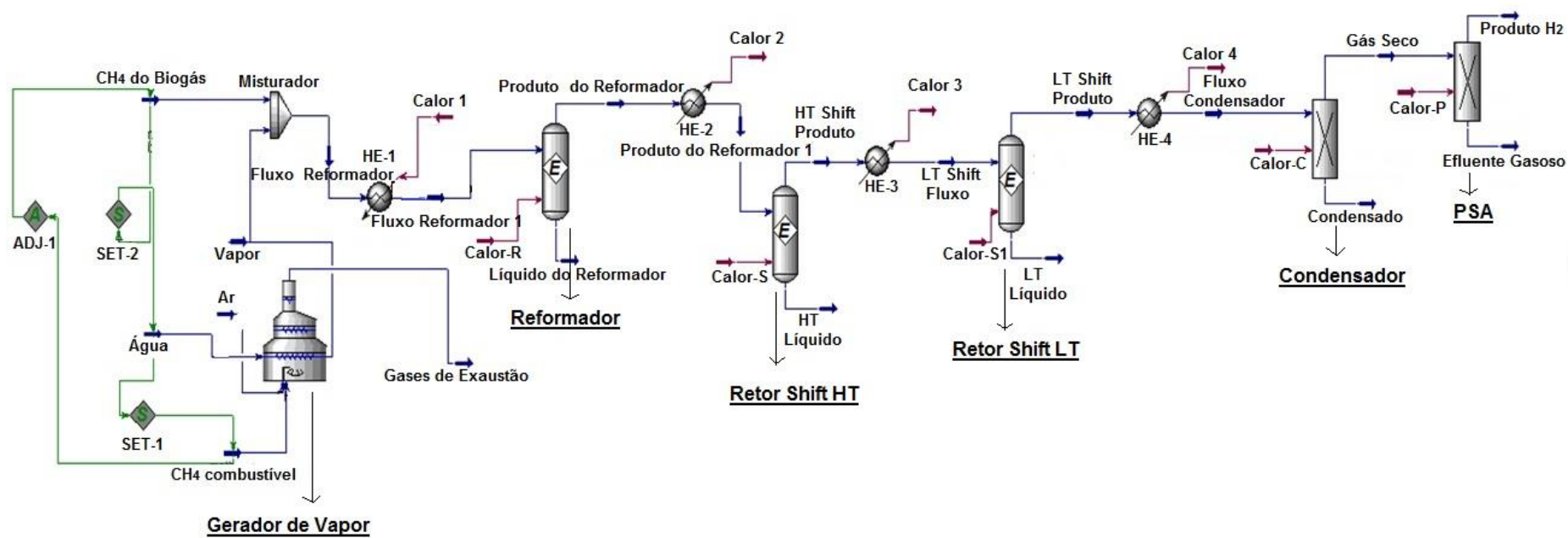


Figura 3 - Planta do processo de produção de hidrogênio através da reforma a vapor do biogás obtido na fermentação da manipueira.

3.1.1 Simulação do processo

Neste estudo, foi utilizada a versão 8.0 do Hysys e partir do programa de simulação de processo, podemos calcular os parâmetros termodinâmicos, tais como: fluxo de massa, fluxo de calor, entropia, entalpia, etc. Todavia para obter os parâmetros precisamos, previamente, construir uma planta de reforma de biogás a partir de determinadas condições e etapas:

A- Definir os componentes químicos envolvidos no processo: água, monóxido de carbono, dióxido de carbono, metano, nitrogênio, oxigênio e hidrogênio. Esses componentes químicos encontram-se disponível na biblioteca virtual de dados do software (Figura 4);

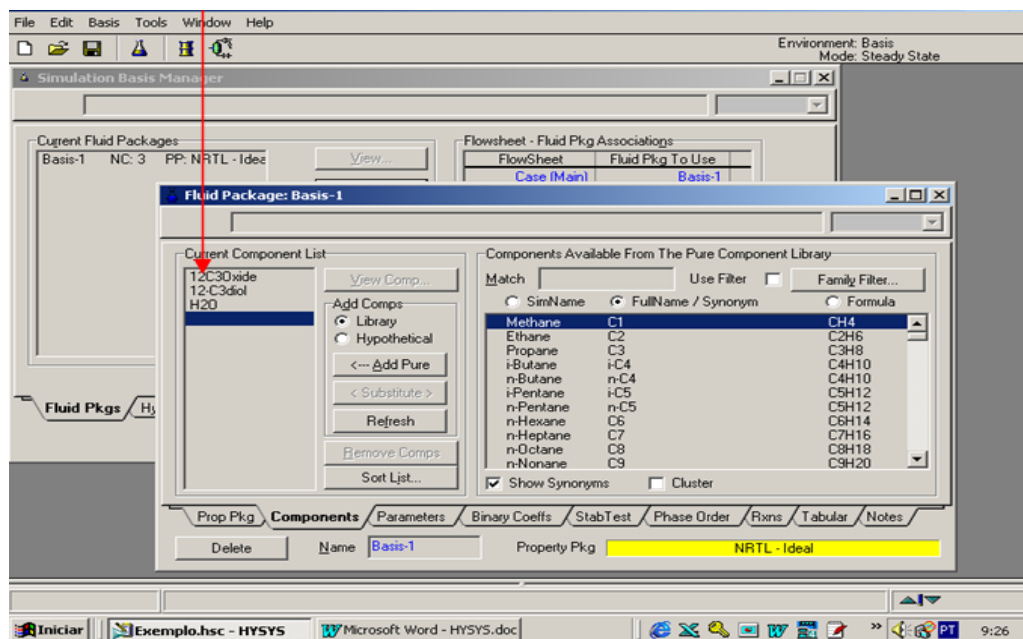


Figura 4 - Seleção de componentes químicos na biblioteca virtual do HYSYS.

B- Selecionar o modelo termodinâmico adequado para determinar os valores das iterações binárias líquido-líquido e líquido-vapor. Neste estudo foi utilizado o modelo PSRK (*Predictive Soave-Redlich-Kwong*) (Authayanun *et al*, 2011; Gutierrez Ortiz *et al*, 2011) (Figura 5);

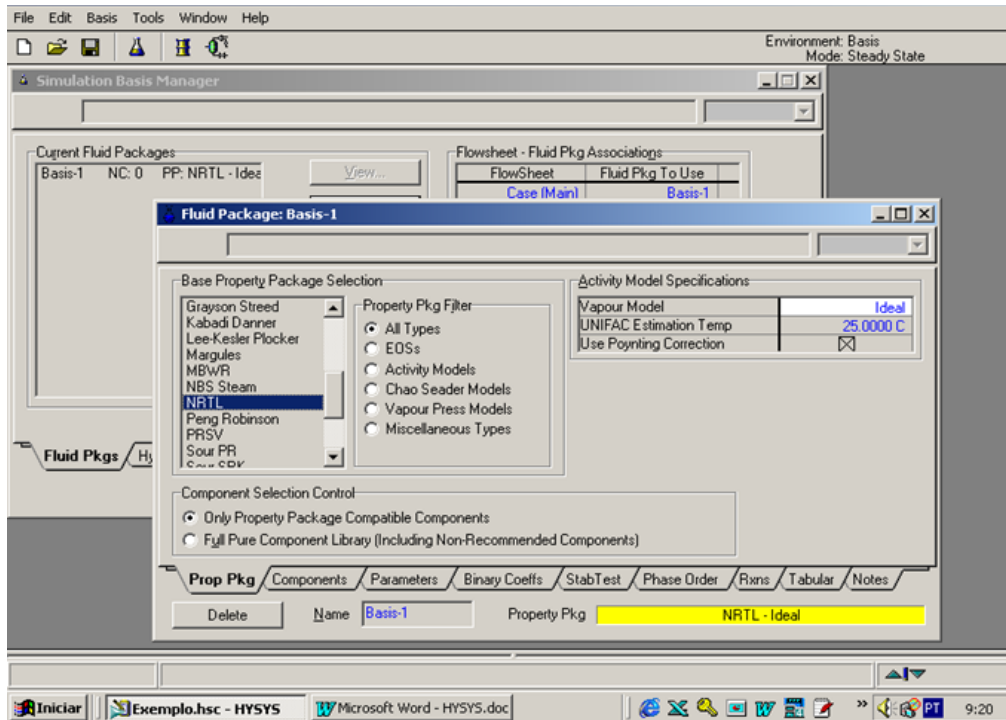


Figura 5 - Seleção de modelo termodinâmico adequado para determinar os valores das iterações binário-líquido-líquido e líquido-vapor

C- Definir a capacidade de processamento do biogás, parâmetros de operação dos componentes da planta e as principais propriedades termodinâmicas (vazão, temperatura e pressão), tal como descrito na Tabela 5. Essas condições de contorno serão utilizadas para calibrar cada um dos equipamentos da planta (Figura 6).

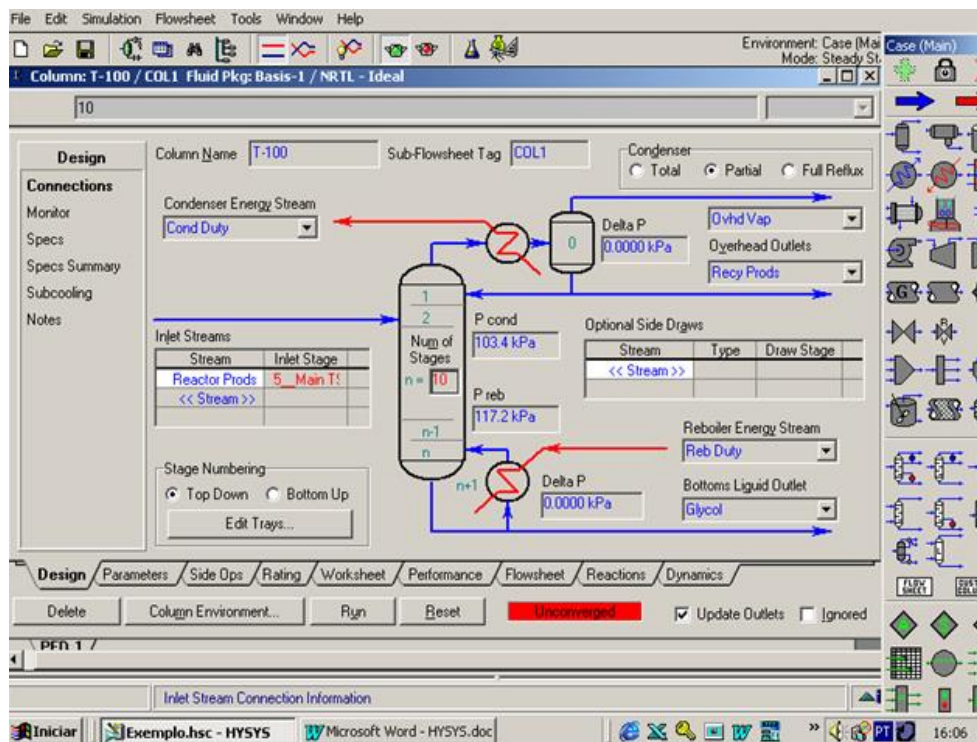


Figura 6 - Condições de contorno aplicadas nos equipamentos da planta.

Na Tabela 5 são mostradas as condições de operação de cada processo da planta de produção de hidrogênio, a partir do biogás, de acordo com literatura científica.

Tabela 5 - As condições operacionais de cada processo de planta, de acordo com a literatura.

Processo	Condições	Referências
Reforma a Vapor (Obtenção da composição química do gás de síntese obtido no processo, utiliza-se o método de Minimização da Energia Livre de Gibbs)	2.5:1 Razão entre o vapor de água e o metano; temperatura: 700 °C; Pressão: 101.3 kPa	(Braga <i>et al.</i> , 2014; Soltani <i>et al.</i> , 2014)
Gerador de vapor (produção do vapor)	20% de excesso de ar e Eficiência Energética igual a 90%	(Lora e Nascimento, 2004)
Reator shift	Temperatura no Reator Shift HT: 350 °C e Temperatura no Reator Shift LT: 200 °C	(Braga <i>et al.</i> , 2014)
Purificação do hidrogenio. PSA (<i>Pressure Swing Absorption</i>)	Temperatura: 38°C ; Pressão: 101.3 kPa	(Soltani <i>et al.</i> , 2014)

As equações de estado são utilizadas para relacionar propriedades mensuráveis de um sistema: pressão, temperatura e volume. As equações de estado mais utilizadas são as equações cúbicas, em especial a *Soave-Redlich-Kwong* (SRK), proveniente da teoria de Van der Waals. O modelo preditivo *Soave-Redlich-Kwong* (PSRK) combina a equação de estado de cúbica de *Soave-Redlich-Kwong* (SRK) com o modelo UNIFAC (*Universal Functional Activity Coefficient model*), de determinação de coeficiente de atividade, e permite aplicar a vasta matriz de parâmetros do método UNIFAC para a predição de equilíbrio líquido-vapor e da solubilidade de gases para uma grande variedade de sistemas (Wang, 2007).

Para esse estudo foi escolhido o PSRK, pois é muito utilizado em processos reais devido, principalmente, a sua simplicidade matemática (Medeiros e Arredondo, 2008). Outro aspecto que motivou o uso desse modelo termodinâmico é o fato de que este modelo é capaz de prever, de forma precisa, propriedades críticas de misturas e representa de forma adequada o equilíbrio líquido-vapor de sistemas binários contendo hidrocarbonetos, hidrogênio, nitrogênio, monóxido e dióxido de carbono (Elliot e Daubert, 1987).

No geral as equações de estado obedecem a Equação 5, podendo ser alterado, apenas, os parâmetros (a) e (b).

$$P = \frac{RT}{V-b} - \frac{a \cdot \alpha(T)}{V(V+b)} \quad (5)$$

A tabela 6 mostra a variação da equação SRK e PSRK em relação aos parâmetros (a), (b) e a função $\alpha(T)$.

Tabela 6 - Variação da equação SRK e PSRK em relação aos parâmetros (a), (b) e a função $\alpha(T)$.

Equação	b	a	$\alpha(T)$
<i>Soave-Redlich-Kwong</i>	$0,08664 \frac{RT_C}{P_C}$	$0,42748 \frac{R^2 T_C^2}{P_C}$	<p><i>Para $T_r > 1$: $\alpha(T)$</i> $= [1 + m \cdot (1 - T_r^{0,5})]^2$ $m=0,48 + 1,57\omega - 0,176\omega^2$ Onde: ω é o fator acêntrico.</p>
<i>Predictive Soave-Redlich-Kwong</i>	$0,08664 \frac{RT_C}{P_C}$	$0,42748 \frac{R^2 T_C^2}{P_C}$	<p><i>Para $T_r < 1$: $\alpha(T) = [1 + c_1 \cdot (1 - T_r^{0,5}) + c_2 \cdot (1 - T_r^{0,5})^2 + c_3 \cdot (1 - T_r^{0,5})^3]^2$</i></p> <p><i>Para $T_r > 1$: $\alpha(T) = [1 + c_1 \cdot (1 - T_r^{0,5})]^2$</i> Onde: c_1, c_2 e c_3 são constantes empíricas fornecidas pela literatura (Chemstations, 2000).</p>

3.1.2 Resultados da simulação de processo a partir do Hysys

A partir dos dados contidos nos apêndices, foi possível obter as análises propostas no estudo apresentado. Os apêndices contidos no trabalho são os seguintes:

- Os apêndices B,C, D e E mostram as propriedades termodinâmicas de cada fluxo da planta (vazões mássicas, as entalpias, entropias etc.) de cada um dos 4 processos simulados no HYSYS.
- Os apêndices F,G, H e I mostram a composição de cada um dos fluxos de cada um dos 4 processos simulados no HYSYS.

3.2. Eficiência Ecológica

Neste trabalho é avaliado o quão poluente é o processo de produção de hidrogênio, a partir da reforma do biogás, proveniente da manipueira, baseado nos quatro diferentes tipos de biogases simulados pelo Hysys. Esse parâmetro ecológico é calculado a partir da entrada do biogás na planta, levando em consideração os fluxos de saída da planta: Gases de exaustão, Efluente gasoso e Produto H2 (demais saídas apresentam emissões de dióxido de carbono (CO₂)_e e H₂ desprezíveis). A Figura 7 mostra o volume de controle avaliado para o cálculo da eficiência ecológica.

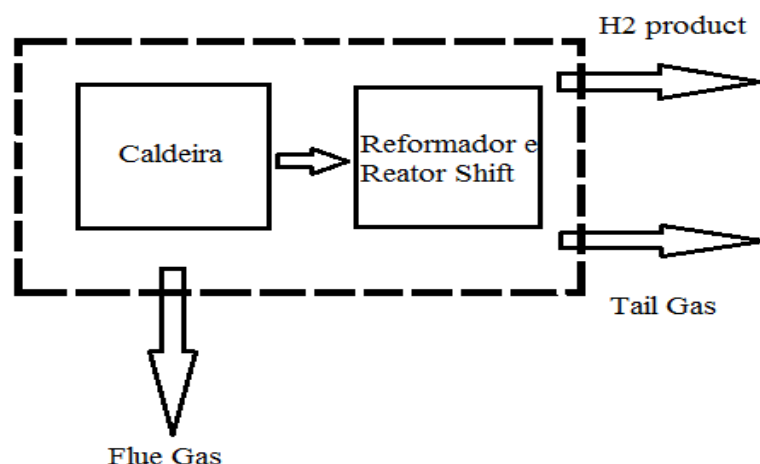


Figura 7 - Volume de controle para o cálculo da eficiência ecológica.

A eficiência ecológica (ε), de acordo com Cardu e Baica (1999), é determinada pela seguinte Equação (6):

$$\varepsilon = \left[\frac{C \cdot \eta_{system} \cdot \ln(K - \pi_p)}{\eta_{system} + \pi_p} \right]^n \quad (6)$$

Onde:

c , n e K : Coeficientes adimensionais;

η_{system} : Eficiência energética da planta (%);

π_p : Indicador de poluição da planta (kg_{CO_2e}/MJ).

Os coeficientes adimensionais variam de acordo com cada tipo de processo. Cardu e Baica (1999) estabelecem os valores de “ c ”, “ K ” e “ n ” como 0,204, 135 e 0,5, respectivamente, para produção de energia térmica, eletricidade ou sistemas de cogeração. No entanto, nos processos de produção de hidrogênio através da reforma a vapor do biogás, os valores de “ c ”, “ K ” e “ n ” são: 0,25, 51 e 0,023, respectivamente, (Braga et al., 2014).

3.2.1. Indicador de poluição da planta

O indicador de poluição (π_p), cuja unidade é $kg(CO_2)_e / kgH_2$, pode ser determinado pela Equação (7) (Braga et al., 2014):

$$\pi_p = \frac{kg_{CO_2e}}{kg_{H_2}} \quad (7)$$

O quilograma de H_2 produzido (kgH_2) é calculado a partir da fluxo de hidrogênio que é liberado do PSA (Produto H_2), na referida planta ocorre uma produção de 42,848(kgH_2) a cada hora de funcionamento da planta.

A emissão dióxido de carbono equivalente (Equação 8) (Villela e Silveira, 2007; Boloy, 2014; Braga et al., 2013) dependem das emissões de $SO_2 = 80 \cdot SO_2$, $NO_x = 50 \cdot NO_x$, $CH_4 = 21 \cdot CH_4$, e $MP = 67 \cdot MP$, e pode ser expresso em quilogramas de $(CO_2)_e$ por kg de biogás utilizado na planta.

$$CO_{2e} = CO_2 + SO_2 + NO_x + CH_4 + MP \quad (8)$$

Essas emissões de dióxido de carbono equivalente são contabilizadas a partir dos fluxos de saída da planta: *Gases de exaustão* e *Efluente gasoso*. No caso do produto obtido no processo de reforma (H_2), ele é contabilizado a partir da saída *Produto H2*. Todas essas emissões são descritas na Tabela 7.

Tabela 7 - Dióxido de carbono equivalente produzido pela planta.

Gases de exaustão	Processo 1 (kg/h)	Processo 2 (kg/h)	Processo 3 (kg/h)	Processo 4 (kg/h)
Fluxo de massa (CH_4)	0	0	0	0
Fluxo de massa (H_2)	0	0	0	0
Fluxo de massa (CO)	0	0	0	0
Fluxo de massa (H_2O)	67,69234471	50,78344248	49,42601274	44,44743489
Fluxo de massa (CO_2)	82,68396391	62,03029815	60,37224254	54,29107409
Fluxo de massa (N)	554,3682251	415,8923286	404,7756223	364,0034289
Fluxo de massa (O_2)	48,09642962	36,08240012	35,11792586	31,58057138
(CO_2)e	82,68396	62,03029815	60,37224254	54,29107409
Efluente gasoso	Processo 1 (kg/h)	Processo 2 (kg/h)	Processo 3 (kg/h)	Processo 4 (kg/h)
Fluxo de massa (CH_4)	3,597692201	1,270562226	1,124736592	0,657981842
Fluxo de massa (H_2)	0	0	0	0
Fluxo de massa (CO)	4,389473006	1,831537006	1,676662488	1,168356455
Fluxo de massa (H_2O)	0	0	0	0
Fluxo de massa (CO_2)	228,6729806	177,7675664	173,4893242	157,5167517
Fluxo de massa (N)	0	0	0	0
Fluxo de massa (O_2)	0	0	0	0
(CO_2)e	304,2245	204,4493731	197,1087926	171,3343704
H2 produzido	42,84800466	26,52410728	25,18942764	20,25566106

3.2.2 Eficiência energética do processo de reforma

A eficiência energética do processo de reforma do vapor de biogás foi determinada tendo em vista que o processo não ocorrer de forma contínua (Braga *et al.*, 2014). A Figura 8 mostra o volume de controle considerado para o cálculo da eficiência energética obtida pela Equação 9 (Braga *et al.*, 2013). Nessa equação, o poder calorífico inferior do biogás é considerado como poder calorífico inferior do metano multiplicado pela porcentagem de metano contida em cada um dos biogases.

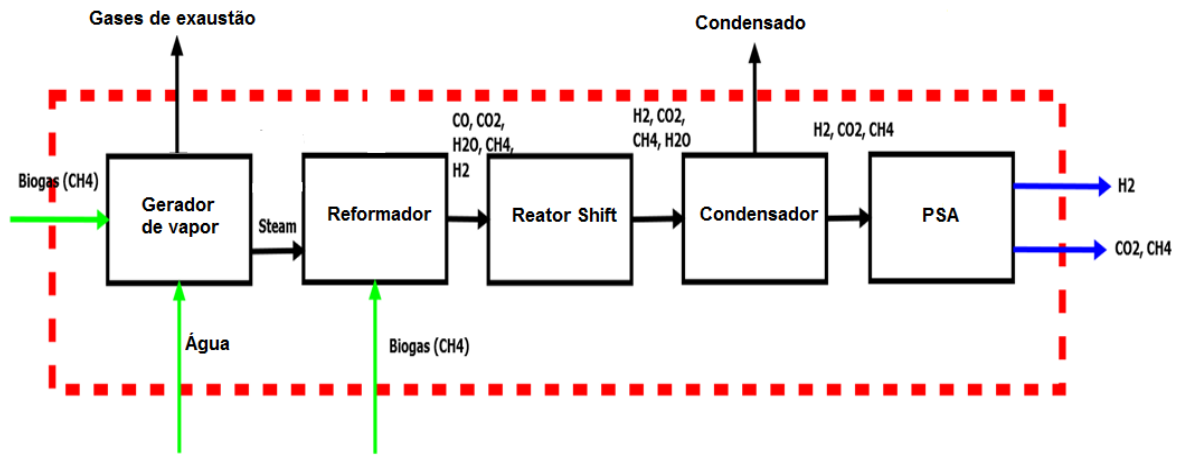


Figura 8 - Volume de controle considerado para o cálculo da eficiência energética no processo de reforma a vapor do biogás.

$$\eta = \frac{m_{H_2} LHV_{H_2}}{m_{BiogasFuel} PCI_{BiogasFuel} + m_{BiogasRef} PCI_{BiogasRef}} \quad (9)$$

Onde:

- η : Eficiência energética (%);
- m_{H_2} : Fluxo de massa do hidrogênio (kg/s);
- $m_{Biogás\ Fuel}$: Fluxo de massa do biogás utilizado como combustível para o gerador de vapor (kg/s);
- $m_{Biogás\ Ref}$: Fluxo de massa do biogás utilizado no processo de reforma (kg/s);
- $PCI_{Biogás\ Fuel}$: Poder calorífico inferior do biogás utilizado no gerador de vapor (kJ/kg);
- $PCI_{Biogás\ Ref}$: Poder calorífico inferior do biogás utilizado no processo de reforma (kJ/kg);
- PCI_{H_2} : Poder calorífico inferior do hidrogênio (kJ/kg).

A Tabela 8 mostra os valores obtidos para a eficiência energética dos processos de reforma juntamente com os valores dos parâmetros utilizados.

Tabela 8 - Eficiências energéticas dos processos.

Parâmetros para o cálculo de eficiência energética	Processo 1	Processo 2	Processo 3	Processo 4
m_{H_2} (kg/s)	0,012355	0,007368	0,006997	0,005626573
$m_{Biogás\ Fuel}$ (kg/s)	0,0083724	0,006281	0,006113	0,005497
$m_{Biogás\ Ref}$ (kg/s)	0,024853	0,01508364	0,014299	0,011422999
Eficiência energética (%)	89,17	82,70	82,20	79,74

O PCI_{CH_4} e o PCI_{H_2} utilizados são, respectivamente: 49.934(kJ/kg) e 119.742(kJ/kg) (Braga *et al.*, 2013).

Munidos com a eficiência energética, indicador de poluição e os coeficientes adimensionais que compõem o cálculo de eficiência ecológica, é possível calcular a eficiência ecológica da planta em estudo.

3.2.3 Resultado e discussão da análise ecológica

A produção de hidrogênio a partir de biogás obtida por digestão de águas residuais de mandioca é uma tecnologia revolucionária no processamento de mandioca. A tecnologia proposta é fundamental para a mitigação do impacto ambiental, devido à toxicidade das águas residuais de mandioca e à possibilidade de produção de energia com baixas emissões de gases poluentes. O uso da metodologia de eficiência ecológica neste estudo permite quantificar o impacto ambiental da tecnologia proposta e é útil na tomada de decisões para a aplicação desta tecnologia, considerando os critérios ambientais. Este estudo identifica os valores médios do indicador de poluição e a eficiência ecológica da incorporação da tecnologia de produção de hidrogênio no processamento de mandioca com base em diferentes tipos de biogás. Os resultados obtidos no estudo são descritos na Tabela 9.

Tabela 9 - Comparação dos parâmetros ambientais da produção de hidrogênio através da reforma a vapor de biogás a partir da manipueira com diferentes concentrações de metano.

Processos	Referências	Percentual de metano (%)	Indicador de poluição (kg _{CO2e} /kg _{H2})	Eficiência energética (%)	Eficiência ecológica (%)
1	(Fieden, 2001; Wang et al., 2016)	97,14	9,09	89,17	94,46
2	(Barana e Cereda, 2000)	80,90	10,04	82,70	94,08
3	(Lacerda, 1991)	75,50	10,22	82,20	94,03
4	(Suzuki et al., 2012)	70,25	11,13	79,74	93,79
Valor Médio	*	80,95	10,11	83,45	94,12

No biogás reformado no processo 1, temos a maior concentração de CH₄ dentre os processos estudados, o que, em princípio, sugere uma maior poluição, uma vez que o metano é 21 vezes mais poluente que o CO₂, porém o processo 1 é o processo menos poluente por quilograma de H₂ produzido. O Processo 1 apresenta um biogás composto por 97,14% de CH₄ e é o que apresenta melhor eficiência energética, menor indicador de poluição e maior eficiência ecológica. Em contraste, o processo 4, composto por 70,25% de metano, apresenta pior eficiência, maior valor para o indicador de poluição e pior eficiência energética, conforme mostrado graficamente na Figura 9.

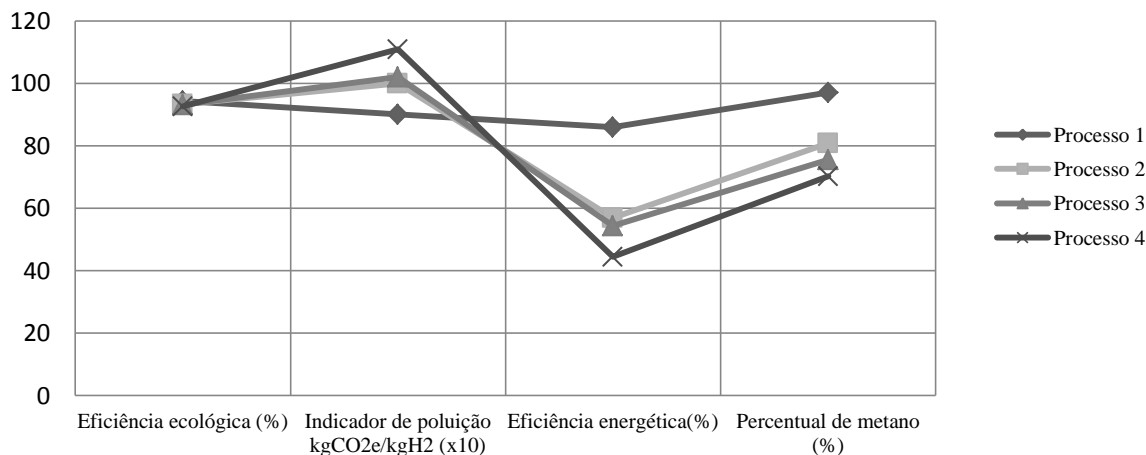


Figura 9 - Comparação entre os quatro biogases estudados com base nos parâmetros envolvidos na análise ecológica.

Embora o processo 1 tenha maior emissão de CH₄ (3,6 kg/h) e maior emissão de CO₂ (311 kg / h), sua produção de H₂ (42,9 kg/h) é muito alta em comparação com outros processos, já que o processo 4 emite 0,66 kg/h de CH₄, 211 kg/h de CO₂ e apenas 20,2 kg/h de H₂. Esta diferença na produção de hidrogênio reflete a eficiência energética do sistema, enquanto o processo 1 atinge uma eficiência energética de 86%, o processo 4 atinge uma eficiência energética de 79%. Este problema também pode ser justificado pela equação global de reforma, equação 5, uma vez que, para cada mol de CH₄, são produzidos 3 moles de H₂. Em geral, essas comparações mostram que quanto maior a porcentagem de CH₄ no biogás a ser reformado, menor o impacto ambiental e maior eficiência energética do processo.

O valor médio do indicador de poluição foi determinado na planta, neste caso 10,11 kgCO₂e/ kgH₂. O valor é menor quando comparado com o valor de 15,43 (kgCO₂e/kgH₂) determinado por Braga et al. (2014) para o processo de reforma a vapor de biogás. Em comparação com outros tipos de combustível, a diferença é ainda maior, uma vez que o indicador de poluição do processo de reforma do vapor de gás natural é de 25,05 kgCO₂e/kgH₂ e a reforma do etanol é de 21 kg de CO₂e/kgH₂, ambos os processos descritos por Lora e Nascimento (2004).

A eficiência ecológica média obtida no presente estudo (94,12%) é muito semelhante ao valor de 94,95% relatado por Braga *et al.* (2013) em seu estudo de análise ecológica da produção de hidrogênio por meio de reforma a vapor de biogás de vaca com estrume. A eficiência ecológica média obtida também é muito semelhante aos processos de reforma a vapor de gás natural (91,63%) e à reforma a vapor de etanol (92,13%) ambos os processos descritos por Lora e Nascimento (2004).

O processo de produção de hidrogênio a partir da reforma do biogás proveniente da manipueira é mais eficiente no ponto de vista ecológico e energético do que o hidrogênio obtido pelo mesmo processo, mas com combustíveis diferentes (gás natural e vapor de etanol), conforme descrito na Tabela 10.

Tabela 10 - Comparação dos parâmetros ambientais da produção de hidrogênio através da reforma a vapor de diferentes tipos de combustíveis.

	Biogás proveniente da cassava(valor médio)	Etanol	Gás natural	Biogás proveniente de esterco de vaca
Eficiência energética (%)	83,45	73	71,78	80
Indicador de poluição (kgCO_{2e}/kgH₂)	10,11	21	25,05	15,43
Eficiência ecológica (%)	93,09	92,13	91,63	94,95

3.3 Análise Exergética

Neste trabalho, é realizada a análise exergética do processo de reforma do biogás (em quatro diferentes cenários), para produção de H₂, proveniente da manipueira com a intenção de identificar as irreversibilidades do sistema tal como sua eficiência exergética. A variação da eficiência exergética em cada desses quatro tipos de biogases é importante no ponto de vista da rentabilidade da planta, tendo em vista que a eficiência exergética pode ajudar a determinar qual tipo de biogás tem melhor rendimento dada as destruições de exergia ao longo de cada equipamento que compõem o processo de reforma.

Para desenvolver o balanço exergético nesse trabalho, foram calculados três tipos de exergia: exergia associada ao fluxo de matéria, transferência de calor e ao trabalho. Por fim, é realizado o cálculo das irreversibilidades do sistema para identificar os pontos críticos do sistema.

3.3.1 Exergia associada ao fluxo de matéria

A exergia total, Equação 10, associada a um certo fluxo de matéria, pode ser dividida em quatro componentes: física, cinética, potencial e química (Kotas, 1980), sem considerar os efeitos de ordem nuclear, magnética, elétrica e de tensão de superfície (Boloy, 2014). No presente estudo, a análise será delimitada apenas para exergia física e química.

$$E\chi = E\chi_{PH} + E\chi_{CH} + E\chi_{KN} + E\chi_{PT} \quad (10)$$

Onde:

$E\chi$: Exergia total (kW);

$E\chi_{PH}$: Exergia física (kW);

$E\chi_{CH}$: Exergia química (kW);

$E\chi_{KN}$: Exergia cinética (kW);

$E\chi_{PT}$: Exergia potencial (kW).

3.3.2 Exergia física

Kotas (1980) define a exergia física como a quantidade máxima de trabalho obtida quando um fluxo é trazido do seu estado inicial, onde a temperatura e a pressão são definidas por T e P, respectivamente, ao estado morto restrito, definido por P₀ e T₀, através de processos físicos envolvendo apenas interações térmicas com o ambiente. A exergia física pode ser descrita pela Equação 11.

$$E\chi_{PH} = (h - h_0) - T_0(s - s_0) \quad (11)$$

Onde:

h: Entalpia (kJ/kg);

s: Entropia (kJ/kg °C);

h₀: Entalpia no estado de referência (kJ/kg);

s₀: Exergia química específica (kJ/kg) (kJ/kg °C);

T₀: Temperatura no estado de referência (°C);

Eχ_{PH}: Exergia física específica (kJ/kg).

3.3.3 Exergia química

A exergia química é o máximo trabalho que se pode obter quando a substância em consideração é levada desde estado de equilíbrio de pressão e temperatura com o ambiente (estado morto restrito) até o estado de equilíbrio de concentrações com o ambiente (estado morto irrestrito) mediante processos que envolvem troca de calor e massa com o meio ambiente (Bereche *et al.*, 2006). O procedimento de cálculo da exergia química padrão de várias substâncias é desenvolvido por Szargut (1988) e pode ser determinado pela Equação 12:

$$E\chi_{CHi}^0 = \Delta_f G_i^0 - \sum_j v_j E\chi_{CHj}^0 \quad (12)$$

Onde:

Eχ_{CHi}⁰: Exergia química padrão da espécie i (kJ/mol);

Eχ_{CHj}⁰: Exergia química padrão da espécie j (kJ/mol);

v_j: Fração do fluxo referente a espécie j;

Δ_fG_i⁰: Variação da Energia Livre de Gibbs de formação da espécie i (kJ/mol).

No caso da exergia química de uma mistura de espécies de um fluxo, pode ser calculada pela Equação 13, como descrito no estudo de Szargut (1988):

$$E\chi_{CH} = L_0 \sum_{i=1}^n \chi_{0,i} E\chi_{CH,i}^{0L} + V_0 \sum_{i=1}^n \gamma_{0,i} E\chi_{CH,i}^{0V} \quad (13)$$

Onde:

Eχ_{CH}: Exergia química específica (kJ/kg);

Eχ_{CH,i}^{0L}: Exergia química padrão das espécies i na fase líquida (kJ/kg);

Eχ_{CH,i}^{0V}: Exergia química padrão das espécies i na fase vapor (kJ/kg);

L₀: Fração de líquido no fluxo;

V₀: Fração de vapor no fluxo;

χ_{0,i}: Fração de líquido de cada uma das espécies;

γ_{0,i}: Fração de vapor de cada uma das espécies.

3.3.4 Exergia associada a um fluxo de calor

A exergia que acompanha um fluxo de calor do sistema a uma temperatura T para o meio de referência a T_0 é dado pela Equação 14:

$$E_{\chi}^Q = Q \left(1 - \frac{T_0}{T}\right) \quad (14)$$

Onde:

E_{χ}^Q : Exergia do fluxo de calor (kW);

Q : Taxa de calor que entra (sinal positivo) ou que sai (sinal negativo) do sistema (kW).

Segundo Dantas (2010), essa equação pode ser interpretada como o trabalho que poderia realizar um ciclo de potência reversível que receberá a quantidade de calor Q à temperatura T , e descarregará energia por troca de calor ao ambiente a T_0 . O termo entre parênteses é conhecido como fator de Carnot.

3.3.5 Exergia associada à realização de trabalho

A transferência de exergia pode ser especificada em magnitude e em direção pela realização de trabalho ao qual corresponde. Portanto, a taxa de transferência de exergia associada pode ser especificada pela taxa de realização de trabalho ou potência (Equação 15) (Boly, 2014).

$$E_{\chi}^W = W \quad (15)$$

Onde:

W : Trabalho (kW);

E_{χ}^W : Exergia associada ao trabalho (kW).

3.3.6 Irreversibilidade do processo

Em geral, os processos naturais têm apresentam um certo grau de irreversibilidade. Assim, a irreversibilidade para um sistema ou volume de controle pode ser quantificada pela Equação 16:

$$I = \sum_{i=1}^n (E_{\chi_{ei}} - E_{\chi_{si}}) \quad (16)$$

Onde:

I : Irreversibilidade (kW);

$E_{\chi_{ei}}$: Exergia total da entrada (kW);

$E_{\chi_{si}}$: Exergia total de saída (kW).

3.3.7 Eficiência exergetica

Na literatura, existem várias definições para eficiência exergetica de um sistema. Ramesh *et al.* (2015) usaram a definição de eficiência exergetica, também chamada de eficiência racional ou Boskanovic, como sendo a razão entre a exergia total que deixa um sistema e a exergia total que entra em um sistema. Esta eficiência pode ser quantificada pela Equação 17:

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n E\chi_{si}}{\sum_{i=1}^n E\chi_{ei}} \quad (17)$$

Onde:

η : Eficiência Racional;

$E\chi_{ei}$: Exergia total que deixa um sistema;

$E\chi_{si}$: Exergia total que entra em um sistema.

Tsatsaronis (1993) descreve a eficiência exergetica como sendo a razão entre a exergia que deixa o sistema (produto), referente ao fluxo do Produto H_2 , e a exergia que é usada no sistema (combustível), referente aos fluxos do CH_4 do biogas e CH_4 combustível. Essa definição é amplamente utilizada para avaliar sistemas e pode ser descrita pela Equação 18:

$$\xi = \frac{E\chi_P}{E\chi_F} \quad (18)$$

Onde:

ξ : Eficiência exergetica;

$E\chi_P$: Exergia do produto (kW);

$E\chi_F$: Exergia do combustível (kW).

Para efetuar os cálculos, considera-se que os gases são ideais e são necessárias as exergias padrões e constantes dos gases ideais que constam na Tabela 11.

Tabela 11 - Exergias padrões e constantes dos gases ideais (Kotas, 1985).

	EX _{CH} (KJ/Kg)	R (Mol/kg)
CH₄	52143	0,518278
H₂	118306	4,124488
CO	9833	0,296838
H₂O	650	0,461523
CO₂	458	0,188924
N	26	0,296803
O₂	124	0,259837

3.3.8 Resultado e discussão da eficiência exergetica

A Tabela 12 mostra as exergias totais (Ex) determinadas em cada um dos fluxos utilizados para o cálculo da eficiência exergetica da planta. No cálculo da eficiência exergetica também é preciso levar em consideração as exergias associadas aos fluxos de calor que participam do processo de reforma (Tabela 13). Os valores detalhados para os cálculos das exergias químicas, físicas e associada a um fluxo de calor, tais como: entropia, entalpia, temperaturas, fluxos de calor e frações dos gases em cada fluxo se encontram nos Apêndices N,O e P.

Tabela 12 - Exergias de cada fluxo planta em Kwatts.

Percentual de Metano (%)	CH4 do biogas	Fluxo reformador 1	Reformer Liquid	Produto do reformador	Produto do reformador 1	HT Líquido
97,14	1295,91	1676,51	0	1870,65	1743,7	0
80,90	790,98	1063,98	0	1095,38	1027,16	0
75,50	750,45	1015,72	0	1036,26	971,32	0
70,25	601,78	844,06	0	823,5	765,17	0
Percentual de Metano (%)	Água	Vapor	LT Shifted produto	LT Líquido	Fluxo condensador	Gás seco
97,14	45,35	291	1608,36	0	1548,89	1514,28
80,90	9,33	220,31	938,78	0	983,43	930,36
75,50	33,11	211,58	886,01	0	943,21	884
70,25	29,77		690,53	0	791,52	716,25
Percentual de Metano (%)	Condensado	Produto H2	fluente gasoso	Ar	Gases de exaustão	CH4 combustive I
97,14	10,55	1463,78	48,42	8,36	144,95	436,56
80,90	4,49	872,89	49,31	7,32	131,23	327,51
75,50	10,91	829	46,23	7,12	127,21	318,76
70,25	26,5	666,6	30,72	6,4	117	256,65

Tabela 13 - Exergias associadas aos fluxos de calor em Kwatts.

Percentual de Metano (%)	HE-Q1	Calor-R	HE-Q2	Shift-Q	HE-Q3	Shift Q1	Calor C	HE-Q4	CALOR P
97,14%	86,99	336,98	121,5	-44,44	35,09	-9,49	-8,01	48,91	-0,01
80,90%	43,38	199,16	65,46	-28,12	25,07	-4,42	-5,02	54,72	-0,01
75,50%	42,11	189,11	63,47	-26,81	24,29	-4,12	-4,79	54,93	-0,01
70,25%	37,49	151,97	56,19	-21,87	21,39	-3,05	-3,97	55,79	-0,01

As Irreversibilidades dos equipamentos que compõem o processo de reforma em relação aos diferentes tipos de biogases estão descritas na Tabela 14. Esses dados fornecem os níveis de ineficiência de um determinado processo, o que, por sua vez, faz o diagnóstico dos processos/equipamentos que necessitam de melhorias tecnológicas.

Tabela 14 - Irreversibilidade dos equipamentos que compõem o processo de reforma em relação aos diferentes tipos de biogases.

Percentual de Metano(%)	Gerador de vapor (%)	Reformador (%)	Reator Shift (%)	Condensado r (%)	PSA (%)
97,14	14,1	37	40	8,3	0,5
80,90	6	48,2	27,6	15,4	2,3
75,50	5,9	49,6	26,9	15,5	2,6
70,25	4,7	51	23,1	15,6	5,6

A Figura 10 permite uma visão global comparativa entre os equipamentos que apresentam maior irreversibilidade, permitindo também uma visão mais apurada do impacto da variação da concentração de metano no percentual de irreversibilidade de cada equipamento.

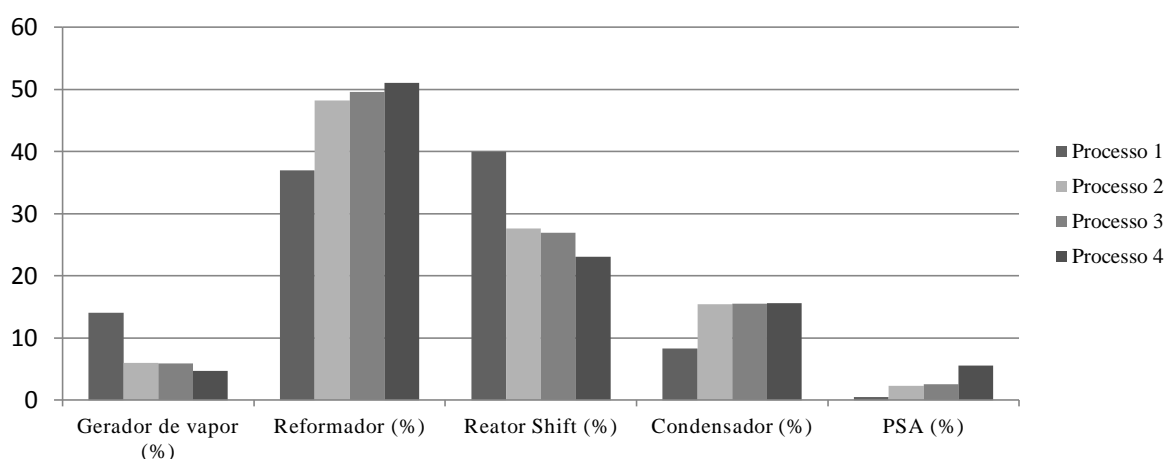


Figura 10 - Porcentagem da Irreversibilidade dos equipamentos que compõem o processo de reforma em relação aos diferentes tipos de biogases.

Em relação à irreversibilidade do processo, em cada equipamento, temos um grande aumento da destruição de exergia no gerador de vapor (Figura 4) com o aumento da concentração de metano, porque é necessária uma quantidade maior de vapor para realizar a reação química dentro do reformador (Equação 2). O aumento na produção de vapor gera o aumento da entropia e, conseqüentemente, o aumento da destruição da exergia. Outro fator que contribui para o aumento da destruição de exergia no gerador de vapor, é devido ao aumento da produção de vapor que requer um aumento do fluxo de metano para realizar a mudança de estado da água (líquido para vapor), desta forma o fluxo exergia de entrada no equipamento é aumentada devido a alta exergia química padrão de metano. Por fim, parte do calor gerado no gerador de vapor é utilizado para a aquecer o N₂, gás inerte gerado na reação de produção de vapor, e conseqüentemente diminui a eficiência do processo.

Da Figura 4, podemos ver que a irreversibilidade do reator Shift (HT e LT) aumenta de acordo com o aumento da porcentagem de metano no biogás. Quanto maior o percentual de metano presente no biogás, maior o percentual de CO no fluxo de entrada no reator Reator Shift HT (fluxo Produto do reformador 1). A reação de mudança água-gás (Equação 4), utiliza um grande fluxo de CO (alta exergia química padrão) de entrada no reator Shift para produzir uma pequena quantidade de H₂ e uma grande quantidade de CO₂. Embora a exergia química padrão de H₂ seja alta, a exergia química padrão de CO₂ é muito baixa, o que gera uma alta

destruição de exergia no equipamento, tendo em vista que a maior parte a maior parte do fluxo de saída do reator Shift é composto por CO_2 .

O reformador é um dos equipamentos que apresentam maior destruição de exergia no processo de reforma a vapor do biogás (como explicitado na Figura 4). No reformador a quantidade de exergia química e exergia física de entrada e saída são muito parecidas. No caso da elevada exergia química de entrada no reformador (correspondente a aproximadamente 70% do fluxo exergético de entrada) é justificada pelo alto teor de metano do fluxo (Fluxo reformador 1) que, por sua vez, apresenta uma exergia química padrão elevada. Esse fluxo de exergia química é compensado pelo alto teor de hidrogênio no fluxo de Saída (Produto do reformador), cuja exergia química padrão também é alta. No geral, o grande responsável pela destruição de exergia nesse equipamento é o grande fluxo de calor de entrada no reformador (Calor-R), tendo em vista que a reação química que ocorre dentro do reformador (Equação 2) é altamente endotérmica, tornando-se necessário o um fluxo de calor externo para realização de reações a elevadas temperaturas.

Como pode ser visto na Figura 11 e na Figura 12, a variação na porcentagem de metano no biogás tem pouco efeito, respectivamente, na eficiência exergética e na eficiência racional do processo. A exergia que entra na planta aumenta muito com o aumento da porcentagem de metano devido à elevada exergia química padrão do metano, no entanto, a exergia de saída também é muito alta devido à exergia química de alto padrão no fluxo Produto H_2 , devido a elevada exergia química padrão do hidrogênio.

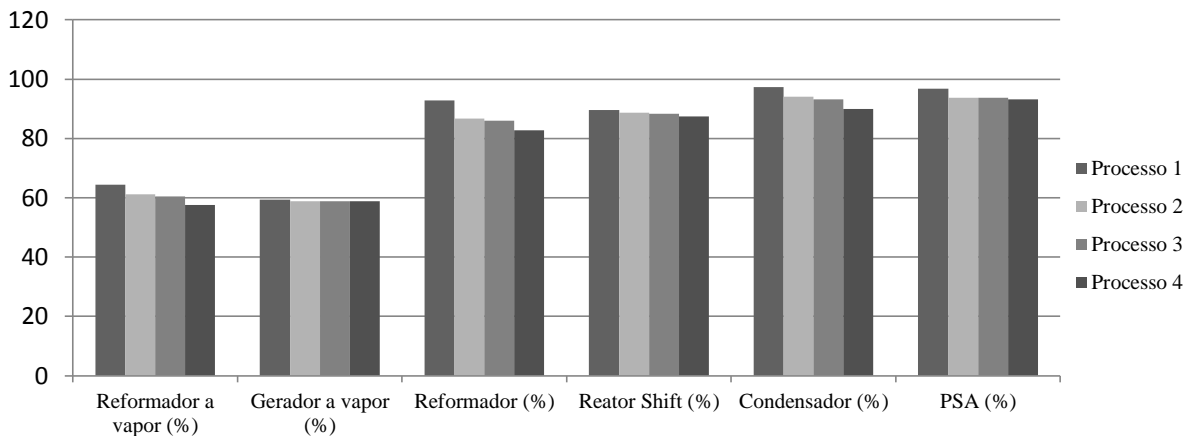


Figura 11 - Eficiência exergética da planta em comparação com a concentração de metano do biogás.

Embora não haja uma variação muito grande na eficiência exergética devido à variação na concentração de biogás, essa alteração na composição do biogás tem um grande efeito na produção de H_2 (Figura 13). A produção de metano está diretamente ligada à quantidade de mols de metano contida no fluxo Fluxo reformador 1, uma vez que é a reação química entre CH_4 e H_2O , que ocorre no reformador, é a maior responsável pela quantidade de H_2 produzida na planta.

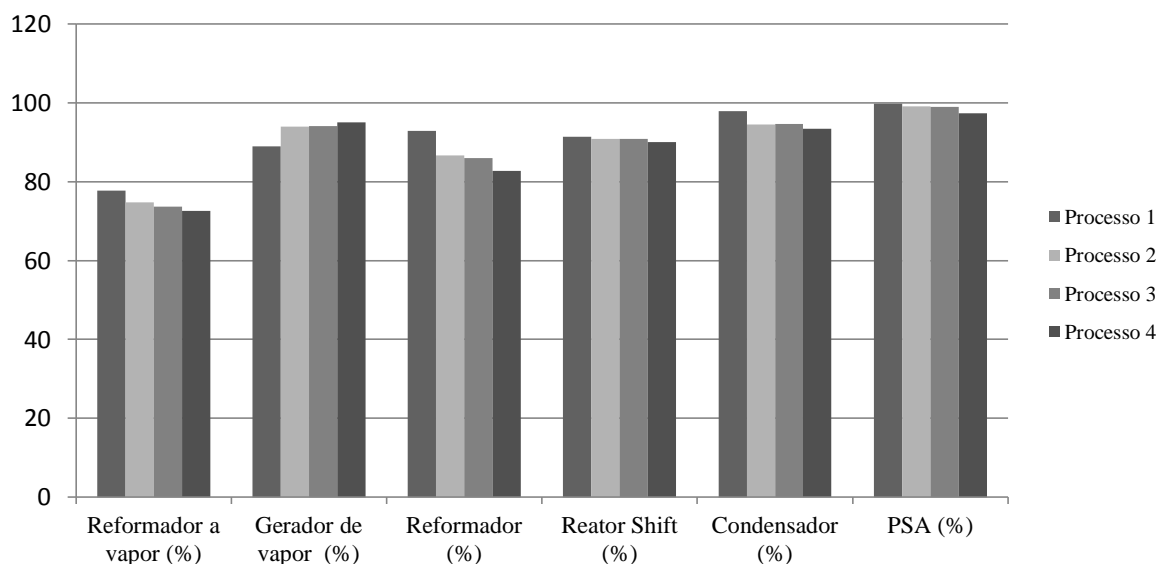


Figura 12 - Eficiência racional da planta em comparação com a concentração de metano do biogás.

Por fim, ainda que o biogás apresente um baixo percentual de metano, o hidrogênio produzido por esse biogás ainda apresenta maior potencial para produção de energia do que o biogás in natura sendo utilizado diretamente para produção de energia. Analisando o biogás com menor concentração de metano, proposto por Suzuki (2012), o H_2 produzido, 20,26 kg/h, poderia fornecer energia para uma pequena cidade composta por 1185 casas.

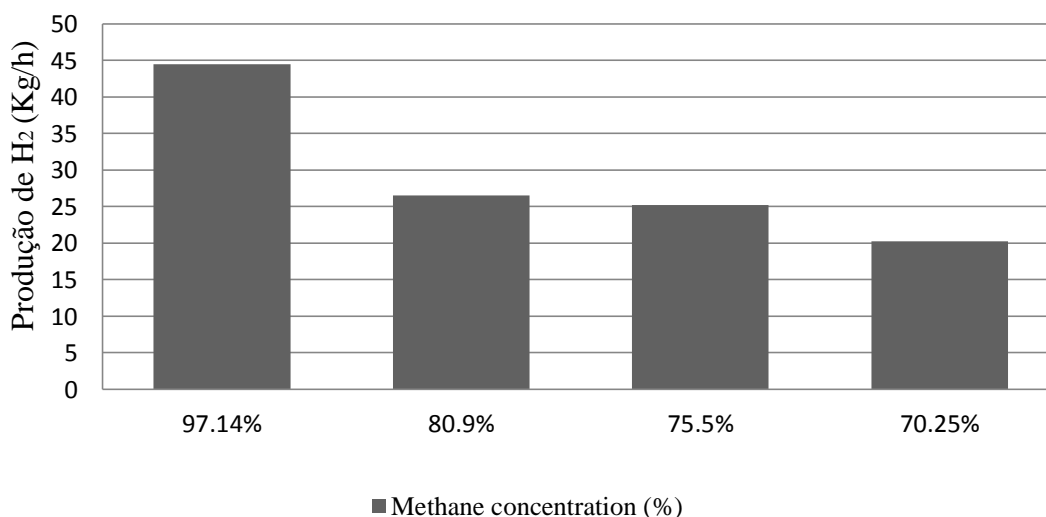


Figura 13 - A produção de H_2 da planta em comparação com a concentração de metano de biogás.

Mesmo se baseando no pior resultado, 72,61%, para a eficiência exergética global (resultados baseados no biogás com uma concentração de 70,25% de metano), esse é um valor consistente quando comparamos com a literatura. Lambert et al., (1997), Rosen (1991) e Boyano et al., (2011) testaram diferentes configurações de plantas que fazem a reforma do metano em hidrogenio. Com base nesses estudos, a eficiência exergetica variou entre 67% a 78,5%

Embora a eficiência exergética do processo em estudo seja alta, a literatura informa algumas maneiras de aumentar a eficiência da exergia no processo de reforma. Uma opção

para reduzir a ineficiência do processo é o enriquecimento de oxigênio no gerador de vapor, isso leva a uma redução da dissociação do nitrogênio do biogás e ao aumento da temperatura dos produtos, diminuindo a taxa de produção de entropia (Kotas, 1985).

Tsatsaronis e Cziesla (2004) relatam que a destruição de exergia associada à reação de reforma pode ser reduzida pelo pré-aquecimento dos hidrocarbonetos e do vapor. Também pode ser reduzido misturando os reagentes à mesma temperatura e pressão. Assim, um estudo direcionado ao fluxo de calor de entrada (HE-Q1) no misturador (misturador), dispositivos que precede o reformador, poderia melhorar a eficiência exergética da planta, uma vez que o reformador é um dos maiores responsáveis pela destruição da exergia no processo de reforma a vapor.

3.4. Análise Econômica

As decisões de investimentos dizem respeito aos comprometimentos de recursos necessários para a organização obter, em um momento futuro, algum tipo de retorno. Sejam em ativos circulantes ou permanentes, sejam em ativos financeiros ou em outras empresas, é fundamental decidir que projetos receberão recursos, em que quantidade e quais são os retornos esperados, tendo em vista os objetivos traçados pela empresa e os meios necessários para atingi-los.

As decisões de longo prazo, por sua vez, são relacionadas a operações cujas repercussões ocorrerão em horizontes temporais distantes. A construção de uma planta de produção e distribuição de H₂ é um exemplo de decisão com impacto no longo prazo. Para tanto, é preciso passar por um processo de orçamento de capital para que os seguintes questionamentos sejam respondidos:

- O projeto maximizará a riqueza dos investidores?
- O projeto se pagará?
- Quais são os riscos envolvidos?

Em resposta a estes questionamentos, para Junior et al (2005), há dois tipos de informações fundamentais à adoção das técnicas de orçamento de capital:

1. Estimativa dos fluxos de caixa livres do projeto;
2. Determinação de qual taxa de retorno deve ser considerada para descontar esses fluxos.

O fluxo de caixa descontado usa projeções de fluxo de caixa futuros e os desconta para chegar a um valor presente (Kyriakarakos et al., 2011). No fluxo de caixa descontado, descontamos os impostos e levamos em consideração investimentos, financiamentos, manutenção e os gastos operacionais do projeto. Por fim, é deduzido o valor contábil do investimento para chegar ao valor do patrimônio líquido, calculado após o lucro fiscal antes de itens extraordinários e juros (receita e despesa), que é então ajustado para amortização, depreciação, mudança no capital de giro e no capital líquido despesa.

O projeto em estudo é uma central de distribuição de H₂, onde o produto final é produzido, resfriado, comprimido e armazenado para venda. Antes da realização da estimativa dos fluxos de caixa livres do projeto, foi necessário assumir algumas premissas referentes à: análise de mercado, localização física, análise de suprimentos, análise de custos, análise de preços a serem praticados, e análise de financiamento. Para a análise de mercado do referido projeto, seguem as seguintes premissas:

- Produto a ser produzido: H₂ líquido;
- O projeto está assumido que toda produção de H₂ será vendida;
- O preço de venda do hidrogênio líquido foi baseado no trabalho de *Parks et al.* (2014).
- Os fluxos de caixa livres serão projetados com a planta de produção funcionando para 24h/dia, 16h/dia e 12h/dia durante os 365 dias do ano. Além disso, será projetado para 4

modelos de produção, de acordo com o qualidade do biogás de entrada no reformador, tais como descrito por: Wang *et al.*(2016); Barana e Cereda (2000); Lacerda (1991) e Suzuki (2012). A tabela 15 apresenta as produções para cada uma das situações, oriundas das simulações de processo do HYSYS.

Tabela 15 - Quantidade produzida para cada modelo e a quantidade de horas de funcionamento da planta.

Modelo de Produção Wang		
Horas de produção por dia durante um ano	Total de horas no ano	Total produzido no ano (Kg de H ₂)
24h	8760	384.394
16h	5840	256.205
12h	4380	192.153
Modelo de Produção Barana		
Horas de produção por dia durante um ano	Total de horas no ano	Total produzido no ano (Kg de H ₂)
24h	8760	229.133
16h	5840	152.755
12h	4380	114.566
Modelo de Produção Lacerda		
Horas de produção por dia durante um ano	Total de horas no ano	Total produzido no ano (Kg de H ₂)
24h	8760	217.642
16h	5840	145.094
12h	4380	108.820
Modelo de Produção Suzuki		
Horas de produção por dia durante um ano	Total de horas no ano	Total produzido no ano (Kg de H ₂)
24h	8760	174.960
16h	5840	116.698
12h	4380	87.523

Para a localização física, as premissas adotadas foram:

- Distância do mercado consumidor: distância máxima de 365 Km (Hecht e Pratt, 2017).
- Distância dos fornecedores de matérias-primas: o projeto está localizado dentro da planta do fornecedor, ou seja, dentro do local onde é processada a mandioca. Desta forma, não há despesas consideráveis com relação ao transporte da matéria-prima.

Na análise de suprimentos, foram adotadas as seguintes premissas:

- Matéria-prima: manípueira;
- Disponibilidade de mão-de-obra: 100% disponível;
- Transporte/Logística: como a planta de produção e distribuição de H₂ está dentro da planta do fornecedor, não há dificuldades com o transporte e a logística.

Com relação a análise dos custos dos equipamentos, as premissas adotadas foram:

- Reformador: a partir do trabalho realizado por Silva (2010), considerou-se o mesmo valor de investimento praticado por ele em seu trabalho para um reformador com uma capacidade aproximada de produção de 48 kg/h, US\$3.142.897,00;
- Dispensador de H₂: devido ao volume de saída do reformador, foi necessário estimar 3 (três) unidades de dispensador de H₂. Segundo Parks *et al.* (2014), um dispensador tem o valor de US\$53.666,66. Desta forma, o investimento total com 3 dispensadores é de US\$161.000,00;
- Sistema de arrefecimento: partindo também dos dados utilizados por Parks *et al.* (2014), adotou-se o valor de US\$246.000,00 para o sistema de refrigeração;
- Compressor: o valor do sistema compressor também foi baseado nos dados apresentados por Parks *et al.* (2014). Para tanto, foi adotado o valor de US\$515.000,00;
- Receptáculo para armazenamento: por último, o valor deste item foi estimado no valor de US\$284.000,00, conforme descrito por Parks *et al.* (2014).

3.4.1. Custo de produção do hidrogênio

O custo do hidrogênio foi baseada na metodologia descrita por Silveira e Gomes (1999), partindo da premissa da compra à vista do reformador a vapor. Esse custo de produção pode ser dividido em: investimento de equipamentos, custos operacionais e custos de manutenção. A Equação 19 determina o preço do hidrogênio produzido:

$$C_{H_2} = \frac{f \cdot Inv_{REF}}{H \cdot E_{H_2}} + C_{MAN} + C_{OP} \quad (19)$$

Onde:

C_{H_2} : Custo de produção do hidrogênio (US\$/kWh);

f : Fator de anuidade (1/ano);

Inv_{REF} : Investimento do maquinário de produção do hidrogênio (US\$);

H : Período equivalente de operação da planta (h/ano);

C_{MAN} : Custo de manutenção (US\$/kWh);

C_{OP} : Custo de operação (US\$/kWh).

A energia disponível contida no hidrogênio gerado a partir do reformador é calculada de acordo com a Equação 20:

$$E_{H_2} = m_{H_2} * PCI_{H_2} \quad (20)$$

Onde:

E_{H_2} : Energia disponível na geração de hidrogênio (kWh);

m_{H_2} : Vazão mássica do hidrogênio (kg/h);

PCI_{H_2} : Poder calorífico inferior do hidrogênio (kJ/kg).

3.4.2. Custos operacionais e de manutenção

O custo operacional, Equação 21, depende de três fatores: a fonte de calor utilizada no processo de reforma (biogás), o combustível (biogás) e o hidrogênio gerado. As despesas com o pessoal, energia e administração utilizados diretamente no processo operacional estão embutidos dentro do custo operacional.

$$C_{OP-ref} = \left(\frac{C_{COMBUSTIVEL} \times E_{COMBUSTIVEL}}{E_{H_2}} + \frac{C_{BIOGAS} \times E_{BIOGAS}}{E_{H_2}} \right) \times H_{Trab} \quad (21)$$

$$E_{BIOGAS} = m_{BIOGAS} * PCI_{BIOGAS} \quad (22)$$

$$E_{COMBUSTIVEL} = m_{COMBUSTIVEL} * PCI_{COMBUSTIVEL} \quad (23)$$

Onde:

$C_{COMBUSTIVEL}$: Custo do combustível (US\$/kWh);

C_{BIOGAS} : Custo do biogás (US\$/kWh);

m_{BIOGAS} : Vazão mássica do biogás (kg/h);

$m_{COMBUSTIVEL}$: Vazão mássica do combustível (kg/h);

E_{BIOGAS} : Energia disponível no biogás (kWh);

$E_{COMBUSTIVEL}$: Energia disponível no combustível (kWh);

H_{Trab} : Quantidade de horas trabalhadas no ano (365 dias);

PCI_{BIOGAS} : Poder calorífico inferior do biogás (kJ/kg).

A amortização dos equipamentos foi planejada para ocorrer em 10 anos (n), mesmo período de tempo estipulado para a depreciação da instalação. Este período refere-se ao período contábil informado na INSTRUÇÃO NORMATIVA DA RECEITA FEDERAL DO BRASIL Nº 1700, DE 14 DE MARÇO DE 2017². Foi adotado o sistema de prestações constantes (Sistema Price), representado pela Equação 2. Este é um método usado em amortização de empréstimo/investimentos cuja principal característica é apresentar prestações (ou parcelas) iguais. A taxa de juros (i) utilizada para amortizar o investimento foi de 20% a.a. (PREGA, 2008).

$$PMT = \frac{PV \times (1+i)^n \times i}{(1+i)^n - 1} \quad (24)$$

Onde:

PMT: valor das prestações;

PV: valor do investimento;

n: período em que o investimento será amortizado (anos);

i: taxa de juros do financiamento.

Custo de manutenção do reformador foi utilizado como base o estudo realizado por Kothari *et al.* (2008), onde considerou-se que este custo é estimado em 3% da parcela que amortiza o investimento considerando que o sistema produtivo opera 24 horas por dia e 365 dias no ano. Para se estimar o custo de manutenção do reformador para os sistemas produtivos de 12 e 16 horas de produção por dia e 364 dias no ano, utilizou-se da proporcionalidade direta. Desta forma, o custo de manutenção do reformador para 12 e 16 horas são respectivamente 1,5% e 2% da parcela que amortiza o investimento (Equações 25, 26 e 27).

$$C_{MAN-ref} = 0.015 \times PMT \quad - 12 \text{ horas} \quad (25)$$

$$C_{MAN-ref} = 0.02 \times PMT \quad - 16 \text{ horas} \quad (26)$$

$$C_{MAN-ref} = 0.03 \times PMT \quad - 24 \text{ horas} \quad (27)$$

Onde:

$C_{MAN-ref}$ = custo de manutenção do reformador

² O documento pode ser encontrado em : <http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/anexoOutros.action?idArquivoBinario=36085>

Custos de manutenção do sistema de compressão, armazenamento, distribuição e resfriamento para o cálculo desses custos, utilizou-se como base o trabalho realizado por Parks *et al.* (2014), Tabela 16.

Tabela 16 - Custos do sistema de compressão, armazenamento, distribuição e resfriamento do H₂.

Custos do sistema de distribuição	US\$/Kg
Custo de compressão (C _{compress})	1,48
Custo de armazenamento (C _{storage})	0,66
Custo de distribuição (C _{dispenser})	0,19
Custo de resfriamento (C _{cooling})	0,22
Custo de operação e manutenção (C _{oper-manut})	0,15

Dessa forma, os custos do sistema de distribuição podem ser calculados a partir da receita de H₂ produzido e Tabela 16 (Equações 28, 29, 30, 31 e 32).

$$C_{compress} = 1,48 \times H2_{factory} \quad (28)$$

$$C_{storage} = 0,66 \times H2_{factory} \quad (29)$$

$$C_{dispenser} = 0,19 \times H2_{factory} \quad (30)$$

$$C_{cooling} = 0,22 \times H2_{factory} \quad (31)$$

$$C_{oper-manut} = 0,15 \times H2_{factory} \quad (32)$$

Onde: $H2_{factory}$ = Total de hidrogênio produzido

Em relação à carga tributária, adotou-se o valor de 34% de imposto de renda (IR) incidindo sobre o lucro bruto. Este é o valor máximo que pode ser cobrado de IR para qualquer empresa no Brasil (Receita Federal). Aplicou-se também sobre a receita bruta o valor de 18% referentes a soma dos seguintes tributos (Zanatta e Neto, 2015):

- Programa de Integração Social – PIS;
- Contribuição para Financiamento da Seguridade Social – COFINS;
- Contribuição Social Sobre o Lucro Líquido – CSLL;
- Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços – ICMS.

Outro aspecto considerado no trabalho é a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) do projeto. A TMA é uma taxa de juros que representa o mínimo que um investidor se propõe a ganhar quando faz um investimento. Para Junior *et al.* (2005), em sua determinação, leve-se em conta 3 componentes básicos:

- Custo de oportunidade: remuneração obtida em alternativas que não as analisadas, ou seja, é o valor de outras oportunidades não escolhidas;
- Risco do negócio: o ganho tem que remunerar o risco inerente de uma nova ação. Quanto maior o risco, maior a remuneração esperada;
- Liquidez: capacidade ou velocidade em que se pode sair de uma posição no mercado para assumir outra.

Para este projeto, foi adotado uma TMA de 16,75% a.a. A sua determinação seguiu a seguinte configuração:

- Risco do negócio: 5% a.a.;
- Liquidez: 5% a.a.;

- Custo de oportunidade: 6,75% a.a. – Taxa Selic (Sistema Especial de Liquidação e Custódia) em 1º de março de 2018 (Banco Central do Brasil).
- Atualização dos valores: os dados apresentados estão todos a preços corrente, ou seja, os valores futuros não foram atualizados por uma taxa de inflação.

3.4.3 Parâmetros adotados na avaliação do projeto

Existem vários parâmetros utilizados na avaliação de projetos de investimento de capital. Neste trabalho, foram utilizados os seguintes:

- Payback;
- Payback descontado;
- Valor presente líquido – VPL;
- Índice de Rentabilidade – IR;
- Taxa interna de retorno – TIR;
- Taxa interna de retorno modificada – TIRM.

O payback é o período de tempo necessário para que as entradas líquidas de caixa recuperem o valor investido no projeto. Segundo Junior et al. (2005), o payback é um dos métodos mais utilizados nas decisões de investimento de longo prazo, principalmente como uma medida de risco. Um investimento é aceitável quando o retorno do capital investido se dá num tempo igual ou menor que o padrão da empresa. Ao se estabelecer período máximo para o retorno do projeto, as empresas procuram reduzir o risco e valorizar a liquidez. É um método para utilizado para rejeitar alternativas com um longo período de tempo. É um dos mais simples e mais utilizados pelas empresas, embora seja considerado deficiente por não considerar o valor do dinheiro no tempo (Junior et al., 2005).

O payback descontado é o período de tempo necessário para recuperar o investimento inicial, considerando os fluxos de caixa descontados. Para Junior et al. (2005), o payback descontado foi desenvolvido para corrigir uma das principais falhas do payback, que é não considerar o valor do dinheiro no tempo. No entanto, ambos (payback e payback descontado) não consideram o que ocorre com os fluxos de caixa após o payback.

O valor presente líquido (VPL) é o valor presente do fluxo de caixa livre do projeto, descontado ao custo de capital da empresa. Uma das técnicas mais utilizadas para avaliar investimentos é o VPL. Segundo Parissis et al. (2011), o método enfatiza a importância do conceito do valor do dinheiro no tempo e é considerado mais completo do que outras técnicas, como a período de retorno e a taxa de retorno contábil. Quanto maior o VPL, melhor será o projeto. A forma de se calcular o VPL é dada pela Equação 33.

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} - FC_0 \quad (33)$$

Onde:

- FC é o fluxo de caixa no período t;
- t é o enésimo período no tempo em que o dinheiro será investido no projeto (começa no período 1, quando há efetivamente o primeiro fluxo de dinheiro);
- n é o número de períodos t;
- i é a TMA.

Do valor obtido no cálculo do VPL, deve-se abater o valor do CAPEX³ e do capital de giro inicial investidos antes do início da operação. Desta forma, tem-se a seguinte regra:

³ CAPEX é a sigla da expressão inglesa “CAPitalEXpenditure” (em português, despesas de capital ou investimento em bens de capital) que indica a quantidade de dinheiro gasto na compra de bens de capital de uma determinada empresa

- $VPL - CAPEX - CGI$ (Investimento inicial) > 0 , aceita-se o projeto;
- $VPL - CAPEX - CGI$ (Investimento inicial) $= 0$, aceita-se o projeto;
- $VPL - CAPEX - CGI$ (Investimento inicial) < 0 , rejeita-se o projeto.

O índice de rentabilidade (IR), Equação 34, é o índice que mede o número de vezes que a soma das entradas de caixa descontadas cobre o investimento realizado no projeto.

$$IR = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t}}{FC_0} \quad (34)$$

Para Junior *et al.* (2005), quanto maior a rentabilidade, melhor será o projeto. Um projeto de investimento deve ser aceito se o IR for maior ou igual a 1 e rejeitado se ele for menor que 1.

A taxa interna de retorno (TIR), Equação 35, é a taxa que iguala as entradas de caixa ao valor a ser investido no projeto. Em outras palavras, a TIR de um investimento é a maior taxa de desconto possível para tornar o VPL igual a zero.

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+TIR)^t} \quad (35)$$

Como regra de avaliação de um projeto de investimento pela TIR, um projeto é aceitável se sua TIR for igual ou superior ao custo de capital da empresa (TMA). Caso contrário, deve ser rejeitado.

A taxa interna de retorno modificada (TIRM) é a taxa de desconto à qual o valor presente do custo de um projeto é igual ao valor presente de seu valor final, onde o valor final é encontrado como a soma dos valores futuros das entradas de caixa capitalizadas ao custo de capital da empresa. Um projeto de investimento é aceitável se sua TIRM for igual ou superior ao custo de capital da empresa (TMA).

3.4.4 Resultados e discussão da análise econômica

Por fim, depois de realizadas as análises supracitadas, é possível prever a viabilidade do projeto em estudo. Para estimar a viabilidade econômica, foram projetados fluxos de caixa livre (FCL) englobando os seguintes cenários:

- Investimento em capital de giro inicial (sem capital de giro, 6 meses e 1 ano);
- Investimento em máquinas, equipamentos e instalações (CAPEX) no ano 0 ou amortizados.

Analisando horizontalmente e verticalmente a Tabela 17, pode-se afirmar que o modelo de produção Wang *et al.* (2016) se destaca dos demais. Para as operações com 16 e 24 horas, independente do investimento inicial em capital de giro e se o CAPEX será investido no ano 0 ou amortizado durante o período da análise, todas as operações simuladas se apresentaram como viáveis economicamente. Os modelos onde o CAPEX é amortizado durante o período da análise se mostram ligeiramente melhor que os modelos onde o CAPEX é realizado no ano 0, ou seja, antes de iniciar a operação.

Os modelos de produção Barana e Cereda (2000) e Lacerda (1991) apresentaram viabilidade econômica para as mesmas simulações:

- CAPEX investido no ano 0 para 24 horas de produção considerando o capital de giro para 6 meses e sem capital de giro;
- CAPEX amortizado durante o período analisado para 24 horas de produção considerando o capital de giro para 6 meses e sem capital de giro.

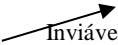
No modelo de produção Suzuki (2012) somente apresentou viabilidade econômica para CAPEX amortizado durante o período analisado para 24 horas de produção sem capital de giro. Dessa maneira, o biogás produzido por Suzuki (2012) não é recomendado para produção de H₂ via reforma a vapor.

A tabela 17 mostra todas as simulações realizadas e classifica (por ranqueamento) em relação a viabilidade econômica, baseada no VPL. Dentre todos os modelos simulados, os cenários de Wang et al. (2016) apresentaram os melhores resultados. Ainda que o cenário de produção com o biogás relato por Wang et al. (2016), baseado em um funcionamento de 24h/dia, com CAPEX amortizado e sem capital de giro seja o melhor sistema de produção estudado, isso não retrata a realidade, tendo em vista que empreendimentos sem capital de giro são considerados arriscados, por isso é preciso, pelo menos, utilizar o capital de giro para 6 meses para se obter uma margem de segurança.

Tabela 17 - Viabilidade econômica baseada no VPL em relação aos cenários simulados.

	Wang						Barana					
	CAPEX no ano 0			Amortizado			CAPEX no ano 0			Amortizado		
	24 horas	16 horas	12 horas	24 horas	16 horas	12 horas	24 horas	16 horas	12 horas	24 horas	16 horas	12 horas
CG inicial para 1 ano	6°	18°	X	5°	17°	X	X	X	X	X	X	X
CG inicial para 6 meses	4°	10°	X	3°	9°	19°	16°	X	X	15°	X	X
Sem Capital de Giro	2°	8°	21°	1°	7°	20°	14°	X	X	13°	X	X
	Lacerda						Suzuki					
	CAPEX no ano 0			Amortizado			CAPEX no ano 0			Amortizado		
	24 horas	16 horas	12 horas	24 horas	16 horas	12 horas	24 horas	16 horas	12 horas	24 horas	16 horas	12 horas
CG inicial para 1 ano	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CG inicial para 6 meses	23°	X	X	22°	X	X	X	X	X	X	X	X
Sem Capital de Giro	12°	X	X	11°	X	X	X	X	X	24°	X	X

Legenda:

X  Inviável economicamente

As Tabelas 18 e 19 apresentam todos os indicadores por modelo. Pode-se afirmar que, tomando os devidos cuidados e escolhendo o modelo de produção correto, é possível produzir hidrogênio a partir da manipueira e, ao mesmo tempo, ser viável economicamente. Em alguns modelos, o capital investido retorna em menos de 3 anos e em um período de análise de 10 anos, alguns modelos de produção, inclusive, se pagam mais de 2 vezes (IR > 2).

De uma forma geral, podemos concluir que o biogás com um percentual de CH₄ menor do que 75,5% (Lacerda, 1991), não é economicamente viável para produção/armazenamento de H₂, via reforma a vapor.

Tabela 18 - Resultado dos fluxos de caixa livre.

	Wang						Barana						
	CAPEX no ano 0			Amortizado			CAPEX no ano 0			Amortizado			
	24 horas	16 horas	12 horas	24 horas	16 horas	12 horas	24 horas	16 horas	12 horas	24 horas	16 horas	12 horas	
CG inicial para 1 ano	Payback (anos)	3,66	4,61	5,49	2,82	4,74	9,10	5,02	6,46	7,73	6,48	> 10 anos	> 10 anos
	Payback descontado (anos)	4,81	6,99	9,44	3,30	6,99	> 10 anos	8,22	>10 anos	>10 anos	9,50	> 10 anos	> 10 anos
	TIR (10 anos)	25,54%	18,80%	14,31%	36,53%	22,58%	9,56%	16,59%	10,56%	6,71%	16,60%	-4,33%	-22,35%
	TIR Modificada (10 anos)	20,46%	17,67%	15,60%	24,93%	19,81%	11,33%	16,67%	13,73%	11,66%	16,66%	-1,92%	-9,31%
	VPL (10 anos)	9.627.522	6.648.337	5.160.016	5.304.599	2.325.414	837.093	5.872.417	4.146.649	3.283.765	1.549.494	- 176.274	-1.039.158
	VPL - Investimento	2.584.401	503.811	- 535.596	2.610.375	529.785	- 509.622	- 38.072	-1.243.306	-1.845.924	- 12.098	-1.217.332	-1.819.949
IR (índice de rentabilidade)	1,60	1,26	1,06	2,30	1,51	0,73	1,16	0,90	0,75	1,16	ND	ND	
CG inicial para 6 meses	Payback (anos)	2,96	3,94	4,84	1,42	2,48	6,66	4,35	5,83	7,15	3,63	> 10 anos	> 10 anos
	Payback descontado (anos)	3,58	5,39	7,69	1,49	2,84	9,43	6,34	>10 anos	>10 anos	4,64	> 10 anos	> 10 anos
	TIR (10 anos)	32,21%	22,60%	16,72%	71,70%	43,02%	17,29%	19,65%	12,08%	7,51%	30,96%	-7,34%	ND
	TIR Modificada (10 anos)	22,67%	19,20%	16,74%	33,16%	27,31%	17,10%	18,00%	14,58%	12,26%	23,62%	-3,18%	-14,42%
	VPL (10 anos)	9.341.213	6.457.519	5.016.904	5.018.290	2.134.597	693.981	5.706.470	4.036.018	3.200.792	1.383.547	- 286.905	-1.122.131
	VPL - Investimento	3.645.204	1.210.808	- 5.351	3.671.178	1.236.782	20.623	576.777	- 833.408	-1.538.501	602.751	- 807.434	-1.512.526
IR (índice de rentabilidade)	1,91	1,44	1,17	4,35	2,78	1,20	1,30	0,97	0,79	2,07	ND	ND	
Sem Capital de Giro	Payback (anos)	2,26	3,26	4,19	ND	ND	ND	3,69	5,21	6,56	ND	> 10 anos	ND
	Payback descontado (anos)	2,55	4,08	5,95	ND	ND	ND	4,88	8,89	>10 anos	ND	> 10 anos	ND
	TIR (10 anos)	43,05%	28,07%	19,98%	Infinita	Infinita	Infinita	23,93%	14,04%	8,51%	Infinita	Infinita	Infinita
	TIR Modificada (10 anos)	25,63%	21,09%	18,09%	Infinita	Infinita	Infinita	19,61%	15,56%	12,93%	Infinita	Infinita	Infinita
	VPL (10 anos)	9.054.904	6.266.702	4.873.791	4.731.981	1.943.779	550.869	5.540.523	3.925.387	3.117.819	1.217.601	- 397.535	-1.205.103
	VPL - Investimento	4.706.007	1.917.805	524.894	4.731.981	1.943.779	550.869	1.191.626	- 423.510	-1.231.078	1.217.601	- 397.535	-1.205.103
IR (índice de rentabilidade)	2,43	1,68	1,31	ND	ND	ND	1,49	1,05	0,84	ND	ND	ND	

Tabela 19 - Resultado do fluxos de caixa livre.

Lacerda			Suzuki		
CAPEX no ano 0	Amortizado		CAPEX no ano 0	Amortizado	

		24 horas	16 horas	12 horas	24 horas	16 horas	12 horas	24 horas	16 horas	12 horas	24 horas	16 horas	12 horas
CG inicial para 1 ano	Payback (anos)	5,18	6,68	8,00	7,46	>10 anos	> 10 anos	5,99	7,72	9,22	9,76	> 10 anos	> 10 anos
	Payback descontado (anos)	8,80	> 10 anos	>10 anos	9,97	>10 anos	> 10 anos	>10 anos	>10 anos	>10 anos	> 10 anos	> 10 anos	> 10 anos
	TIR (10 anos)	15,75%	9,81%	6,02%	14,11%	-7,50%	-26,09%	12,27%	5,66%	3,25%	2,38%	-26,48%	ND
	TIR Modificada (10 anos)	16,28%	13,34%	11,27%	15,05%	-3,65%	-10,56%	14,60%	11,08%	9,67%	3,28%	-10,50%	-16,06%
	VPL (10 anos)	5.600.127	3.965.112	3.147.605	1.277.204	- 357.810	-1.175.318	4.585.183	3.119.878	2.641.450	262.260	-1.203.045	-1.681.473
	VPL - Investimento	- 228.233	-1.370.087	-1.941.014	- 202.259	-1.344.113	-1.915.040	- 937.045	-2.011.763	-2.294.501	- 911.071	-1.985.789	-2.268.527
IR (índice de rentabilidade)	1,12	0,87	0,72	1,01	- 0,42	- 1,85	0,97	0,71	0,62	0,26	- 1,79	- 3,34	
CG inicial para 6 meses	Payback (anos)	4,53	6,06	7,42	4,42	>10 anos	> 10 anos	5,35	7,13	8,67	9,57	> 10 anos	> 10 anos
	Payback descontado (anos)	6,78	> 10 anos	>10 anos	6,06	>10 anos	> 10 anos	9,27	>10 anos	>10 anos	> 10 anos	> 10 anos	> 10 anos
	TIR (10 anos)	18,56%	11,17%	6,72%	26,05%	-12,58%	ND	14,17%	6,36%	3,57%	4,15%	ND	ND
	TIR Modificada (10 anos)	17,54%	14,13%	11,83%	21,69%	-5,96%	ND	15,57%	11,66%	10,09%	5,46%	-16,40%	-26,63%
	VPL (10 anos)	5.442.908	3.860.300	3.068.997	1.119.985	- 462.622	-1.253.926	4.460.496	3.036.698	2.579.065	137.573	-1.286.225	-1.743.858
	VPL - Investimento	354.279	- 981.748	-1.649.762	380.254	- 955.774	-1.623.787	- 475.067	-1.703.571	-2.063.359	- 449.093	-1.677.597	-2.037.385
IR (índice de rentabilidade)	1,25	0,93	0,76	1,77	- 1,10	- 3,96	1,06	0,75	0,65	0,27	- 3,84	- 6,94	
Sem Capital de Giro	Payback (anos)	3,87	5,44	6,84	ND	ND	ND	4,72	6,54	8,12	ND	ND	ND
	Payback descontado (anos)	5,24	9,82	>10 anos	ND	ND	ND	7,30	>10 anos	>10 anos	ND	ND	ND
	TIR (10 anos)	22,44%	12,92%	7,59%	Infinita	Infinita	Infinita	16,67%	7,24%	3,97%	Infinita	Infinita	Infinita
	TIR Modificada (10 anos)	19,05%	15,05%	12,46%	Infinita	Infinita	Infinita	16,71%	12,32%	10,54%	Infinita	Infinita	Infinita
	VPL (10 anos)	5.285.689	3.755.488	2.990.388	962.766	- 567.435	-1.332.535	4.335.808	2.953.517	2.516.680	12.886	-1.369.405	-1.806.243
	VPL - Investimento	936.792	- 593.409	-1.358.509	962.766	- 567.435	-1.332.535	- 13.089	-1.395.380	-1.832.217	12.886	-1.369.405	-1.806.243
IR (índice de rentabilidade)	1,42	1,01	0,80	ND	ND	ND	1,16	0,79	0,68	ND	ND	ND	

4 CONCLUSÕES

Nesta tese foi apresentada uma análise ecológica, exergética e econômica com o intuito de atestar a viabilidade econômica e ecológica da produção de H₂ a partir da manipueira por meio do processo de reforma a vapor. Essa tecnologia agrega valores a cadeia produtiva de farinha de mandioca, permitindo um melhor proveito dos efluentes do processamento mandioca em farinha seca. Essas análises foram baseadas em 4 diferentes entradas de biogases, diferidos pela concentração de CH₄: 97,14% (Wang et al., 2016); 80,90% (Barana e Cereda, 2000); 75,50% (Lacerda, 1991); 70,25% (Suzuki et al., 2012).

Primeiramente, o impacto ambiental da produção de H₂ a partir da reforma a vapor foi avaliado utilizando o modelo matemático definido por Cardu e Baica (1999) para a determinação da eficiência ecológica. A eficiência ecológica média obtida foi de 94,12%. Dessa forma, o processo de produção de hidrogênio a partir da reforma do biogás proveniente da manipueira mostrou baixa emissão de (CO₂)_e em relação a receita produzida de H₂. O processo também se mostrou mais eficiente no ponto de vista ecológico do que o H₂ obtido pelo mesmo processo, mas com combustíveis diferentes, tais como: gás natural ($\epsilon = 71,78\%$) e vapor de etanol ($\epsilon = 73\%$).

Para o desenvolvimento da análise exergética, foram calculadas as exergias associadas ao fluxo de matéria, transferência de calor e ao trabalho, assim como as irreversibilidades e rendimento exergético de cada componente da planta. Nessa análise os equipamentos que apresentaram maior irreversibilidade foram o reformador e o reator shift, correspondendo uma ineficiência máxima, em relação a planta, de respectivamente 49,6% e 40%, sofrendo variações de acordo com cada uma das 4 simulações de processo, como descrito na Tabela 14.

Em relação às eficiências dos processos, o equipamento mais eficiente, foi em todas as simulações, o PSA, mostrando eficiências exergéticas e racionais, respectivamente, superiores a 93% e 97%. Ainda que não ocorram grandes diferenças nas eficiências globais de cada um dos processos simulados, a produção de H₂ sofre grande influência da concentração de CH₄ do biogás, de forma que o biogás com 97,14% de CH₄ é capaz de produzir 44,5 kg/h de H₂, enquanto o biogás de 70,25% produz apenas 20,2 % de H₂.

Finalmente, na análise econômica, foi averiguado que o percentual de concentração de CH₄ no biogás viabiliza, ou não, projeto em estudo. Para que a planta seja economicamente viável, é preciso que o biogás tenha concentração aproximada de 75,5%, abaixo desse valor, no geral, o VPL é negativo. Por fim, baseado no ranqueamento, a partir do

VPL, dos cenários simulados, podemos concluir que o tomador de decisão deve optar por projeto de estação de produção de H₂, via reforma a vapor, com um biogás com alta concentração de CH₄, operado de forma contínua e com a comprar financiada do planta de produção.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUSOGLU, A., DEMIR, S., KANOGLU, M. Thermo-economic assessment of a sustainable municipal wastewater treatment system. *Renew. Energy* 48, 424e435. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2012.06.005>, 2012.
- ANYANWU, C.N., IBETO, C.N., EZEHOA, S.L., OGBUAGU, N.J. Sustainability of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) as industrial feedstock, energy and food crop in Nigeria. *Renew. Energy* 81, 745e752. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2015.03.075>, 2015.
- ARMOR, J.N. The Multiple Roles for Catalysis in the Production of HB 2B. *Applied Catalysis A: General*. n. 21, p. 159-176, 1999.
- AUTHAYANUN, S., ARPORNWICHANOP, A., PATCHARAVORACHOT, Y., WIYARATN, W., ASSABUMRUNGRAT, S. Hydrogen production from glycerol vapor reforming for low and high-temperature PEMFCs. *Int. J. Hydrogen Energy* 36, 267–275, 2011.
- BARANA, A. C. Despoluição da manipueira e uso em fertilização do solo. I Simpósio Nacional sobre a Manipueira. Vitória da Conquista-Bahia, 2008.
- BARANA, A. C., & CEREDA, M. P. Cassava wastewater (manipueira) treatment using a two-phase anaerobic biodigester. *Food Science and Technology (Campinas)*, 20(2), 183-186, 2000.
- BARGIGLI, S., RAUGEI, M., & ULGIATI, S. Comparison of thermodynamic and environmental indexes of natural gas, syngas and hydrogen production processes. *Energy*, 29(12), 2145-2159, 2004.
- BERECHE, R. P., PALOMINO, R. G., & NEBRA, S. A. Calculo da exergia da solução brometo de lítio–água. 11th Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering, 2006.
- BERKMAN, H., BRADBURY, M. E., & FERGUSON, J. The accuracy of Price-Earnings and discounted cash flow methods of IPO equity valuation. *Journal of International Financial Management & Accounting*, 11(2), 71-83, 2000.
- BIANCHI, V.L., CEREDA, M.P. Mass balance of a medium-sized cassava flour plant in Sao Paulo State. *Rev. Energy Agric.* 14, 113, 1999 (In Portuguese).
- BLANCO-MARIGORTA AM, SUAREZ-MEDINA J, VERA-CASTELLANO A. Exergetic analysis of a biodiesel production process from *Jatropha curcas*. *Appl Energy*; 101:218e25. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.05.037>, 2013.
- BOLOY, R. A. M. Ecological and Thermo-economic Analysis of the Incorporation of Hydrogen Production Process in a Biodiesel Plant. 129 p. Thesis (Doctorate in Mechanical Engineering) Faculdade de Engenharia do Campus Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014.
- BOLOY, R. A. M., FERRÁN, S. J. R., E PENALVA, D. D. C. L., CORRÊA, C., ANGULO, J. A. P., & DE CASTRO PEREIRA FILHO, R. Exergetic evaluation of incorporation of

hydrogen production in a biodiesel plant. *International Journal of Hydrogen Energy*, 40(29), 8797-8805, 2015.

BOYANO, A., BLANCO-MARIGORTA, A. M., MOROSUK, T., & TSATSARONIS, G. Exergoenvironmental analysis of a vapor methane reforming process for hydrogen production. *Energy*, 36(4), 2202-2214, 2011.

BRAGA, L.B., SILVEIRA, J.L., DA SILVA, M.E., TUNA, C.E., MACHIN, E.B., PEDROSO, D.T. Hydrogen production by biogas vapor reforming: A technical, economic and ecological analysis. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 28, 166–173. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.07.060>, 2013.

BRAGA, L. B., SILVEIRA, J. L., DA SILVA, M. E., MACHIN, E. B., PEDROSO, D. T., & TUNA, C. E. Comparative analysis between a PEM fuel cell and an internal combustion engine driving an electricity generator: Technical, economical and ecological aspects. *Applied Thermal Engineering*, 63(1), 354-361, 2014.

BRIZI, F., SILVEIRA, J. L., DESIDERI, U., DOS REIS, J. A., TUNA, C. E., & DE QUEIROZ LAMAS, W. Energetic and economic analysis of a Brazilian compact cogeneration system: Comparison between natural gas and biogas. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38, 193-211, 2014.

BRUNET, R., CORTÉS, D., GUILLÉN-GOSÁLBEZ, G., JIMÉNEZ, L., & BOER, D. Minimization of the LCA impact of thermodynamic cycles using a combined simulation-optimization approach. *Applied Thermal Engineering*, 48, 367-377, 2013.

CARDU, M., BAICA, M. Regarding a global methodology to estimate the energy-ecologic efficiency of thermopower plants. *Energy Convers. Manag.* 40, 71–87, 1999.

CARDU M, BAICA M. On the relation between atmospheric pollution due to thermopower plants and the characteristics of their fuels. *Energy Conversion and Management*;44(9):1419–31, 2003.

CARDU M, BAICA M. Regarding the energy ecologic efficiency of desulphurization and denox systems and installations in thermopower plants. *Energy Conversion and Management*; 41(11):1155–64, 2000.

CHALEOMRUM, N., CHOOKIETWATTANA, K., DARARAT, S. Production of PHA from cassava starch wastewater in sequencing batch reactor treatment system. *APCBEE Procedia* 8, 167e172.<http://dx.doi.org/10.1016/j.apcbee.2014.03.021>, 2014.

Chemstations, “ChemCAD, User Guide,” Chemstations Inc. Houston,TX-USA, 2000.

COELHO, S. T., VELÁZQUEZ, S. M. S. G., & SILVA, O. C. D. Geração de energia elétrica a partir do biogás proveniente do tratamento de esgoto. *Proceedings of the 6. Encontro de Energia no Meio Rural*, 2006.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2012. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em: 21 out. de 2017.

CONAMA, Resolução nº. 003 de 28 de junho de 1990, 4ªed., Brasília, 1992.

CORIGLIANO, O., FRAGIACOMO, P. Technical analysis of hydrogen-rich stream generation through CO₂ reforming of biogas by using numerical modeling. *Fuel* 158, 538–548. doi:10.1016/j.fuel.2015.05.063, 2015.

CORNELISSEN, R. L. Thermodynamics and sustainable development; the use of exergy analysis and the reduction of irreversibility. Universiteit Twente, 1997.

CORONADO C.R., TUNA C.E., ZANZI R., VANE L.F., SILVEIRA J.L., 2013. Development of a thermoeconomic methodology for the optimization of biodiesel production Part I: biodiesel plant and thermoeconomic functional diagram. *Renew Sustain Energy Reviews*; 23:138-46. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.02.015>.

DA SILVA, M. E., SOUSA, M. N., & SILVEIRA, J. L. Reforma a vapor de etanol: estudo de catalisadores mono e bimetálicos para produção de hidrogênio em um protótipo reformador. VI national congress of mechanical engineering, 2010.

DANTAS, D. N. Uso da biomassa de cana-de-açúcar para geração de energia elétrica: análise energética, exergética e ambiental de sistemas de cogeração em sucroalcooleiras do interior paulista. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 2010.

DEMARCHI, M. Análise da conjuntura agropecuária-safra 2010/11. SEAB (Secretaria da agricultura e do abastecimento-Estado do Paraná). Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/mandioca_2010_11.pdf> consultado em 05/03/2017, 2010.

DE SENA AQUINO, A.C.M., AZEVEDO, M.S., RIBEIRO, D.H.B., COSTA, A.C.O., AMANTE, E.R. Validation of HPLC and CE methods for determination of organic acids in sour cassava starch wastewater. *Food Chem.* 172, 725e730.<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.142>, 2015.

DOHRMAN, P. O que é um fator de anuidade? Obtido em 24 de Maio de 2016, de eHOW: http://www.ehow.com.br/fator-anuidade-sobre_62516, 2016.

DORNING, M.A., SMITH, J.W., SHOEMAKER, D.A., MEENTEMEYER, R.K. Changing decisions in a changing landscape: How might forest owners in an urbanizing region respond to emerging bioenergy markets? *Land use policy* 49, 1–10 doi:10.1016/j.landusepol.2015.06.020, 2015.

DOWAKI, K., OHTA, T., KASAHARA, Y., KAMEYAMA, M., SAKAWAKI, K., & MORI, S. An economic and energy analysis on bio-hydrogen fuel using a gasification process. *Renewable energy*, 32(1), 80-94, 2007.

ELLIOTT JR, J. R; DAUBERT, T. E. Evaluation of an equation of state method for calculating the critical properties of mixtures. *Industrial & engineering chemistry research*, 26(8), 1686-1691, 1987.

FEINDEN, A. Wastewater Treatment of Manioc Starch Industries through Anaerobic Biodigesters with Phase Separation on a Pilot Scale, 90 f. PhD Thesis -University of Agronomic Science. State University Paulista, Botucatu SP, 2001. (In portuguese).

FERNANDES JUNIOR, A., TAKAHASHI. Tratamento da manipueira por processos biológicos-aeróbio e anaeróbio. Industrialização da mandioca. Sao Paulo, Pauliceia, p. 174, 1994.

FIORETTO, R.A. Direct Use of Cassava Wastewater in Fertigation. Cereda, MP Ind. Cassava, Brazil. São Paulo Pauliceia, pp. 51-80, 1994 (In Portuguese).

Food and Agriculture Organization (FAO), Faostat. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>> consultado em 05/03/2017.

GHOSH, S.; OMBREGT, J. P.; PIPYN, P. Methane production from industrial wastes by two-phase anaerobic digestion. Water Research, v.19, n. 9, p. 1083-1088, 1985.

GODOY, A.M.G.; SANTOS, R.J.C. Gestão dos efluentes líquidos das indústrias de farinha de mandioca de Araruna - PR. Produto & Produção, Porto Alegre, v.7, n.3, p.37-49, 2004.

GUIMARÃES, C. E., TEIXEIRA, C. E., & DOS SANTOS, M. R. Avaliação do desempenho ambiental do aproveitamento do Biogás em indústrias processadoras de mandioca por meio de Indicadores GRI. XVI ENGEMA, São Paulo, 1-3, 2014.

GUTIÉRREZ ORTIZ, F. J.; OLLERO, P.; SERRERA, A.; SANZ, A. Thermodynamic study of the supercritical water reforming of glycerol. International Journal of Hydrogen Energy, v. 36, n. 15, p. 8994–9013, 2011.

HAN, W., FANG, J., LIU, Z., & TANG, J. Techno-economic evaluation of a combined bioprocess for fermentative hydrogen production from food waste. *Bioresource technology*, 202, 107-112, 2016.

HANSUPALAK, N., PIROMKRAIPAK, P., TAMTHIRAT, P., MANITSORASAK, A., SRIROTH, K., TRAN, T. Biogas reduces the carbon footprint of cassava starch: a comparative assessment with fuel oil. J. Clean. Prod. 134, 539e546, 2016.

HARUN, R., DANQUAH, M. K., & FORDE, G. M. Microalgal biomass as a fermentation feedstock for bioethanol production. Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 85(2), 199-203, 2010.

HE, P.J., MAO, B., SHEN, C.M., SHAO, L.M., LEE, D.J., CHANG, J.S. Cultivation of *Chlorella vulgaris* on wastewater containing high levels of ammonia for biodiesel production. *Bioresource Technol.* 129, 177e181. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2012.10.162>, 2013.

HECHT, E. S., & PRATT, J. Comparison of conventional vs. modular hydrogen refueling stations, and on-site production vs. delivery (No. SAND2017-2790R). Sandia National Laboratories (SNL-CA), Livermore, CA (United States), 2017.

HYSYS, A., 2013. Version 8.0. Aspen Technol. Inc.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de dados agregados. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Online. Acesso em 25 nov. 2016.

INOUE, K.R.A. Biogas Production, Characterization and Use of Agricultural Biofertilizer Obtained in the Digestion of Cassava Wastewater. Minas Gerais. Univ.Fed, Viçosa, 2008 (In Portuguese).

- INTANOO, P., RANGSANVIGIT, P., MALAKUL, P., CHAVADEJ, S. Optimization of separate hydrogen and methane production from cassava wastewater using two-stage upflow anaerobic sludge blanket reactor (UASB) system under thermophilic operation. *Bioresource Technol.* 173, 256e265. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2014.09.039>, 2014.
- ITALIANO, C., VITA, A., FABIANO, C., LAGANÀ, M., PINO, L. Bio-hydrogen production by oxidative vapor reforming of biogas over nanocrystalline Ni/CeO₂ catalysts. *Int.J. Hydrogen Energy* 40, 11823–11830. doi:10.1016/j.ijhydene.2015.04.146, 2015.
- JÚNIOR, L., ANTONIO, B., RIGO, C. M., & CHEROBIM, A. P. M. Administração financeira: princípios, fundamentos e práticas trabalhistas. Rio de Janeiro: Elsevier, 122-citation_lastpage, 2005.
- KALINCI, Y., HEPBASLI, A., & DINCER, I. Biomass-based hydrogen production: a review and analysis. *International journal of hydrogen energy*, 34(21), 8799-8817, 2009.
- KARLSSON, T., KONRAD, O., LUMI, M., SCHMEIER, N., MARDER, M., CASARIL, C. & PEDROSO, A. Manual básico de biogás. *Lajeado: Univates*, 2014.
- KHIEWWIJIT, R., TEMMINK, H., RIJNAARTS, H., KEESMAN, K.J. Environmental Modelling&Software Energy and nutrient recovery for municipal wastewater treatment: how to design a feasible plant layout. *Environ. Model. Softw.* 68, 156e165.<http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2015.02.011>, 2015.
- KOTAS TJ. Exergy concepts for thermal plant. *Int J Heat Fluid Flow*; 2:105e14.[http://dx.doi.org/10.1016/0142-727x\(80\)90028-4](http://dx.doi.org/10.1016/0142-727x(80)90028-4), 1980.
- KOTAS, T. J. “The Exergy Method of Thermal Plants Analysis”. Krieger publishing company, Florida, USA, 1985.
- KOTHARI, R., BUDDHI, D., & SAWHNEY, R. L. Comparison of environmental and economic aspects of various hydrogen production methods. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(2), 553-563, 2008.
- KOTHARI, R., PRASAD, R., KUMAR, V., SINGH, D.P. Production of biodiesel from microalgae *Chlamydomonas polypyrenoideum* grown on dairy industry wastewater. *Bioresour. Technol.* 144, 499–503. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2013.06.116>, 2013.
- KYRIAKARAKOS, G., DOUNIS, A. I., ROZAKIS, S., ARVANITIS, K. G., & PAPADAKIS, G. Polygeneration microgrids: a viable solution in remote areas for supplying power, potable water and hydrogen as transportation fuel. *Applied Energy*, 88(12), 4517-4526, 2011.
- LACERDA, T.H.M. Kinetic Study of the Methanogenic Phase of Cassava Wastewater Substrate. PhD ThesiseUniversity of Agronomic Science. State University Paulista, BotucatuSP, p. 114, 1991 (In portuguese).
- LAMAISON, F.C. Aplicação da água residuária do processamento da mandioca como substrato para a produção de hidrogênio por processo fermentativo [Application of

wastewater from cassava processing as a substrate for the production of hydrogen by fermentation process]. 2009.

LAMAS, W.Q., SILVEIRA, J.L., GIACAGLIA, G.E.O., REIS, L.O.M. Development of a methodology for cost determination of wastewater treatment based on functional diagram. *Appl. Therm. Eng.* 29, 2061e2071. <http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2008.10.018>, 2009.

LAMBERT, J., SORIN, M., PARIS, J. Analysis of oxygen enriched combustion for vapor methane reforming SMR. *Energy*, 1997.

LEVENE, J. I., MANN, M. K., MARGOLIS, R. M., & MILBRANDT, A. An analysis of hydrogen production from renewable electricity sources. *Solar Energy*, 81(6), 773-780, 2007.

LIMA, J.W.C. Environmental Analysis: Productive Process of Tapioca Flour in the Santa Catarina Industries, 2001 (In Portuguese).

LLORCA, J., HOMS, N., SALES, J., & DE LA PISCINA, P. R. Efficient production of hydrogen over supported cobalt catalysts from ethanol vapor reforming. *Journal of Catalysis*, 209(2), 306-317, 2002.

LORA, E. E. S., & NASCIMENTO, M. A. R. D. Geração termelétrica: planejamento, projeto e operação. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

LORA, E. E. S., & SALOMON, K. R. Estimate of ecological efficiency for thermal power plants in Brazil. *Energy Conversion and Management*, 46(7), 1293-1303, 2005.

MDA - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Novo retrato da agricultura familiar: o Brasil redescoberto. Brasília: MDA, 2005.

MEDEIROS, M; ARREDONDO, P. T. Cubic Two-State Equation of State for Associating Fluids. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 47, 5723-5733, 2008.

NASKEO ENVIRONMENT. Biogas composition, 2009. Disponível em: <http://www.biogasrenewableenergy.info/biogas_composition.html>. Acesso em: 29 jul. 2016.

NIKOLAIDIS, P., & POULLIKKAS, A. A comparative overview of hydrogen production processes. *Renewable and sustainable energy reviews*, 67, 597-611, 2017.

OLIVEIRA, S. M. Produção fotocatalítica de hidrogênio utilizando catalizadores baseados no dióxido de titânio. Dissertação. Universidade Federal de Uberlândia – Instituto de Química. Uberlândia. 2015.

PARISSIS, O. S., ZOULIAS, E., STAMATAKIS, E., SIOULAS, K., ALVES, L., MARTINS, R., ... & ZERVOS, A. Integration of wind and hydrogen technologies in the power system of Corvo island, Azores: A cost-benefit analysis. *international journal of hydrogen energy*, 36(13), 8143-8151, 2011.

PARKS, G., BOYD, R., CORNISH, J., & REMICK, R. (2014). *Hydrogen station compression, storage, and dispensing technical status and costs: Systems integration* (No. NREL/BK-6A10-58564). National Renewable Energy Laboratory (NREL), Golden, CO.

PATINO, M.T.O. Economic Feasibility of Biogas Use Obtained from Anaerobic Digestion of Cassava Wastewater Management, Use and Treatment of Byproducts of Industry Cassava, Cargill Foundation, Sao Paulo cap 202-210, 2001 (In Portuguese).

PAULA, A., AMBROSANO, L., GRAÇA, S., SOUSA, C., MARQUES, P.A.S.S., RIBEIRO, B., BOTREL, E.P., CASTRO, P., GOUVEIA, L. Bioresource Technology Combining urban wastewater treatment with biohydrogen production an integrated microalgaebased approach. *Bioresource Technol.* 184, 230e235. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2014.10.064>, 2015.

PORTHA, J. F., LOURET, S., PONS, M. N., & JAUBERT, J. N. Estimation of the environmental impact of a petrochemical process using coupled LCA and exergy analysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(5), 291-298, 2010.

PREGA: Promotion of renewable energy efficiency and greenhouse gas abatement, [:\(http://www.adb.org/Clean-Energy/documents/VIE-PFS-Oilboiler-Replacemen.pdf\)](http://www.adb.org/Clean-Energy/documents/VIE-PFS-Oilboiler-Replacemen.pdf), 2008.

RAMESH S, YANG E-H, JUNG J-S, MOON DJ. Copper decorated perovskite an efficient catalyst for low temperature hydrogen production by vapor reforming of glycerol. *Int J Hydrogen Energy*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhydene.2015.02.013>, 2015.

ROJAS, J., ZHELEV, T. Energy efficiency optimisation of wastewater treatment: study of ATAD. *Comput. Chem. Eng.* 38, 52e63. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compchemeng.2011.11.016>, 2012.

ROSEN, MA. Thermodynamic investigation of hydrogen production by vapormethane reformation. *Int J Hydrogen Energy*; 16(3):207-17, 1991.

ROSEN, M. A., & DINCER, I. Exergy methods for assessing and comparing thermal storage systems. *International Journal of Energy Research*, 27(4), 415-430, 2003.

ROSSI, C. C. R. S., ALONSO, C. G., ANTUNES, O. A. C., GUIRARDELLO, R., CARDOZO-FILHO, L., Thermodynamic analysis of vapor reforming of ethanol and glycerine for hydrogen production. *International Journal of Hydrogen Energy*, 34, 323-332, 2009.

ROY, C. J. Review of code and solution verification procedures for computational simulation. *Journal of Computational Physics*, 205(1), 131-156, 2005.

SANTOS, A. Usos e impactos ambientais causados pela manipueira na microregião sudoeste da Bahia-Brasil. *Problemas sociales y regionales em América Latina: estudo de casos. Barcelona: Universitat de Barcelona*, 11-25, 2009.

SECKIN, C., BAYULKEN, A.R. Extended Exergy Accounting (EEA) analysis ofmunicipal wastewater treatmentetermination of environmental remediation cost for municipal wastewater. *Appl. Energy* 110, 55e64.<http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.04.042>, 2013.

SILVA, M.E., SOUZA, A.C., SILVEIRA, J.L., SOSA, M.I. Preliminary technical analysis of ethanol reforming to operation of molten carbonate fuel cell. ENCIT2004 - 10th Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering, Vol. 1, 10 pages, 2004.

SILVA, M. E. Análise experimental da reforma a vapor de etanol: aspectos técnicos, econômicos e ecológicos Experimental [analysis of ethanol vapor reform: technical, economic and ecological aspects]. PhD thesis, Paulista State University, 2010.

SILVERIA J.L, GOMES LA. Fuel cell cogeneration system: a case of technoeconomic analysis. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*; 3:233–42, 1999.

SILVEIRA, J. L.; LEAL, E. M.; Análise do uso de etanol em células de combustível do tipo carbonato fundido; Anais da jornada de iniciação científica e de pós graduação, Guaratinguetá. CD-ROM, PP.1-6, 2001.

SOLTANI, R., ROSEN, M. A., DINCER, I. Assessment of CO₂ capture options from various points in vapor methane reforming for hydrogen production. *Int. J. Hydrogen Energy* 39, 20266–20275. doi:10.1016/j.ijhydene.2014.09.161, 2014.

SOLTERMANN, O. E., & DA SILVA, E. P. Comparative study between the hysolar project and a hypothetical international project in Brazil for hydrogen production and exportation (BHP) from photovoltaic energy and secondary hydroelectricity combined supply. *International journal of hydrogen energy*, 23(9), 735-739, 1998.

SOUZA, E.F., STADUTO, A.R., DA ROCHA JÚNIOR, W.F., RINALDI, R.N. The cassava culture in the western region of Paraná: a study of chain coordination from the point of view of contract theory. *Organ. Rurais Agroind.* 7 (1), 2011 (In portuguese).

SOUZA, A. B. de, *Projetos de Investimentos de Capital: Elaboração, análise, tomada de decisão*, São Paulo: Atlas, 2003.

SOUZA, C.F. Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos: obtenção de dados e aplicação no desenvolvimento de um modelo dinâmico de simulação da produção de biogás. 140 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

SUZUKI, A. B. P., FEIDEN, A., FERNANDES, D. M., MARTINS, G. I., & FARIA, R. A. P. Utilização de manipueira juntamente com sólidos da cama de aviário em biodigestores para geração de biogás Use of cassava wastewater with solid poultry manure in anaerobic digesters to generate biogas. *Ambiência*, 8(3), 809-819, 2012.

SZARGUT, J., MORRIS, D. R., & STEWART, F. R. *Exergy analysis of thermal, chemical, and metallurgical processes*. USA: Edwards Brothers, 1988.

TOSUNGNOEN, S., CHOOKIETWATTANA, K., DARARAT, S. Lactic acid production from repeated-batch and simultaneous saccharification and fermentation of cassava starch wastewater by amyolytic lactobacillus plantarum MSUL 702. *APCBEE Procedia* 8, 204e209. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apcbee.2014.03.028>, 2014.

- TREDICI, M. R., ZITTELLI, G. C., & BENEMANN, J. R. A tubular integral gas exchange photobioreactor for biological hydrogen production. In *BioHydrogen* (pp. 391-401). Springer Us, 1998.
- TSATSARONIS G. Thermo-economic analysis and optimization of energy systems. *Prog Energy Combust Sci*; 19:227e57. [http://dx.doi.org/10.1016/0360-1285\(93\)90016-8](http://dx.doi.org/10.1016/0360-1285(93)90016-8), 1993.
- TSATSARONIS, G. AND CZIESLA, F. Exergy and thermodynamic analysis, 2004.
- TURNER, J. A. Sustainable hydrogen production. *Science*, 305(5686), 972-974, 2004.
- U.S. Department of Energy. Energy Efficiency and Renewable Energy-Energy Information Portal. Available at: < <https://energy.gov/>>. Last accessed March 2017.
- VAN SWAAIJ, W. P. M., KERSTEN, S. R. A., & VAN DEN ARSEN, F. G. Routes for methanol from biomass. International 2-Day Business Conference on Sustainable Industrial Developments, 8783, 2004.
- VENKATESH, G., ELMI, R.A. Economic-environmental analysis of handling biogas from sewage sludge digesters in WWTPs (wastewater treatment plants) for energy recovery: case study of Bekkelaget WWTP in Oslo (Norway). *Energy* 58, 220e235. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2013.05.025>, 2013.
- VILLELA IAC, SILVEIRA JL. Ecological efficiency in thermoelectric power plants. *Applied Thermal Engineering*;27(5–6):840–7, 2007.
- VILPOUX, O. Desempenho dos arranjos institucionais e minimização dos custos de transação: transações entre produtores e fecularias de mandioca. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 49(2), 271-294, 2011.
- WALTER, A. C. S., Economia de energia II. Notas de aula da disciplina economia de energia II. Campinas Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP, 2005.
- WANG, X., ZHANG, L., ZOU, J., LIU, S. Optimizing net greenhouse gas balance of a bioenergy cropping system in southeast China with urease and nitrification inhibitors. *Ecol. Eng.* 83, 191–198. doi:10.1016/j.ecoleng.2015.05.047, 2015.
- WANG, F., FU, S., GUO, G., JIA, Z.Z., LUO, S.J. AND GUO, R.B. Experimental study on hydrate-based CO₂ removal from CH₄/CO₂ mixture. *Energy*, 104, pp.76-84, 2016
- WANG, H., XIONG, H., HUI, Z., ZENG, X., 2012. Mixotrophic cultivation of *Chlorella pyrenoidosa* with diluted primary piggery wastewater to produce lipids. *Bioresource Technol.* 104, 215e220. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2011.11.020>, 2012.
- WANG, L. S. Calculation of vapor-liquid equilibria of polymer solutions and gas solubilities in molten polymers based on PSRK equation of state. *Fluid Phase Equilibria* 260, 105-112, 2007.
- YAMIN, J.A.A., GUPTA, H.N., BANSAL, B.B., SRIVASTAVA, O.N., Effect of combustion duration on the performance and emission characteristics of a sparkignition engine using hydrogen as a fuel. *International Journal of Hydrogen Energy*. v. 25,p. 581–589, 2000.

ZANATTA, D., & NETO, R. M. Algumas considerações sobre o planejamento tributário: uma comparação por meio de simulação entre o Simples, o Lucro Presumido e o Lucro Real. *Revista de Ciências Gerenciais*, 10(12), 16-24, 2015.

ZHANG Y, DUBE M.A, MCLEAN D.D, KATES M. Biodiesel production from waste cooking oil: 1. Process design and technological assessment. *Bioresource Technology*, v. 89, n. 1, p. 1–16, 2003.

ZHANG, Y., BROWN, T. R., HU, G., & BROWN, R. C. Comparative techno-economic analysis of biohydrogen production via bio-oil gasification and bio-oil reforming. *biomass and bioenergy*, 51, 99-108, 2013.

ZOULIAS E, GLOCKNER R, LYMBEROPOULOS N, TSOUTSOS T, VOSSELER I, GAVALDA O. Integration of hydrogen energy technologies in stand-alone power systems analysis of the current potential for applications. *Renew Sust Energy Rev* 2006;10:432–62, 2006.

6 APÊNDICES

Apêndice A

Guimarães et al. (2014) consultou três empresas localizadas nas regiões oeste e noroeste do Estado do Paraná: Amidonaria C.Vale – unidade Assis Chateaubriand; Amidos Pasquini – Cianorte; e Alimentos do Zé – Nova Esperança.

a) Amidonaria C. Vale – unidade Assis Chateaubriand

A empresa faz parte de um conglomerado de indústrias agrícolas atuante no Brasil nos Estados do Paraná, Santa Catarina, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e com unidades também no Paraguai. A C.Vale é uma cooperativa com 50 anos de existência, possui 111 unidades de negócios, 14.600 associados e 6.038 funcionários. Seus principais produtos são soja, milho, trigo, mandioca, leite, frangos e suínos. Atua também na prestação de serviços à agricultores e à agroindústria (C.VALE, 2014). A unidade está localizada em Assis Chateaubriand, produz amido modificado a partir de fécula de mandioca para atender a indústria de papel. A produção média diária de amido modificado é na ordem de 70 toneladas e consumo médio de 400 toneladas de mandioca. Essa foi a primeira indústria na qual a Planotec instalou o sistema de biodigestor em agosto de 2011.

b) Amidos Pasquini

É uma empresa produtora de fécula de mandioca para fins alimentícios. Possui uma estrutura administrativa familiar e foi fundada no ano de 1990 para produção de farinha de mandioca. A partir de 2001 passou a produzir a fécula in natura e seus principais clientes são as indústrias alimentícia, papel e têxtil. XVI ENGEMA 2014 8 Sua produção média diária de fécula é da ordem de 80 toneladas, com consumo médio de mandioca de 200 toneladas. O sistema de biodigestor foi instalado em setembro de 2012 e depois de um ano de funcionamento, a empresa adquiriu uma nova caldeira, em instalação, para uso do biogás e deverá aumentar sua capacidade produtiva em 45%.

c) Alimentos do Zé

É uma empresa produtora de alimentos à base de mandioca cujos principais produtos são farinha e polvilho. É uma empresa familiar e está no mercado desde o ano de 1967. A empresa possui campos ao redor da indústria com plantações de eucalipto para produção de lenha, pasto para criação de gado e cultivo de mandioca. A princípio, a empresa cultivava sua própria mandioca para a produção da farinha, mas hoje a maior parte da matéria-prima é comprada no mercado. O sistema de biodigestor foi instalado em maio de 2013 e a empresa passou a comercializar a lenha economizada com a utilização do biogás. A produção diária média é de 53 toneladas de farinha e cinco toneladas de polvilho, consumindo, aproximadamente, 200 toneladas de mandioca como matéria-prima.

Apêndice B

O Apêndice B mostra as propriedades termodinâmicas de cada fluxo da planta (vazões mássicas, as entalpias, entropias etc.) para o processo 1 (concentração de metano de 97,14%). Esses parâmetros são obtidos através do Hysys.

	Unidade	CH4 do biogas	Fluxo reformador	Fluxo reformador1	Líquido do reformador	Produto do reformador	Produto do reformador1
Fração de vapor		1	1	1	0	1	1
Temperatura	C	25	447	815	815	815	350
Pressão	kPa	101,3	101,3	101,3	101,3	101,3	101,3
Fluxo molar	kgmol/h	5,57	19,52	19,52	0	30,64	30,65
Fluxo de massa	kg/h	89,47	340,64	340,64	0	340,656	340,65
Fluxo vol. líquido	m3/h	0,3	0,55	0,55	0	0,83	0,83
Fluxo de calor	kJ/h	-417813	-3469784	-3123971	0	-1865898	-2336969
Entalpia específica	kJ/kg	-4670	-10186	-9170	-5477	-5477	-6860
Entropia específica	kJ/kg ⁰ C	11,44	12,32	13,45	17,33	17,33	15,68
Densidade de massa	kg/m3	0,66	0,3	0,19	0,12	0,12	0,22

	Unidade	HT Líquido	HT Shift produto	LT Shift fluxo	água	vapor	LT Shifted produto produto
Fração de vapor		0	1	1	0	1	1
Temperatura	C	350	350	204	25	649	204
Pressão	kPa	101,3	101,3	101,3	101,3	101,3	101,3
Fluxo molar	kgmole/h	0	30,65	30,65	13,94	13,94	30,65
Fluxo de massa	kg/h	0	340,65	340,65	251,17	251,17	340,65
Fluxo vol. líquido	m3/h	0	0,96	0,96	0,25	0,25	0,98
Fluxo de calor	kJ/h	0	-2509271	-2654051	3990575	3051971	-2692888
Entalpia específica	kJ/kg	-7366	-7366	-7791	-15887	-12150	-7905
Entropia específica	kJ/kg ⁰ C	15,21	15,21	14,439	2,98	11,9	14,24
Densidade de massa	kg/m3	0,22	0,22	0,28	1007,37	0,24	0,28

	Unidade	LT Líquido	Fluxo condensador	Gás seco	Condensado	Produto H2	Efluente gasoso
Fração de vapor		0	0,96	1	0	1	1
Temperatura	C	204	38	38	38	38	38
Pressão	kPa	101,3	101,3	101,3	101,3	101,3	101,3
Fluxo molar	kgmole/h	0	30,65	27,64	3	22,06	5,58
Fluxo de massa	kg/h	0	340,64	286,5	54,15	44,49	242,02
Fluxo do volume líquido	m3/h	0	0,98	0,93	0,05	0,64	0,29
Fluxo de calor	kJ/h	0	-2900194	-2127141	-857281	8156	-2135424
Entalpia específica	kJ/kg	-14971	-8513	-7424	-15831	183	-8823
Entropia específica	kJ/kg ⁰ C	5,12	12,6	13,38	3,16	61,62	4,03
Densidade de massa	kg/m3	702,55	0,45	0,4	997,49	0,08	1,71

	Unidade	ar	Gases de exaustão	CH4 combustível
Fração de vapor		1	1	1
Temperatura	C	25	755	25
Pressão	kPa	101,3	101,3	101,3
Fluxo molar	kgmole/h	21,47	23,35	1,88
Fluxo de massa	kg/h	619,46	649,6	30,14
Fluxo do volume líquido	m3/h	0,72	0,78	0,1
Fluxo de calor	kJ/h	-175	-1079542	-140752
Entalpia específica	kJ/kg	-0,28	-1661	-4669
Entropia específica	kJ/kg ⁰ C	5,26	7,25	11,44
Densidade de massa	kg/m3	1,18	0,33	0,66

Apêndice C

O Apêndice C mostra as propriedades termodinâmicas de cada fluxo da planta (vazões mássicas, as entalpias, entropias etc.) para o processo 2 (concentração de metano de 80,90%). Esses parâmetros são obtidos através do Hysys.

	Unidade	CH4 do biogás	Fluxo reformador	Fluxo reformador1	Líquido do reformador	Produto do reformador	Produto do reformador1
Fração de vapor		1	1	1	0	1	1
Temperatura	C	25	445	700	700	700	350
Pressão	kPa	101,30	101,30	101,30	101,30	101,30	101,30
Fluxo molar	kgmol/h	4,18	14,64	14,64	0,00	21,25	21,25
Fluxo de massa	kg/h	89,47	277,90	277,90	0,00	277,90	277,90
Fluxo vol. líquido	m3/h	0,22	0,41	0,41	0,00	0,58	0,58
Fluxo de calor	kJ/h	-568290,15	-2859998,29	-2687549,98	0,00	-1944000,79	-2197779,85
Entalpia específica	kJ/kg	-6351,74	-10291,40	-9670,87	-6995,21	-6995,21	-7908,40
Entropia específica	kJ/kg ⁰ C	8,67	11,35	12,09	14,97	14,97	13,81
Densidade de massa	kg/m3	0,88	0,32	0,24	0,16	0,16	0,22

	Unidade	HT Líquido	HT Shift produto	LT Shift fluxo	água	vapor	LT Shifted produto
Fração de vapor		0	1	1	0	1	1
Temperatura	C	350	350	204	25	644,4	204
Pressão	kPa	101,30	101,30	101,30	101,30	101,30	101,30
Fluxo molar	kgmole/h	0,00	21,25	21,25	10,46	10,46	21,25
Fluxo de massa	kg/h	0,00	277,90	277,90	188,43	188,43	277,90
Fluxo vol. líquido	m3/h	0,00	0,66	0,66	0,19	0,19	0,67
Fluxo de calor	kJ/h	0,00	-2306826,66	-2410290,48	-2993767,96	-2291708,13	-2428393,19
Entalpia específica	kJ/kg	-8300,81	-8300,80	-8673,11	-15887,82	-12162,01	-8738,25
Entropia específica	kJ/kg ⁰ C	13,42	13,42	12,74	2,98	11,89	12,63
Densidade de massa	kg/m3	0,26	0,26	0,33	1007,34	0,24	0,33

	Unidade	LT Líquido	Fluxo condensador	Gás seco	Condensado	Produto H2	Efluente gasoso
Fração de vapor		0	0,87	1	0	1	1
Temperatura	C	204	38	38	38	38	38
Pressão	kPa	101,30	101,30	101,30	101,30	101,30	101,30
Fluxo molar	kgmole/h	0,00	21,25	17,34	3,91	13,16	4,18
Fluxo de massa	kg/h	0,00	277,90	207,39	70,51	26,52	180,87
Fluxo vol. líquido	m3/h	0,00	0,67	0,60	0,07	0,38	0,22
Fluxo de calor	kJ/h	0,00	-2660349,96	-1596913,55	-1116297,29	4863,75	-1601868,43
Entalpia específica	kJ/kg	-15027,90	-9572,91	-7699,91	-15831,74	183,37	-8856,48
Entropia específica	kJ/kg ⁰ C	5,10	10,26	11,81	3,17	61,62	4,06
Densidade de massa	kg/m3	704,68	0,59	0,47	997,49	0,08	1,70

	Unidade	ar	Gases de exaustão	CH4 combustível
Fração de vapor		1	1	1
Temperatura	C	25	672,26	25
Pressão	kPa	101,30	101,30	101,30
Fluxo molar	kgmole/h	18,79	20,20	1,41
Fluxo de massa	kg/h	542,18	564,79	22,61
Fluxo do volume líquido	m3/h	0,63	0,67	0,08
Fluxo de calor	kJ/h	-153,74	-807660,01	-105594,15
Entalpia específica	kJ/kg	-0,28	-1661,86	-4669,87
Entropia específica	kJ/kg ⁰ C	5,26	7,07	11,44
Densidade de massa	kg/m3	1,18	0,36	0,66

Apêndice D

O Apêndice D mostra as propriedades termodinâmicas de cada fluxo da planta (vazões mássicas, as entalpias, entropias etc.) para o processo 3 (concentração de metano de 75,50%). Esses parâmetros são obtidos através do Hysys.

	Unidade	CH4 do biogas	Fluxo reformador	Fluxo reformador1	Líquido do reformador	Produto do reformador	Produto do reformador1
Fração de vapor		1	1	1	0	1	1
Temperatura	C	25	445,17	700	700	700	350
Pressão	kPa	101,30	101,30	101,30	101,30	101,30	101,30
Fluxo molar	kgmol/h	4,07	14,25	14,25	0,00	20,53	20,53
Fluxo de massa	kg/h	89,47	272,86	272,86	0,00	272,87	272,87
Fluxo do volume líquido	m ³ /h	0,22	0,40	0,40	0,00	0,56	0,56
Fluxo de calor	kJ/h	-580370,48	-2810821,79	-2643395,35	0,00	-1937386,83	-2183475,92
Entalpia específica	kJ/kg	-6486,76	-10301,15	-9687,56	-7100,09	-7100,09	-8001,96
Entropia específica	kJ/kg ⁰ C	8,44	11,25	11,98	14,78	14,78	13,63
Densidade de massa	kg/m ³	0,90	0,32	0,24	0,17	0,17	0,26

	Unidade	HT Líquido	HT Shift produto	LT Shift fluxo	água	vapor	LT Shifted produto
Fração de vapor		0	1	1	0	1	1
Temperatura	C	350	350	204	25	644,37	204
Pressão	kPa	101,30	101,30	101,30	101,30	101,30	101,30
Fluxo molar	kgmole/h	0,00	20,53	20,53	10,18	10,18	20,53
Fluxo de massa	kg/h	0,00	272,87	272,87	183,39	183,39	272,87
Fluxo do volume líquido	m ³ /h	0,00	0,64	0,64	0,18	0,18	0,65
Fluxo de calor	kJ/h	0,00	-2287428,17	-2387642,07	-2913745,23	-2230451,30	-2404495,95
Entalpia específica	kJ/kg	-8382,93	-8382,93	-8750,20	-15887,82	-12162,01	-8811,97
Entropia específica	kJ/kg ⁰ C	13,24	13,24	12,57	2,98	11,89	12,47
Densidade de massa	kg/m ³	0,26	0,26	0,34	1007,34	0,24	0,34

	Unidade	LT Líquido	Fluxo condensador	Gás seco	Condensado	Produto H2	Efluente gasoso
Fração de vapor		0	0,86	1	0	1	1
Temperatura	C	204	38	38	38	38	38
Pressão	kPa	101,30	101,30	101,30	101,30	101,30	101,30
Fluxo molar	kgmole/h	0,00	20,53	16,57	3,96	12,49	4,07
Fluxo de massa	kg/h	0,00	272,87	201,48	71,39	25,19	176,29
Fluxo do volume líquido	m ³ /h	0,00	0,65	0,58	0,07	0,36	0,22
Fluxo de calor	kJ/h	0,00	-2637315,13	-1557638,99	-1130180,14	4619,01	-1562346,41
Entalpia específica	kJ/kg	-15030,42	-9665,20	-7730,98	-15831,74	183,37	-8862,33
Entropia específica	kJ/kg ⁰ C	5,10	10,04	11,63	3,17	61,62	4,05
Densidade de massa	kg/m ³	704,78	0,60	0,48	997,49	0,08	1,70

	Unidade	ar	Gases de exaustão	CH4 combustível
Fração de vapor		1	1	1
Temperatura	C	25	672,26	25
Pressão	kPa	101,3	101,3	101,3
Fluxo molar	kgmole/h	18,29	19,66	1,37
Fluxo de massa	kg/h	527,68	549,69	22,01
Fluxo do volume líquido	m ³ /h	0,61	0,66	0,07
Fluxo de calor	kJ/h	-149,63	-786071,45	-102771,64
Entalpia específica	kJ/kg	-0,28	-1430,02	-4669,87
Entropia específica	kJ/kg ⁰ C	5,26	7,07	11,44
Densidade de massa	kg/m ³	1,18	0,36	0,66

Apêndice E

O Apêndice E mostra as propriedades termodinâmicas de cada fluxo da planta (vazões mássicas, as entalpias, entropias etc.) para o processo 4 (concentração de metano de 70,25%). Esses parâmetros são obtidos através do Hysys.

	Unidade	CH4 do biogas	Fluxo reformador	Fluxo reformador1	Líquido do reformador	Produto do reformador	Produto do reformador1
Fração de vapor		1	1	1	0	1	1
Temperatura	C	25	445,89	700	700	700	350
Pressão	kPa	101,30	101,30	101,30	101,30	101,30	101,30
Fluxo molar	kgmol e/h	3,66	12,82	12,82	0,00	17,86	17,86
Fluxo de massa	kg/h	89,47	254,39	254,39	0,00	254,39	254,39
Fluxo do volume líquido	m ³ /h	0,20	0,36	0,36	0,00	0,49	0,49
Fluxo de calor	kJ/h	-624677,28	-2630459,93	-2481451,62	0,00	-1914084,71	-2131940,97
Entalpia específica	kJ/kg	-6981,97	-10340,19	-9754,44	-7524,09	-7524,09	-8380,46
Entropia específica	kJ/kg ⁰ C	7,58	10,85	11,55	13,98	13,98	12,89
Densidade de massa	kg/m ³	1,00	0,34	0,25	0,18	0,18	0,28

	Unidade	HT Líquido	HT Shift produto	LT Shift fluxo	água	vapor	LT Shifted produto
Fração de vapor		0	1	1	0	1	1
Temperatura	C	350	350	204	25	644,37	204
Pressão	kPa	101,30	101,30	101,30	101,30	101,30	101,30
Fluxo molar	kgmole/h	0,00	17,86	17,86	9,15	9,15	17,86
Fluxo de massa	kg/h	0,00	254,39	254,39	164,92	164,92	254,39
Fluxo do volume líquido	m ³ /h	0,00	0,55	0,55	0,17	0,17	0,56
Fluxo de calor	kJ/h	0,00	-2216762,96	-2305023,94	-	-	-2317496,93
Entalpia específica	kJ/kg	-8713,91	-8713,91	-9060,86	-15887,82	-12162,01	-9109,89
Entropia específica	kJ/kg ⁰ C	12,55	12,55	11,92	2,98	11,89	11,83
Densidade de massa	kg/m ³	0,28	0,28	0,36	1007,34	0,24	0,36

	Unidade	LT Líquido	Fluxo condensador	Gás seco	Condensado	Produto H2	Efluente gasoso
Fração de vapor		0	0,821	1	0	1	1
Temperatura	C	204	38	38	38	38	38
Pressão	kPa	101,30	101,30	101,30	101,30	101,30	101,30
Fluxo molar	kgmole/h	0,00	17,86	13,71	4,15	10,05	3,66
Fluxo de massa	kg/h	0,00	254,39	179,60	74,79	20,26	159,34
Fluxo do volume líquido	m ³ /h	0,00	0,56	0,48	0,07	0,29	0,19
Fluxo de calor	kJ/h	0,00	-2553967,03	-1411636,35	-1184131,87	3714,30	-1415428,67
Entalpia específica	kJ/kg	-15039,15	-10039,43	-7859,95	-15831,74	183,37	-8882,90
Entropia específica	kJ/kg ⁰ C	5,10	9,18	10,89	3,17	61,62	4,02
Densidade de massa	kg/m ³	705,12	0,68	0,51	997,49	0,08	1,71

	Unidade	ar	Gases de exaustão	CH4 combustível
Fração de vapor		1	1	1
Temperatura	C	25	672,26	25
Pressão	kPa	101,30	101,30	101,30
Fluxo molar	kgmole/h	16,45	17,68	1,23
Fluxo de massa	kg/h	474,53	494,32	19,79
Fluxo do volume líquido	m ³ /h	0,55	0,59	0,07
Fluxo de calor	kJ/h	-134,56	-706892,13	-92419,67
Entalpia específica	kJ/kg	-0,28	-1430,02	-4669,87
Entropia específica	kJ/kg ⁰ C	5,26	7,07	11,44
Densidade de massa	kg/m ³	1,18	0,36	0,66

Apêndice F

O Apêndice F mostra a composição de cada um dos fluxos da planta para o processo 1 (concentração de metano de 97,14%) . Essas composições são obtidas através do Hysys.

	Unidade	CH4 do biogas	Fluxo reformador	Fluxo reformador1	Líquido do reformador	Produto do reformador	Produto do reformador1
Fração molar (CH ₄)		1	0,29	0,29	0,00	0,00	0,00
Fração molar (H ₂)		0	0	0	0,54	0,54	0,54
Fração molar (CO)		0	0	0	0,18	0,18	0,18
Fração molar (H ₂ O)		0	0,71	0,71	0,27	0,27	0,27
Fração molar (CO ₂)		0	0	0	0	0	0
Fração molar (N)		0	0	0	0	0	0
Fração molar (O ₂)		0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (CH ₄)	kg/h	89,47	89,47	89,47	0	0,22	0,22
Fluxo de massa (H ₂)	kg/h	0	0	0	0	33,65	33,65
Fluxo de massa (CO)	kg/h	0	0	0	0	155,83	155,83
Fluxo de massa (H ₂ O)	kg/h	0	251,17	251,17	0	150,95	150,95
Fluxo de massa (CO ₂)	kg/h	0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (N)	kg/h	0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (O ₂)	kg/h	0	0	0	0	0	0

	Unidade	HT Líquido	HT Shift produto	LT Shift fluxo	água	vapor	LT Shifted produto
Fração molar (CH ₄)		0,00	0,00	0,00	0	0	0,00
Fração molar (H ₂)		0,69	0,69	0,69	0	0	0,72
Fração molar (CO)		0,04	0,04	0,04	0	0	0,01
Fração molar (H ₂ O)		0,13	0,13	0,13	1	1	0,10
Fração molar (CO ₂)		0,14	0,14	0,14	0	0	0,18
Fração molar (N)		0	0	0	0	0	0
Fração molar (O ₂)		0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (CH ₄)	kg/h	0	0,22	0,22	0	0	0,22
Fluxo de massa (H ₂)	kg/h	0	42,54	42,54	0	0	44,48
Fluxo de massa (CO)	kg/h	0	32,32	32,32	0	0	5,32
Fluxo de massa (H ₂ O)	kg/h	0	71,51	71,51	251,17	251,17	54,15
Fluxo de massa (CO ₂)	kg/h	0	194,05	194,05	0	0	236,48
Fluxo de massa (N)	kg/h	0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (O ₂)	kg/h	0	0	0	0	0	0

	Unidade	LT Líquido	Fluxo condensador	Gás seco	Condensado	Produto H2	Efluente gasoso
Fração molar (CH ₄)		0,00	0,00	0,00	0	0	0,00
Fração molar (H ₂)		0,01	0,72	0,80	0	1	0
Fração molar (CO)		0,00	0,01	0,01	0	0	0,03
Fração molar (H ₂ O)		0,99	0,10	0	1	0	0
Fração molar (CO ₂)		0,01	0,18	0,19	0	0	0,96
Fração molar (N)		0	0	0	0	0	0
Fração molar (O ₂)		0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (CH ₄)	kg/h	0	0,22	0,22	0	0	0,22
Fluxo de massa (H ₂)	kg/h	0	44,48	44,48	0	44,48	0
Fluxo de massa (CO)	kg/h	0	5,32	5,32	0	0	5,32
Fluxo de massa (H ₂ O)	kg/h	0	54,15	0	54,15	0	0
Fluxo de massa (CO ₂)	kg/h	0	236,48	236,48	0	0	236,48
Fluxo de massa (N)	kg/h	0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (O ₂)	kg/h	0	0	0	0	0	0

	Unidade	ar	Gases de exaustão	CH4 combustível
Fração molar (CH ₄)		0,81	0	0
Fração molar (H ₂)		0,19	0	0
Fração molar (CO)		0	0	0
Fração molar (H ₂ O)		0	0	0,16
Fração molar (CO ₂)		0	0	0,08
Fração molar (N)		0	0,79	0,73

Fração molar (O ₂)		0	0,21	0,03
Fluxo de massa (CH ₄)	kg/h	89,47	0	0
Fluxo de massa (H ₂)	kg/h	2,64	0	0
Fluxo de massa (CO)	kg/h	0	0	0
Fluxo de massa (H ₂ O)	kg/h	0	0	67,69
Fluxo de massa (CO ₂)	kg/h	0	0	82,68
Fluxo de massa (N)	kg/h	0	475,17	475,17
Fluxo de massa (O ₂)	kg/h	0	144,29	24,05

Apêndice G

O Apêndice G mostra a composição de cada um dos fluxos da planta para o processo 2 (concentração de metano de 80,90%) . Essas composições são obtidas através do Hysys.

	Unida de	CH4 do biogas	Fluxo reformador	Fluxo reformador1	Líquido do reformador	Produto do reformador	Produto do reformador1
Fração molar (CH ₄)		0,81	0,23	0,23	0,00	0,00	0,00
Fração molar (H ₂)		0	0	0	0,47	0,47	0,47
Fração molar (CO)		0	0	0	0,16	0,16	0,16
Fração molar (H ₂ O)		0	0,71	0,71	0,34	0,34	0,34
Fração molar (CO ₂)		0,191	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Fração molar (N)		0	0	0	0	0	0
Fração molar (O ₂)		0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (CH ₄)	kg/h	54,30	54,30	54,30	0	1,27	1,27
Fluxo de massa (H ₂)	kg/h	0	0	0	0	19,99	19,99
Fluxo de massa (CO)	kg/h	0	0	0	0	92,59	92,59
Fluxo de massa (H ₂ O)	kg/h	0	188,43	188,43	0	128,88	128,88
Fluxo de massa (CO ₂)	kg/h	35,17	35,17	35,17	0	35,17	35,17
Fluxo de massa (N)	kg/h	0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (O ₂)	kg/h	0	0	0	0	0	0

	Unidade	HT Líquido	HT Shift produto	LT Shift fluxo	água	vapor	LT Shifted produto
Fração molar (CH ₄)		0,00	0,00	0,00	0	0	0,00
Fração molar (H ₂)		0,60	0,60	0,60	0	0	0,62
Fração molar (CO)		0,02	0,02	0,02	0	0	0,00
Fração molar (H ₂ O)		0,21	0,21	0,21	1	1	0,18
Fração molar (CO ₂)		0,17	0,17	0,17	0	0	0,19
Fração molar (N)		0	0	0	0	0	0
Fração molar (O ₂)		0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (CH ₄)	kg/h	0	1,27	1,27	0	0	1,27
Fluxo de massa (H ₂)	kg/h	0	25,62	25,62	0	0	26,52
Fluxo de massa (CO)	kg/h	0	14,42	14,42	0	0	1,83
Fluxo de massa (H ₂ O)	kg/h	0	78,61	78,61	188,43	188,43	70,51
Fluxo de massa (CO ₂)	kg/h	0	157,99	157,99	0	0	177,77
Fluxo de massa (N)	kg/h	0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (O ₂)	kg/h	0	0	0	0	0	0

	Unidade	LT Líquido	Fluxo condensador	Gás seco	Condensado	Produto H2	Efluente gasoso
Fração molar (CH ₄)		0,00	0,00	0,00	0	0	0,02
Fração molar (H ₂)		0,00	0,62	0,76	0	1	0
Fração molar (CO)		0,00	0,00	0,00	0	0	0,02
Fração molar (H ₂ O)		0,99	0,18	0	1	0	0
Fração molar (CO ₂)		0,00	0,19	0,23	0	0	0,97
Fração molar (N)		0	0	0	0	0	0
Fração molar (O ₂)		0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (CH ₄)	kg/h	0	1,27	1,27	0	0	1,27
Fluxo de massa (H ₂)	kg/h	0	26,52	26,52	0	26,52	0
Fluxo de massa (CO)	kg/h	0	1,83	1,83	0	0	1,83
Fluxo de massa (H ₂ O)	kg/h	0	70,51	0	70,51	0	0
Fluxo de massa (CO ₂)	kg/h	0	177,77	177,77	0	0	177,77
Fluxo de massa (N)	kg/h	0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (O ₂)	kg/h	0	0	0	0	0	0

	Unidade	ar	Gases de exaustão	CH4 combustível
Fração molar (CH ₄)		0	0	1
Fração molar (H ₂)		0	0	0
Fração molar (CO)		0	0	0
Fração molar (H ₂ O)		0	0,14	0
Fração molar (CO ₂)		0	0,07	0
Fração molar (N)		0,79	0,73	0
Fração molar (O ₂)		0,21	0,06	0
Fluxo de massa (CH ₄)	kg/h	0	0	22,61
Fluxo de massa (H ₂)	kg/h	0	0	0
Fluxo de massa (CO)	kg/h	0	0	0
Fluxo de massa (H ₂ O)	kg/h	0	50,78	0
Fluxo de massa (CO ₂)	kg/h	0	62,03	0
Fluxo de massa (N)	kg/h	415,89	415,89	0
Fluxo de massa (O ₂)	kg/h	126,29	36,08	0

Apêndice H

O Apêndice H mostra a composição de cada um dos fluxos da planta para o processo 3 (concentração de metano de 75,50%). Essas composições são obtidas através do Hysys.

	Unidade	CH4 do biogas	Fluxo reformador	Fluxo reformador1	Líquido do reformador	Produto do reformador	Produto do reformador1
Fração molar (CH ₄)		0,79	0,23	0,23	0,00	0,00	0,00
Fração molar (H ₂)		0	0	0	0,46	0,46	0,46
Fração molar (CO)		0	0	0	0,15	0,15	0,15
Fração molar (H ₂ O)		0	0,71	0,71	0,34	0,34	0,34
Fração molar (CO ₂)		0,21	0,06	0,06	0,04	0,04	0,04
Fração molar (N)		0	0	0	0	0	0
Fração molar (O ₂)		0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (CH ₄)	kg/h	51,48	51,48	51,48	0	1,12	1,12
Fluxo de massa (H ₂)	kg/h	0	0	0	0	18,98	18,98
Fluxo de massa (CO)	kg/h	0	0	0	0	87,92	87,92
Fluxo de massa (H ₂ O)	kg/h	0	183,39	183,39	0	126,85	126,85
Fluxo de massa (CO ₂)	kg/h	37,99	37,99	37,99	0	37,99	37,99
Fluxo de massa (N)	kg/h	0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (O ₂)	kg/h	0	0	0	0	0	0

	Unidade	HT Líquido	HT Shift produto	LT Shift fluxo	água	vapor	LT Shift produto
Fração molar (CH ₄)		0	0	0	0	0	0
Fração molar (H ₂)		0,59	0,59	0,59	0	0	0,61
Fração molar (CO)		0,02	0,02	0,02	0	0	0

Fração molar (H ₂ O)		0,21	0,21	0,21	1	1	0,19
Fração molar (CO ₂)		0,17	0,17	0,17	0	0	0,19
Fração molar (N)		0	0	0	0	0	0
Fração molar (O ₂)		0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (CH ₄)	kg/h	0	1,12	1,12	0	0	1,12
Fluxo de massa (H ₂)	kg/h	0	24,35	24,35	0	0	25,19
Fluxo de massa (CO)	kg/h	0	13,4	13,4	0	0	1,68
Fluxo de massa (H ₂ O)	kg/h	0	78,92	78,92	183,39	183,39	71,39
Fluxo de massa (CO ₂)	kg/h	0	155,08	155,08	0	0	173,49
Fluxo de massa (N)	kg/h	0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (O ₂)	kg/h	0	0	0	0	0	0

	Unidade	LT Líquido	Fluxo condensador	Gás seco	Condensado	Produto H2	Efluente gasoso
Fração molar (CH ₄)		0,00	0,00	0,00	0	0	0,02
Fração molar (H ₂)		0,00	0,61	0,75	0	1	0
Fração molar (CO)		0,00	0,00	0,00	0	0	0,01
Fração molar (H ₂ O)		1,00	0,19	0	1	0	0
Fração molar (CO ₂)		0,00	0,19	0,24	0	0	0,97
Fração molar (N)		0	0	0	0	0	0
Fração molar (O ₂)		0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (CH ₄)	kg/h	0	1,12	1,12	0	0	1,12
Fluxo de massa (H ₂)	kg/h	0	25,19	25,19	0	25,19	0
Fluxo de massa (CO)	kg/h	0	1,68	1,68	0	0	1,68
Fluxo de massa (H ₂ O)	kg/h	0	71,39	0	71,39	0	0
Fluxo de massa (CO ₂)	kg/h	0	173,49	173,49	0	0	173,49
Fluxo de massa (N)	kg/h	0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (O ₂)	kg/h	0	0	0	0	0	0

	Unidade	ar	Gases de exaustão	CH4 combustível
Fração molar (CH ₄)		0	0	1
Fração molar (H ₂)		0	0	0
Fração molar (CO)		0	0	0
Fração molar (H ₂ O)		0	0,14	0
Fração molar (CO ₂)		0	0,07	0
Fração molar (N)		0,79	0,73	0
Fração molar (O ₂)		0,21	0,06	0
Fluxo de massa (CH ₄)	kg/h	0	0	22,01
Fluxo de massa (H ₂)	kg/h	0	0	0
Fluxo de massa (CO)	kg/h	0	0	0
Fluxo de massa (H ₂ O)	kg/h	0	49,43	0
Fluxo de massa (CO ₂)	kg/h	0	60,37	0
Fluxo de massa (N)	kg/h	404,77	404,78	0
Fluxo de massa (O ₂)	kg/h	122,91	35,12	0

Apêndice I

O Apêndice I mostra a composição de cada um dos fluxos da planta para o processo 4 (concentração de metano de 70,25%) . Essas composições são obtidas através do Hysys.

	Unida de	CH4 do biogas	Fluxo reformador	Fluxo reformador1	Líquido do reformador	Produto do reformador	Produto do reformador1
Fração molar (CH ₄)		0,7	0,2	0,2	0,00	0,00	0,00
Fração molar (H ₂)		0	0	0	0,42	0,42	0,42
Fração molar (CO)		0	0	0	0,14	0,14	0,14
Fração molar (H ₂ O)		0	0,71	0,71	0,37	0,37	0,37
Fração molar (CO ₂)		0,3	0,09	0,09	0,06	0,06	0,06
Fração molar (N)		0	0	0	0	0	0
Fração molar (O ₂)		0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (CH ₄)	kg/h	41,12	41,12	41,12	0	0,66	0,66
Fluxo de massa (H ₂)	kg/h	0	0	0	0	15,25	15,25

Fluxo de massa (CO)	kg/h	0	0	0	0	70,65	70,65
Fluxo de massa (H ₂ O)	kg/h	0	164,92	164,92	0	119,48	119,48
Fluxo de massa (CO ₂)	kg/h	48,35	48,35	48,35	0	48,35	48,35
Fluxo de massa (N)	kg/h	0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (O ₂)	kg/h	0	0	0	0	0	0

	Unidade	HT Líquido	HT Shift produto	LT Shift fluxo	Água	vapor	LT Shift produto
Fração molar (CH ₄)		0,00	0,00	0,00	0	0	0,00
Fração molar (H ₂)		0,55	0,55	0,55	0	0	0,56
Fração molar (CO)		0,02	0,02	0,02	0	0	0,00
Fração molar (H ₂ O)		0,25	0,25	0,25	1	1	0,23
Fração molar (CO ₂)		0,18	0,18	0,18	0	0	0,20
Fração molar (N)		0	0	0	0	0	0
Fração molar (O ₂)		0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (CH ₄)	kg/h	0	0,66	0,66	0	0	0,66
Fluxo de massa (H ₂)	kg/h	0	19,63	19,63	0	0	20,26
Fluxo de massa (CO)	kg/h	0	9,84	9,84	0	0	1,17
Fluxo de massa (H ₂ O)	kg/h	0	80,37	80,37	164,92	164,92	74,79
Fluxo de massa (CO ₂)	kg/h	0	143,89	143,89	0	0	157,52
Fluxo de massa (N)	kg/h	0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (O ₂)	kg/h	0	0	0	0	0	0

	Unidade	LT Líquido	Fluxo condensador	Gás seco	Condensado	Produto H2	Efluente gasoso
Fração molar (CH ₄)		0,00	0,00	0,00	0	0	0,01
Fração molar (H ₂)		0,00	0,56	0,73	0	1	0
Fração molar (CO)		0,00	0,00	0,00	0	0	0,01
Fração molar (H ₂ O)		1,00	0,23	0	1	0	0
Fração molar (CO ₂)		0,00	0,20	0,26	0	0	0,98
Fração molar (N)		0	0	0	0	0	0
Fração molar (O ₂)		0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (CH ₄)	kg/h	0	0,66	0,66	0	0	0,66
Fluxo de massa (H ₂)	kg/h	0	20,26	20,26	0	20,26	0
Fluxo de massa (CO)	kg/h	0	1,17	1,17	0	0	1,17
Fluxo de massa (H ₂ O)	kg/h	0	74,79	0	74,79	0	0
Fluxo de massa (CO ₂)	kg/h	0	157,52	157,52	0	0	157,52
Fluxo de massa (N)	kg/h	0	0	0	0	0	0
Fluxo de massa (O ₂)	kg/h	0	0	0	0	0	0

	Unidade	Ar	Gases de exaustão	CH4 combustível
Fração molar (CH ₄)		0	0	1
Fração molar (H ₂)		0	0	0
Fração molar (CO)		0	0	0
Fração molar (H ₂ O)		0	0,14	0
Fração molar (CO ₂)		0	0,07	0
Fração molar (N)		0,79	0,73	0
Fração molar (O ₂)		0,21	0,06	0
Fluxo de massa (CH ₄)	kg/h	0	0	19,79
Fluxo de massa (H ₂)	kg/h	0	0	0
Fluxo de massa (CO)	kg/h	0	0	0
Fluxo de massa (H ₂ O)	kg/h	0	44,45	0
Fluxo de massa (CO ₂)	kg/h	0	54,29	0
Fluxo de massa (N)	kg/h	364,00	364,00	0
Fluxo de massa (O ₂)	kg/h	110,53	31,58	0

Apêndice J

O Apêndice J representa o fluxo de caixa descontado realizado em relação a planta de distribuição de H₂ referente a entrada de biogás baseado no estudo de Wang *et al.*, (2016).

Análise - Wang											
Operação: 24h											
Capital de Giro para 1 ano											
Investimento no ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Recaptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Investimento em capital de giro inicial	2.694.223,63										2.694.223,63
G. (+) Investimentos	7.043.120,63										
1. (-) Receita líquida	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04
1.1. (+) Receita bruta	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16
2. (-) Despesas	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10
2.8. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39
6. (-) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 7.043.120,63	1.926.050,09	1.926.050,09	1.926.050,09	1.926.050,09	1.926.050,09	1.926.050,09	1.926.050,09	1.926.050,09	1.926.050,09	4.620.273,72
8. FCL acumulado	1.926.050,09	3.852.100,18	5.778.150,27	7.704.200,36	9.630.250,45	11.556.300,54	13.482.350,64	15.408.400,73	17.334.450,82	19.246.500,91	21.166.651,00
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	1.926.050,09	1.649.721,71	1.413.037,86	1.210.310,80	1.036.668,78	887.939,00	760.547,32	651.432,40	557.972,07	464.889,70	1.146.451,54
10. FCLD acumulado	1.926.050,09	3.575.771,80	4.988.809,66	6.199.120,46	7.235.789,25	8.123.728,25	8.884.275,57	9.535.707,97	10.093.680,04	10.605.651,91	11.240.131,58

Análise - Wang											
Operação: 24h											
Capital de Giro para 6 meses											
Investimento no ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Investimento em capital de giro inicial	1.347.111,81										1.347.111,81
G. (=) Investimentos	5.696.008,81										
1. (-) Receita líquida	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04
1.1. (+) Receita bruta	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16
2. (-) Despesas	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10
2.8. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39
6. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 5.696.008,81	1.926.050,09	1.926.050,09	1.926.050,09	1.926.050,09	1.926.050,09	1.926.050,09	1.926.050,09	1.926.050,09	1.926.050,09	3.273.161,90
8. FCL acumulado	1.926.050,09	3.852.100,18	5.778.150,27	7.704.200,36	9.630.250,45	11.556.300,54	13.482.350,64	15.408.400,73	17.334.450,82	19.270.500,91	21.196.650,99
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	1.926.050,09	1.649.721,71	1.413.037,86	1.210.310,80	1.036.668,78	887.939,00	760.547,32	651.432,40	557.972,07	464.500,73	372.020,81
10. FCLD acumulado	1.926.050,09	3.575.771,80	4.988.809,66	6.199.120,46	7.235.789,25	8.123.728,25	8.884.275,57	9.535.707,97	10.093.680,04	10.605.680,04	11.095.866,01

Análise - Wang											
Operação: 24h											
Sem capital de giro											
Investimento no ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Investimento em capital de giro inicial	-										
G. (=) Investimentos	4.348.897,00										
1. (-) Receita líquida	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04
1.1. (+) Receita bruta	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16
2. (-) Despesas	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12	2.248.070,12
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10
2.8. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93	2.259.333,93
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53	768.173,53
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39	1.491.160,39
6. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 4.348.897,00	1.926.050,09	1.926.050,09	1.926.050,09	1.926.050,09	1.926.050,09	1.926.050,09	1.926.050,09	1.926.050,09	1.926.050,09	1.926.050,09
8. FCL acumulado		1.926.050,09	3.852.100,18	5.778.150,27	7.704.200,36	9.630.250,45	11.556.300,54	13.482.350,64	15.408.400,73	17.334.450,82	19.260.500,91
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		1.926.050,09	1.649.721,71	1.413.037,86	1.210.310,80	1.036.668,78	887.939,00	760.547,32	651.432,40	557.972,07	477.920,41
10. FCLD acumulado		1.926.050,09	3.575.771,80	4.988.809,66	6.199.120,46	7.235.789,25	8.123.728,25	8.884.275,57	9.535.707,97	10.093.680,04	10.571.600,45

Análise - Wang											
Operação: 16h											
Capital de Giro para 1 ano											
Investimento no ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Investimento em capital de giro inicial	1.795.628,58										1.795.628,58
G. (=) Investimentos	6.144.525,58										
1. (-) Receitas líquidas		3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83
1.1. (+) Receita bruta		3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%		659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67
2. (-) Despesas		1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H16h)		501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H16h)		14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05
2.3. Despesas com compressão do H2 (H16h)		379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H16h)		169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H16h)		48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H16h)		56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H16h)		38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75
2.8. Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)		1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%		462.651,22	462.651,22	462.651,22	462.651,22	462.651,22	462.651,22	462.651,22	462.651,22	462.651,22	462.651,22
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda		898.087,66	898.087,66	898.087,66	898.087,66	898.087,66	898.087,66	898.087,66	898.087,66	898.087,66	898.087,66
6. (+) Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	-	6.144.525,58	1.332.977,36	1.332.977,36	1.332.977,36	1.332.977,36	1.332.977,36	1.332.977,36	1.332.977,36	1.332.977,36	3.128.605,95
8. FCL acumulado		1.332.977,36	2.665.954,73	3.998.932,09	5.331.909,45	6.664.886,82	7.997.864,18	9.330.841,55	10.663.818,91	11.996.796,27	15.125.402,22
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		1.332.977,36	1.141.736,50	977.932,76	837.629,77	717.455,91	614.523,26	526.358,26	450.842,19	386.160,33	776.316,58
10. FCLD acumulado		1.332.977,36	2.474.713,86	3.452.646,63	4.290.276,40	5.007.732,31	5.622.255,57	6.148.613,83	6.599.456,02	6.985.616,35	7.761.932,94

Análise - Wang											
Operação: 16h											
Capital de Giro para 6 meses											
Investimento no ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Investimento em capital de giro inicial	897.814,29										897.814,29
G. (=) Investimentos	5.246.711,29										
1. (-) Receitas líquidas	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83
1.1. (+) Receita bruta	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67
2. (-) Despesas	1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H16h)	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H16h)	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05
2.3. Despesas com compressão do H2 (H16h)	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H16h)	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H16h)	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H16h)	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H16h)	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75
2.8. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	462.651,22	462.651,22	462.651,22	462.651,22	462.651,22	462.651,22	462.651,22	462.651,22	462.651,22	462.651,22	462.651,22
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda	898.087,66	898.087,66	898.087,66	898.087,66	898.087,66	898.087,66	898.087,66	898.087,66	898.087,66	898.087,66	898.087,66
6. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 5.246.711,29	1.332.977,36	1.332.977,36	1.332.977,36	1.332.977,36	1.332.977,36	1.332.977,36	1.332.977,36	1.332.977,36	1.332.977,36	2.230.791,66
8. FCL acumulado	1.332.977,36	2.665.954,73	3.998.932,09	5.331.909,45	6.664.886,82	7.997.864,18	9.330.841,55	10.663.818,91	11.996.796,27	14.227.587,93	
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	1.332.977,36	1.141.736,50	977.932,76	837.629,77	717.455,91	614.523,26	526.358,26	450.842,19	386.160,33	553.537,45	
10. FCLD acumulado	1.332.977,36	2.474.713,86	3.452.646,63	4.290.276,40	5.007.732,31	5.622.255,57	6.148.613,83	6.599.456,02	6.985.616,35	7.539.153,80	

Análise - Wang											
Operação: 16h											
Sem capital de giro											
Investimento no ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Investimento em capital de giro inicial	-										
G. (=) Investimentos	4.348.897,00										
1. (-) Receitas líquidas		3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83
1.1. (+) Receita bruta		3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%		659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67
2. (-) Despesas		1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95	1.643.520,95
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H16h)		501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H16h)		14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05
2.3. Despesas com compressão do H2 (H16h)		379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H16h)		169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H16h)		48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H16h)		56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H16h)		38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75
2.8. Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)		1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88	1.360.738,88
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%		462.651,22	462.651,22	462.651,22	462.651,22	462.651,22	462.651,22	462.651,22	462.651,22	462.651,22	462.651,22
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda		898.087,66	898.087,66	898.087,66	898.087,66	898.087,66	898.087,66	898.087,66	898.087,66	898.087,66	898.087,66
6. (+) Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 4.348.897,00	1.332.977,36	1.332.977,36	1.332.977,36	1.332.977,36	1.332.977,36	1.332.977,36	1.332.977,36	1.332.977,36	1.332.977,36	1.332.977,36
8. FCL acumulado		1.332.977,36	2.665.954,73	3.998.932,09	5.331.909,45	6.664.886,82	7.997.864,18	9.330.841,55	10.663.818,91	11.996.796,27	13.329.773,64
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		1.332.977,36	1.141.736,50	977.932,76	837.629,77	717.455,91	614.523,26	526.358,26	450.842,19	386.160,33	330.758,32
10. FCLD acumulado		1.332.977,36	2.474.713,86	3.452.646,63	4.290.276,40	5.007.732,31	5.622.255,57	6.148.613,83	6.599.456,02	6.985.616,35	7.316.374,67

Análise - Wang

Operação: 12h

Capital de Giro para 1 ano

Investimento no ano 0

	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	1.346.714,67										1.346.714,67
G. (=) Investimentos	5.695.611,67										
1. (-) Receitas líquidas		2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08
1.1. (+) Receita bruta		2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%		494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82
2. (-) Despesas		1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)		376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)		11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)		284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)		126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)		36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (124h)		42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)		28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95
2.8. Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)		911.824,97	911.824,97	911.824,97	911.824,97	911.824,97	911.824,97	911.824,97	911.824,97	911.824,97	911.824,97
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%		310.020,49	310.020,49	310.020,49	310.020,49	310.020,49	310.020,49	310.020,49	310.020,49	310.020,49	310.020,49
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda		601.804,48	601.804,48	601.804,48	601.804,48	601.804,48	601.804,48	601.804,48	601.804,48	601.804,48	601.804,48
6. (+) Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 5.695.611,67	1.036.694,18	1.036.694,18	1.036.694,18	1.036.694,18	1.036.694,18	1.036.694,18	1.036.694,18	1.036.694,18	1.036.694,18	2.383.408,85
8. FCL acumulado		1.036.694,18	2.073.388,36	3.110.082,54	4.146.776,72	5.183.470,90	6.220.165,08	7.256.859,26	8.293.553,43	9.330.247,61	11.713.656,46
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		1.036.694,18	887.960,75	760.565,96	651.448,36	557.985,74	477.932,11	409.363,70	350.632,72	300.327,81	591.407,11
10. FCLD acumulado		1.036.694,18	1.924.654,93	2.685.220,89	3.336.669,24	3.894.654,99	4.372.587,10	4.781.950,80	5.132.583,51	5.432.911,32	6.024.318,44

Análise - Wang

Operação: 12h

Capital de Giro para 6 meses

Investimento no ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	673.357,33										673.357,33
G. (=) Investimentos	5.022.254,33										
1. (+) Receitas líquidas		2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08
1.1. (+) Receita bruta		2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%		494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82
2. (-) Despesas		1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)		376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)		11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)		284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)		126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)		36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (124h)		42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)		28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95
2.8. Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)		911.824,97	911.824,97	911.824,97	911.824,97	911.824,97	911.824,97	911.824,97	911.824,97	911.824,97	911.824,97
4. (-) IR (imposto de renda) - 34%		310.020,49	310.020,49	310.020,49	310.020,49	310.020,49	310.020,49	310.020,49	310.020,49	310.020,49	310.020,49
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda		601.804,48	601.804,48	601.804,48	601.804,48	601.804,48	601.804,48	601.804,48	601.804,48	601.804,48	601.804,48
6. (-) Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	-	5.022.254,33	1.036.694,18	1.036.694,18	1.036.694,18	1.036.694,18	1.036.694,18	1.036.694,18	1.036.694,18	1.036.694,18	1.710.051,51
8. FCL acumulado		1.036.694,18	2.073.388,36	3.110.082,54	4.146.776,72	5.183.470,90	6.220.165,08	7.256.859,26	8.293.553,43	9.330.247,61	11.040.299,13
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		1.036.694,18	887.960,75	760.565,96	651.448,36	557.985,74	477.932,11	409.363,70	350.632,72	300.327,81	424.323,60
10. FCLD acumulado		1.036.694,18	1.924.654,93	2.685.220,89	3.336.669,24	3.894.654,99	4.372.587,10	4.781.950,80	5.132.583,51	5.432.911,32	5.857.234,93

Análise - Wang

Operação: 12h

Sem capital de giro

Investimento no ano 0

	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	-										
G. (=) Investimentos	4.348.897,00										
1. (+) Receitas líquidas		2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08
1.1. (+) Receita bruta		2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%		494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82
2. (-) Despesas		1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11	1.341.361,11
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)		376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)		11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)		284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)		126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)		36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (124h)		42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)		28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95
2.8. Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)		911.824,97	911.824,97	911.824,97	911.824,97	911.824,97	911.824,97	911.824,97	911.824,97	911.824,97	911.824,97
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%		310.020,49	310.020,49	310.020,49	310.020,49	310.020,49	310.020,49	310.020,49	310.020,49	310.020,49	310.020,49
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda		601.804,48	601.804,48	601.804,48	601.804,48	601.804,48	601.804,48	601.804,48	601.804,48	601.804,48	601.804,48
6. (+) Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	-	4.348.897,00	1.036.694,18	1.036.694,18	1.036.694,18	1.036.694,18	1.036.694,18	1.036.694,18	1.036.694,18	1.036.694,18	1.036.694,18
8. FCL acumulado		1.036.694,18	2.073.388,36	3.110.082,54	4.146.776,72	5.183.470,90	6.220.165,08	7.256.859,26	8.293.553,43	9.330.247,61	10.366.941,79
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		1.036.694,18	887.960,75	760.565,96	651.448,36	557.985,74	477.932,11	409.363,70	350.632,72	300.327,81	257.240,09
10. FCLD acumulado		1.036.694,18	1.924.654,93	2.685.220,89	3.336.669,24	3.894.654,99	4.372.587,10	4.781.950,80	5.132.583,51	5.432.911,32	5.690.151,41

Análise - Wang											
Operação: 24h											
Capital de Giro para 1 ano											
Investimento Amortizado (CAPEX)											
	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento em capital de giro inicial	2.694.223,63										2.694.223,63
B. (=) Investimentos	2.694.223,63										
1. (+) Receitas líquidas	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04
1.1. (+) Receita bruta	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16
2. (-) Despesas	2.415.601,62	2.449.107,92	2.489.315,48	2.537.564,55	2.595.463,44	2.664.942,11	2.748.316,50	2.848.365,78	2.968.424,91	3.112.495,87	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	2.091.802,42	2.058.296,12	2.018.088,56	1.969.839,49	1.911.940,60	1.842.461,94	1.759.087,54	1.659.038,26	1.538.979,13	1.394.908,17	
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	711.212,82	699.820,68	686.150,11	669.745,43	650.059,81	626.437,06	598.089,76	564.073,01	523.252,91	474.268,78	
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6. (=) Lucro líquido após imposto de renda	510.810,20	522.202,34	535.872,91	552.277,60	571.963,22	598.585,96	623.933,26	657.950,01	698.770,12	747.754,24	
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 2.694.223,63	945.699,90	957.092,04	970.762,61	987.167,30	1.006.852,92	1.030.475,66	1.058.822,96	1.092.839,71	1.133.659,82	3.876.867,57
9. FCL acumulado		945.699,90	1.902.791,94	2.873.554,55	3.860.721,85	4.867.574,77	5.898.050,43	6.956.873,39	8.049.713,11	9.183.372,93	13.060.240,50
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		945.699,90	819.779,05	712.195,56	620.326,15	541.924,11	475.065,28	418.101,78	369.622,37	328.418,52	961.986,47
11. FCLD acumulado		945.699,90	1.765.478,95	2.477.674,51	3.098.000,67	3.639.924,78	4.114.990,06	4.533.091,84	4.902.714,21	5.231.132,73	6.193.119,20

Análise - Wang

Operação: 24h

Capital de Giro para 6 meses

Investimento Amortizado (CAPEX)

	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento em capital de giro inicial	1.347.111,81										1.347.111,81
B. (=) Investimentos	1.347.111,81										
1. (+) Receitas líquidas	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04
1.1. (+) Receita bruta	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16
2. (-) Despesas	2.415.601,62	2.449.107,92	2.489.315,48	2.537.564,55	2.595.463,44	2.664.942,11	2.748.316,50	2.848.365,78	2.968.424,91	3.112.495,87	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	2.091.802,42	2.058.296,12	2.018.088,56	1.969.839,49	1.911.940,60	1.842.461,94	1.759.087,54	1.659.038,26	1.538.979,13	1.394.908,17	
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	711.212,82	699.820,68	686.150,11	669.745,43	650.059,81	626.437,06	598.089,76	564.073,01	523.252,91	474.268,78	
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6. (=) Lucro líquido após imposto de renda	510.810,20	522.202,34	535.872,91	552.277,60	571.963,22	595.585,96	623.933,26	657.950,01	698.770,12	747.754,24	
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 1.347.111,81	945.699,90	957.092,04	970.762,61	987.167,30	1.006.852,92	1.030.475,66	1.058.822,96	1.092.839,71	1.133.659,82	2.529.755,76
9. FCL acumulado	945.699,90	1.902.791,94	2.873.554,55	3.860.721,85	4.867.574,77	5.898.050,43	6.956.873,39	8.049.713,11	9.183.372,93	11.713.128,68	
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	945.699,90	819.779,05	712.195,56	620.326,15	541.924,11	475.065,28	418.101,78	369.622,37	328.418,52	627.720,90	
11. FCLD acumulado	945.699,90	1.765.478,95	2.477.674,51	3.098.000,67	3.639.924,78	4.114.990,06	4.533.091,84	4.902.714,21	5.231.132,73	5.858.853,63	

Análise - Wang											
Operação: 24h											
Sem capital de giro											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento em capital de giro inicial	-										
B. (=) Investimentos	-										
1. (+) Receitas líquidas	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04	4.507.404,04
1.1. (+) Receita bruta	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20	5.496.834,20
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16	989.430,16
2. (-) Despesas	2.415.601,62	2.449.107,92	2.489.315,48	2.537.564,55	2.595.463,44	2.664.942,11	2.748.316,50	2.848.365,78	2.968.424,91	3.112.495,87	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04	752.827,04
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12	568.903,12
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04	253.700,04
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86	73.034,86
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68	84.566,68
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10	57.659,10
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	2.091.802,42	2.058.296,12	2.018.088,56	1.969.839,49	1.911.940,60	1.842.461,94	1.759.087,54	1.659.038,26	1.538.979,13	1.394.908,17	
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	711.212,82	699.820,68	686.150,11	669.745,43	650.059,81	626.437,06	598.089,76	564.073,01	523.252,91	474.268,78	
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6. (=) Lucro líquido após imposto de renda	510.810,20	522.202,34	535.872,91	552.277,60	571.963,22	595.585,96	623.933,26	657.950,01	698.770,12	747.754,24	
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	-	945.699,90	957.092,04	970.762,61	987.167,30	1.006.852,92	1.030.475,66	1.058.822,96	1.092.839,71	1.133.659,82	1.182.643,94
9. FCL acumulado	945.699,90	1.902.791,94	2.873.554,55	3.860.721,85	4.867.574,77	5.898.050,43	6.956.873,39	8.049.713,11	9.183.372,93	10.366.016,87	
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	945.699,90	819.779,05	712.195,56	620.326,15	541.924,11	475.065,28	418.101,78	369.622,37	328.418,52	293.455,33	
11. FCLD acumulado	945.699,90	1.765.478,95	2.477.674,51	3.098.000,67	3.639.924,78	4.114.990,06	4.533.091,84	4.902.714,21	5.231.132,73	5.524.588,06	

Análise - Wang

Operação: 16h

Capital de Giro para 1 ano

Investimento Amortizado (CAPEX)

	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	
A. (+) Capital de giro inicial	1.795.628,58										1.795.628,58	
B. (=) Investimentos	1.795.628,58											
1. (+) Receitas líquidas		3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	
1.1. (+) Receita bruta		3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%		659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	
2. (-) Despesas		1.811.052,45	1.844.558,75	1.884.766,31	1.933.015,38	1.990.914,27	2.060.392,93	2.143.767,33	2.243.816,61	2.363.875,74	2.507.946,70	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H16h)		501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H16h)		14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	
2.3. Despesas com compressão do H2 (H16h)		379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H16h)		169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H16h)		48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H16h)		56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H16h)		38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	
2.8. Parcela do Principal da amortização		167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)		1.193.207,38	1.159.701,08	1.119.493,52	1.071.244,45	1.013.345,56	943.866,90	860.492,50	760.443,22	640.384,09	496.313,13	
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%		405.690,51	394.298,37	380.627,80	364.223,11	344.537,49	320.914,75	292.567,45	258.550,70	217.730,59	168.746,47	
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price		869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda		- 82.262,53	- 70.870,39	- 57.199,81	- 40.795,13	- 21.109,51	2.513,24	30.860,53	64.877,29	105.697,39	154.681,52	
7. (+) Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL		- 1.795.628,58	352.627,17	364.019,31	377.689,89	394.094,57	413.780,19	437.402,94	465.750,23	499.766,99	540.587,09	
9. FCL acumulado			352.627,17	716.646,49	1.094.336,37	1.488.430,94	1.902.211,13	2.339.614,07	2.805.364,30	3.305.131,29	3.845.718,38	4.435.289,60
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD			352.627,17	311.793,85	277.090,46	247.645,12	222.711,24	201.649,55	183.912,71	169.032,16	156.606,78	146.293,24
11. FCLD acumulado			352.627,17	664.421,02	941.511,48	1.189.156,60	1.411.867,85	1.613.517,39	1.797.430,10	1.966.462,26	2.123.069,04	2.269.362,28

Análise - Wang											
Operação: 16h											
Capital de Giro para 6 meses											
Investimento Amortizado (CAPEX)											
	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	897.814,29										897.814,29
B. (=) Investimentos	897.814,29										
1. (+) Receitas líquidas		3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83
1.1. (-) Receita bruta		3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%		659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67
2. (-) Despesas		1.811.052,45	1.844.558,75	1.884.766,31	1.933.015,38	1.990.914,27	2.060.392,93	2.143.767,33	2.243.816,61	2.363.875,74	2.507.946,70
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H16h)		501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H16h)		14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05
2.3. Despesas com compressão do H2 (H16h)		379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H16h)		169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H16h)		48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H16h)		56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H16h)		38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75
2.8. Parcela do Principal da amortização		167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75
2.9. Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)		1.193.207,38	1.159.701,08	1.119.493,52	1.071.244,45	1.013.345,56	943.866,90	860.492,50	760.443,22	640.384,09	496.313,13
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%		405.690,51	394.298,37	380.627,80	364.223,11	344.537,49	320.914,75	292.567,45	258.550,70	217.730,59	168.746,47
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price		869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda		-	82.262,53	-	70.870,39	-	57.199,81	-	40.795,13	-	21.109,51
7. (+) Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL		-	897.814,29	352.627,17	364.019,31	377.689,89	394.094,57	413.780,19	437.402,94	465.750,23	499.766,99
9. FCL acumulado			352.627,17	716.646,49	1.094.336,37	1.488.430,94	1.902.211,13	2.339.614,07	2.805.364,30	3.305.131,29	3.845.718,38
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD			352.627,17	311.793,85	277.090,46	247.645,12	222.711,24	201.649,55	183.912,71	169.032,16	156.606,78
11. FCLD acumulado			352.627,17	664.421,02	941.511,48	1.189.156,60	1.411.867,85	1.613.517,39	1.797.430,10	1.966.462,26	2.123.069,04

Análise - Wang

Operação: 16h

Sem capital de giro

Investimento Amortizado (CAPEX)

	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	
A. (+) Capital de giro inicial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
B. (=) Investimentos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1. (+) Receitas líquidas		3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	3.004.259,83	
1.1. (+) Receita bruta		3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	3.663.731,50	
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%		659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	659.471,67	
2. (-) Despesas		1.811.052,45	1.844.558,75	1.884.766,31	1.933.015,38	1.990.914,27	2.060.392,93	2.143.767,33	2.243.816,61	2.363.875,74	2.507.946,70	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H16h)		501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	501.884,70	
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H16h)		14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	
2.3. Despesas com compressão do H2 (H16h)		379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	379.183,40	
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H16h)		169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	169.095,30	
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H16h)		48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	48.678,95	
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H16h)		56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	56.365,10	
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H16h)		38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	38.430,75	
2.8. Parcela do Principal da amortização		167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)		1.193.207,38	1.159.701,08	1.119.493,52	1.071.244,45	1.013.345,56	943.866,90	860.492,50	760.443,22	640.384,09	496.313,13	
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%		405.690,51	394.298,37	380.627,80	364.223,11	344.537,49	320.914,75	292.567,45	258.550,70	217.730,59	168.746,47	
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price		869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda		-	82.262,53	70.870,39	57.199,81	40.795,13	21.109,51	2.513,24	30.860,53	64.877,29	105.697,39	154.681,52
7. (=) Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL		-	352.627,17	364.019,31	377.689,89	394.094,57	413.780,19	437.402,94	465.750,23	499.766,99	540.587,09	589.571,22
9. FCL acumulado		352.627,17	716.646,49	1.094.336,37	1.488.430,94	1.902.211,13	2.339.614,07	2.805.364,30	3.305.131,29	3.845.718,38	4.435.289,60	
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		352.627,17	311.793,85	277.090,46	247.645,12	222.711,24	201.649,55	183.912,71	169.032,16	156.606,78	146.293,24	
11. FCLD acumulado		352.627,17	664.421,02	941.511,48	1.189.156,60	1.411.867,85	1.613.517,39	1.797.430,10	1.966.462,26	2.123.069,04	2.269.362,28	

Análise - Wang											
Operação: 12h											
Capital de Giro para 1 ano											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
F. (+) Capital de giro inicial	1.346.714,67										1.346.714,67
G. (=) Investimentos	1.346.714,67										
1. (-) Receitas líquidas	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08
1.1. (+) Receita bruta	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82
2. (-) Despesas	1.508.892,61	1.542.398,91	1.582.606,47	1.630.855,54	1.688.754,43	1.758.233,10	1.841.607,49	1.941.656,77	2.061.715,90	2.205.786,86	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (124h)	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	744.293,47	710.787,17	670.579,61	622.330,53	564.431,65	494.952,98	411.578,58	311.529,31	191.470,18	47.399,22	
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	253.059,78	241.667,64	227.997,07	211.592,38	191.906,76	168.284,01	139.936,72	105.919,96	65.099,86	16.115,73	
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	- 378.545,71	- 367.153,57	- 353.483,00	- 337.078,31	- 317.392,69	- 293.769,95	- 265.422,65	- 231.405,90	- 190.585,79	- 141.601,67	
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 1.346.714,67	56.343,99	67.736,13	81.406,70	97.811,39	117.497,01	141.119,75	169.467,05	203.483,80	244.303,91	1.640.002,70
9. FCL acumulado	56.343,99	124.080,12	205.486,82	303.298,20	420.795,21	561.914,96	731.382,01	934.865,82	1.179.169,72	2.819.172,42	
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	56.343,99	58.018,10	59.723,65	61.463,71	63.241,08	65.058,40	66.918,15	68.822,69	70.774,25	406.942,04	
11. FCLD acumulado	56.343,99	114.362,09	174.085,74	235.549,45	298.790,52	363.848,92	430.767,07	499.589,76	570.364,01	977.306,05	

Análise - Wang											
Operação: 12h											
Capital de Giro para 6 meses											
Investimento Amortizado (CAPEX)											
	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
F. (+) Capital de giro inicial	673.357,33										673.357,33
G. (=) Investimentos	673.357,33										
I. (+) Receitas líquidas		2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08
1.1. (+) Receita bruta		2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%		494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82
2. (-) Despesas		1.508.892,61	1.542.398,91	1.582.606,47	1.630.855,54	1.688.754,43	1.758.233,10	1.841.607,49	1.941.656,77	2.061.715,90	2.205.786,86
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)		376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)		11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)		284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)		126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)		36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (124h)		42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)		28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95
2.8. Parcela do Principal da amortização		167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75
2.9. Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)		744.293,47	710.787,17	670.579,61	622.330,53	564.431,65	494.952,98	411.578,58	311.529,31	191.470,18	47.399,22
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%		253.059,78	241.667,64	227.997,07	211.592,38	191.906,76	168.284,01	139.936,72	105.919,96	65.099,86	16.115,73
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price		869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda		- 378.545,71	- 367.153,57	- 353.483,00	- 337.078,31	- 317.392,69	- 293.769,95	- 265.422,65	- 231.405,90	- 190.585,79	- 141.601,67
7. (+) Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL		- 673.357,33	56.343,99	67.736,13	81.406,70	97.811,39	117.497,01	141.119,75	169.467,05	203.483,80	244.303,91
9. FCL acumulado		56.343,99	124.080,12	205.486,82	303.298,20	420.795,21	561.914,96	731.382,01	934.865,82	1.179.169,72	2.145.815,09
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		56.343,99	58.018,10	59.723,65	61.463,71	63.241,08	65.058,40	66.918,15	68.822,69	70.774,25	239.858,53
11. FCLD acumulado		56.343,99	114.362,09	174.085,74	235.549,45	298.790,52	363.848,92	430.767,07	499.589,76	570.364,01	810.222,54

Análise - Wang											
Operação: 12h											
Sem capital de giro											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
F. (+) Capital de giro inicial	-										-
G. (=) Investimentos	-										
1. (-) Receitas líquidas		2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08	2.253.186,08
1.1. (+) Receita bruta		2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90	2.747.787,90
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%		494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82	494.601,82
2. (-) Despesas		1.508.892,61	1.542.398,91	1.582.606,47	1.630.855,54	1.688.754,43	1.758.233,10	1.841.607,49	1.941.656,77	2.061.715,90	2.205.786,86
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)		376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52	376.413,52
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)		11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)		284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44	284.386,44
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)		126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98	126.820,98
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)		36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07	36.509,07
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (124h)		42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66	42.273,66
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)		28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95	28.822,95
2.8. Parcela do Principal da amortização		167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75
2.9. Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)		744.293,47	710.787,17	670.579,61	622.330,53	564.431,65	494.952,98	411.578,58	311.529,31	191.470,18	47.399,22
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%		253.059,78	241.667,64	227.997,07	211.592,38	191.906,76	168.284,01	139.936,72	105.919,96	65.099,86	16.115,73
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price		869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	-	378.545,71	367.153,57	353.483,00	337.078,31	317.392,69	293.769,95	265.422,65	231.405,90	190.585,79	141.601,67
7. (-) Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	-	56.343,99	67.736,13	81.406,70	97.811,39	117.497,01	141.119,75	169.467,05	203.483,80	244.303,91	293.288,03
9. FCL acumulado		56.343,99	124.080,12	205.486,82	303.298,20	420.795,21	561.914,96	731.382,01	934.865,82	1.179.169,72	1.472.457,76
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		56.343,99	58.018,10	59.723,65	61.463,71	63.241,08	65.058,40	66.918,15	68.822,69	70.774,25	72.775,02
11. FCLD acumulado		56.343,99	114.362,09	174.085,74	235.549,45	298.790,52	363.848,92	430.767,07	499.589,76	570.364,01	643.139,03

Apêndice K

O Apêndice K representa o fluxo de caixa descontado realizado em relação a planta de distribuição de H₂ referente a entrada de biogás baseado no estudo de Barana e Cereda (2000).

Análise - Barana Operação: 24h Capital de Giro para 1 ano Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	1.561.592,25										1.561.592,25
G. (+) Investimentos	5.910.489,25										
1. (+) Receitas líquidas	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56
1.1. (+) Receita bruta	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34
2. (-) Despesas	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95
2.8. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	383.078,87	383.078,87	383.078,87	383.078,87	383.078,87	383.078,87	383.078,87	383.078,87	383.078,87	383.078,87	383.078,87
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda	743.623,68	743.623,68	743.623,68	743.623,68	743.623,68	743.623,68	743.623,68	743.623,68	743.623,68	743.623,68	743.623,68
6. (-) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 5.910.489,25	1.178.513,38	1.178.513,38	1.178.513,38	1.178.513,38	1.178.513,38	1.178.513,38	1.178.513,38	1.178.513,38	1.178.513,38	2.740.105,63
8. FCL acumulado	1.178.513,38	2.357.026,76	3.535.540,15	4.714.053,53	5.892.566,91	7.071.080,29	8.249.593,67	9.428.107,05	10.606.620,44	11.785.133,82	13.346.726,07
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	1.178.513,38	1.009.433,30	864.610,97	740.566,14	634.317,89	543.312,97	465.364,43	398.599,08	341.412,49	291.105,63	240.105,63
10. FCLD acumulado	1.178.513,38	2.187.946,69	3.052.557,66	3.793.123,79	4.427.441,68	4.970.754,65	5.436.119,08	5.834.718,16	6.176.130,65	6.487.236,14	6.866.046,71

Análise - Barana											
Operação: 24h											
Capital de Giro para 6 meses											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Recipiente para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	780.796,12										780.796,12
G. (=) Investimentos	5.129.693,12										
1. (+) Receitas líquidas	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56
1.1. (+) Receita bruta	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34
2. (-) Despesas	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95
2.8. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	383.078,87	383.078,87	383.078,87	383.078,87	383.078,87	383.078,87	383.078,87	383.078,87	383.078,87	383.078,87	383.078,87
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda	743.623,68	743.623,68	743.623,68	743.623,68	743.623,68	743.623,68	743.623,68	743.623,68	743.623,68	743.623,68	743.623,68
6. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 5.129.693,12	1.178.513,38	1.178.513,38	1.178.513,38	1.178.513,38	1.178.513,38	1.178.513,38	1.178.513,38	1.178.513,38	1.178.513,38	1.959.309,51
8. FCL acumulado	1.178.513,38	2.357.026,76	3.535.540,15	4.714.053,53	5.892.566,91	7.071.080,29	8.249.593,67	9.428.107,05	10.606.620,44	12.565.929,94	
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	1.178.513,38	1.009.433,30	864.610,97	740.566,14	634.317,89	543.312,97	465.364,43	398.599,08	341.412,49	486.173,23	
10. FCLD acumulado	1.178.513,38	2.187.946,69	3.052.557,65	3.793.123,79	4.427.441,68	4.970.754,65	5.436.119,08	5.834.718,16	6.176.130,65	6.662.303,88	

Análise - Barana											
Operação: 24h											
Sem capital de giro											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	-										
G. (=) Investimentos	4.348.897,00										
1. (+) Receitas líquidas		2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56
1.1. (+) Receita bruta		3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%		589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34
2. (-) Despesas		1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01	1.560.111,01
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)		484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)		22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)		339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)		151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)		43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)		50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)		34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95
2.8. Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)		1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55	1.126.702,55
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%		383.078,87	383.078,87	383.078,87	383.078,87	383.078,87	383.078,87	383.078,87	383.078,87	383.078,87	383.078,87
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda		743.623,68	743.623,68	743.623,68	743.623,68	743.623,68	743.623,68	743.623,68	743.623,68	743.623,68	743.623,68
6. (+) Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 4.348.897,00	1.178.513,38	1.178.513,38	1.178.513,38	1.178.513,38	1.178.513,38	1.178.513,38	1.178.513,38	1.178.513,38	1.178.513,38	1.178.513,38
8. FCL acumulado		1.178.513,38	2.357.026,76	3.535.540,15	4.714.053,53	5.892.566,91	7.071.080,29	8.249.593,67	9.428.107,05	10.606.620,44	11.785.133,82
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		1.178.513,38	1.009.433,30	864.610,97	740.566,14	634.317,89	543.312,97	465.364,43	398.599,08	341.412,49	292.430,40
10. FCLD acumulado		1.178.513,38	2.187.946,69	3.052.557,65	3.793.123,79	4.427.441,68	4.970.754,65	5.436.119,08	5.834.718,16	6.176.130,65	6.468.561,05

Análise - Barana											
Operação: 16h											
Capital de Giro para 1 ano											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	1.041.058,49										1.041.058,49
G. (=) Investimentos	5.389.955,49										
1. (+) Receitas líquidas		1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13
1.1. (+) Receita bruta		2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%		393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37
2. (-) Despesas		1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H16h)		322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H16h)		14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05
2.3. Despesas com compressão do H2 (H16h)		226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H16h)		100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H16h)		29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H16h)		33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H16h)		22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25
2.8. Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)		606.168,79	606.168,79	606.168,79	606.168,79	606.168,79	606.168,79	606.168,79	606.168,79	606.168,79	606.168,79
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%		206.097,39	206.097,39	206.097,39	206.097,39	206.097,39	206.097,39	206.097,39	206.097,39	206.097,39	206.097,39
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda		400.071,40	400.071,40	400.071,40	400.071,40	400.071,40	400.071,40	400.071,40	400.071,40	400.071,40	400.071,40
6. (+) Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 5.389.955,49	834.961,10	834.961,10	834.961,10	834.961,10	834.961,10	834.961,10	834.961,10	834.961,10	834.961,10	1.876.019,59
8. FCL acumulado		834.961,10	1.669.922,20	2.504.883,30	3.339.844,41	4.174.805,51	5.009.766,61	5.844.727,71	6.679.688,81	7.514.649,91	9.390.669,50
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		834.961,10	715.170,11	612.565,40	524.681,29	449.405,81	384.930,03	329.704,53	282.402,16	241.886,22	465.506,09
10. FCLD acumulado		834.961,10	1.550.131,21	2.162.696,61	2.687.377,90	3.136.783,71	3.521.713,75	3.851.418,27	4.133.820,44	4.375.706,66	4.841.212,75

Análise - Barana											
Operação: 16h											
Capital de Giro para 6 meses											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial											520.529,25
G. (=) Investimentos	4.869.426,25										
1. (+) Receitas líquidas		1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13
1.1. (+) Receita bruta		2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%		393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37
2. (-) Despesas		1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H16h)		322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H16h)		14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05
2.3. Despesas com compressão do H2 (H16h)		226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H16h)		100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H16h)		29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H16h)		33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H16h)		22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25
2.8. Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)		606.168,79	606.168,79	606.168,79	606.168,79	606.168,79	606.168,79	606.168,79	606.168,79	606.168,79	606.168,79
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%		206.097,39	206.097,39	206.097,39	206.097,39	206.097,39	206.097,39	206.097,39	206.097,39	206.097,39	206.097,39
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda		400.071,40	400.071,40	400.071,40	400.071,40	400.071,40	400.071,40	400.071,40	400.071,40	400.071,40	400.071,40
6. (-) Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	-	4.869.426,25	834.961,10	834.961,10	834.961,10	834.961,10	834.961,10	834.961,10	834.961,10	834.961,10	1.355.490,35
8. FCL acumulado		834.961,10	1.669.922,20	2.504.883,30	3.339.844,41	4.174.805,51	5.009.766,61	5.844.727,71	6.679.688,81	7.514.649,91	8.870.140,26
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		834.961,10	715.170,11	612.565,40	524.681,29	449.405,81	384.930,03	329.704,53	282.402,16	241.886,22	336.344,57
10. FCLD acumulado		834.961,10	1.550.131,21	2.162.696,61	2.687.377,90	3.136.783,71	3.521.713,75	3.851.418,27	4.133.820,44	4.375.706,66	4.712.051,23

Análise - Barana											
Operação: 16h											
Sem capital de giro											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Recaptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	-										
G. (=) Investimentos	4.348.897,00										
1. (+) Receitas líquidas	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13
1.1. (+) Receita bruta	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37
2. (-) Despesas	1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34	1.185.036,34
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H16h)	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H16h)	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05
2.3. Despesas com compressão do H2 (H16h)	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H16h)	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H16h)	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H16h)	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H16h)	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25
2.8. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	606.168,79	606.168,79	606.168,79	606.168,79	606.168,79	606.168,79	606.168,79	606.168,79	606.168,79	606.168,79	606.168,79
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	206.097,39	206.097,39	206.097,39	206.097,39	206.097,39	206.097,39	206.097,39	206.097,39	206.097,39	206.097,39	206.097,39
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda	400.071,40	400.071,40	400.071,40	400.071,40	400.071,40	400.071,40	400.071,40	400.071,40	400.071,40	400.071,40	400.071,40
6. (-) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 4.348.897,00	834.961,10	834.961,10	834.961,10	834.961,10	834.961,10	834.961,10	834.961,10	834.961,10	834.961,10	834.961,10
8. FCL acumulado	834.961,10	1.669.922,20	2.504.883,30	3.339.844,41	4.174.805,51	5.009.766,61	5.844.727,71	6.679.688,81	7.514.649,91	8.349.611,01	9.184.572,11
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	834.961,10	715.170,11	612.565,40	524.681,29	449.405,81	384.930,03	329.704,53	282.402,16	241.886,22	207.183,06	172.899,77
10. FCLD acumulado	834.961,10	1.550.131,21	2.162.696,61	2.687.377,90	3.136.783,71	3.521.713,75	3.851.418,27	4.133.820,44	4.375.706,66	4.582.889,72	4.754.990,49

Análise - Barana											
Operação: 12h											
Capital de Giro para 1 ano											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	780.791,61										780.791,61
C. (=) Investimentos	5.129.688,61										
1. (+) Receitas líquidas	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92
1.1. (+) Receita bruta	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88
2. (-) Despesas	997.499,00	997.499,00	997.499,00	997.499,00	997.499,00	997.499,00	997.499,00	997.499,00	997.499,00	997.499,00	997.499,00
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H12h)	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90
2.8. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	345.901,91	345.901,91	345.901,91	345.901,91	345.901,91	345.901,91	345.901,91	345.901,91	345.901,91	345.901,91	345.901,91
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	117.606,65	117.606,65	117.606,65	117.606,65	117.606,65	117.606,65	117.606,65	117.606,65	117.606,65	117.606,65	117.606,65
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda	228.295,26	228.295,26	228.295,26	228.295,26	228.295,26	228.295,26	228.295,26	228.295,26	228.295,26	228.295,26	228.295,26
6. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 5.129.688,61	663.184,96	663.184,96	663.184,96	663.184,96	663.184,96	663.184,96	663.184,96	663.184,96	663.184,96	1.443.976,57
8. FCL acumulado	663.184,96	1.326.369,92	1.989.554,88	2.652.739,85	3.315.924,81	3.979.109,77	4.642.294,73	5.305.479,69	5.968.664,65	6.631.849,61	7.295.826,18
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	663.184,96	568.038,51	486.542,62	416.738,86	356.949,77	305.738,57	261.874,57	224.303,70	192.123,09	161.411,50	131.800,21
10. FCLD acumulado	663.184,96	1.231.223,47	1.717.766,09	2.134.504,96	2.491.454,73	2.797.193,30	3.059.067,87	3.283.371,57	3.475.494,66	3.626.686,22	3.744.886,73

Análise - Barana											
Operação: 12h											
Capital de Giro para 6 meses											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	390.395,81										390.395,81
C. (=) Investimentos	4.739.292,81										
1. (+) Receitas líquidas		1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92
1.1. (+) Receita bruta		1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%		294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88
2. (-) Despesas		997.499,00	997.499,00	997.499,00	997.499,00	997.499,00	997.499,00	997.499,00	997.499,00	997.499,00	997.499,00
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)		242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)		11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)		169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)		75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)		21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H12h)		25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)		17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90
2.8. Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)		345.901,91	345.901,91	345.901,91	345.901,91	345.901,91	345.901,91	345.901,91	345.901,91	345.901,91	345.901,91
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%		117.606,65	117.606,65	117.606,65	117.606,65	117.606,65	117.606,65	117.606,65	117.606,65	117.606,65	117.606,65
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda		228.295,26	228.295,26	228.295,26	228.295,26	228.295,26	228.295,26	228.295,26	228.295,26	228.295,26	228.295,26
6. (+) Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 4.739.292,81	663.184,96	663.184,96	663.184,96	663.184,96	663.184,96	663.184,96	663.184,96	663.184,96	663.184,96	1.053.580,77
8. FCL acumulado		663.184,96	1.326.369,92	1.989.554,88	2.652.739,85	3.315.924,81	3.979.109,77	4.642.294,73	5.305.479,69	5.968.664,65	7.022.245,42
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		663.184,96	568.038,51	486.542,62	416.738,86	356.949,77	305.738,57	261.874,57	224.303,70	192.123,09	261.430,25
10. FCLD acumulado		663.184,96	1.231.223,47	1.717.766,09	2.134.504,96	2.491.454,73	2.797.193,30	3.059.067,87	3.283.371,57	3.475.494,66	3.736.924,91

Análise - Barana											
Operação: 12h											
Sem capital de giro											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Recetáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	-										
G. (=) Investimentos	4.348.897,00										
1. (+) Receitas líquidas		1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92
1.1. (+) Receita bruta		1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%		294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88
2. (-) Despesas		997.499,00	997.499,00	997.499,00	997.499,00	997.499,00	997.499,00	997.499,00	997.499,00	997.499,00	997.499,00
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)		242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)		11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)		169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)		75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)		21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H12h)		25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)		17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90
2.8. Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)		345.901,91	345.901,91	345.901,91	345.901,91	345.901,91	345.901,91	345.901,91	345.901,91	345.901,91	345.901,91
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%		117.606,65	117.606,65	117.606,65	117.606,65	117.606,65	117.606,65	117.606,65	117.606,65	117.606,65	117.606,65
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda		228.295,26	228.295,26	228.295,26	228.295,26	228.295,26	228.295,26	228.295,26	228.295,26	228.295,26	228.295,26
6. (-) Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 4.348.897,00	663.184,96	663.184,96	663.184,96	663.184,96	663.184,96	663.184,96	663.184,96	663.184,96	663.184,96	663.184,96
8. FCL acumulado		663.184,96	1.326.369,92	1.989.554,88	2.652.739,85	3.315.924,81	3.979.109,77	4.642.294,73	5.305.479,69	5.968.664,65	6.631.849,61
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		663.184,96	568.038,51	486.542,62	416.738,86	356.949,77	305.738,57	261.874,57	224.303,70	192.123,09	164.559,39
10. FCLD acumulado		663.184,96	1.231.223,47	1.717.766,09	2.134.504,96	2.491.454,73	2.797.193,30	3.059.067,87	3.283.371,57	3.475.494,66	3.640.054,05

Análise - Barana											
Operação: 24h											
Capital de Giro para 1 ano											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial											1.561.592,25
B. (=) Investimentos											1.561.592,25
1. (+) Receitas líquidas	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56
1.1. (+) Receita bruta	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34
2. (-) Despesas	1.727.642,51	1.761.148,81	1.801.356,37	1.849.605,45	1.907.504,33	1.976.983,00	2.060.357,39	2.160.406,67	2.280.465,80	2.424.536,76	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	959.171,05	925.664,75	885.457,19	837.208,11	779.309,23	709.830,56	626.456,16	526.406,89	406.347,76	262.276,80	
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	326.118,16	314.726,01	301.055,44	284.650,76	264.965,14	241.342,39	212.995,10	178.978,34	138.158,24	89.174,11	
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	- 236.726,51	- 225.334,37	- 211.663,80	- 195.259,11	- 175.573,49	- 151.950,74	- 123.603,45	- 89.586,70	- 48.766,59	217,54	
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 1.561.592,25	198.163,19	209.555,33	223.225,90	239.630,59	259.316,21	282.938,96	311.286,25	345.303,00	386.123,11	1.996.699,48
9. FCL acumulado	198.163,19	407.718,52	630.944,43	870.575,01	1.129.891,22	1.412.830,18	1.724.116,43	2.069.419,43	2.455.542,54	4.452.242,03	
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	198.163,19	179.490,65	163.768,67	150.581,49	139.573,22	130.439,25	122.918,88	116.789,05	111.858,94	495.450,99	
11. FCLD acumulado	198.163,19	377.653,84	541.422,51	692.003,99	831.577,22	962.016,47	1.084.935,35	1.201.724,40	1.313.583,34	1.809.034,33	

Análise - Barana											
Operação: 24h											
Capital de Giro para 6 meses											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	780.796,12										780.796,12
B. (=) Investimentos	780.796,12										
1. (+) Receitas líquidas	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56
1.1. (+) Receita bruta	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34
2. (-) Despesas	1.727.642,51	1.761.148,81	1.801.356,37	1.849.605,45	1.907.504,33	1.976.983,00	2.060.357,39	2.160.406,67	2.280.465,80	2.424.536,76	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	959.171,05	925.664,75	885.457,19	837.208,11	779.309,23	709.830,56	626.456,16	526.406,89	406.347,76	262.276,80	
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	326.118,16	314.726,01	301.055,44	284.650,76	264.965,14	241.342,39	212.995,10	178.978,34	138.158,24	89.174,11	
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	- 236.726,51	- 225.334,37	- 211.663,80	- 195.259,11	- 175.573,49	- 151.950,74	- 123.603,45	- 89.586,70	- 48.766,59	217,54	
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 780.796,12	198.163,19	209.555,33	223.225,90	239.630,59	259.316,21	282.938,96	311.286,25	345.303,00	386.123,11	1.215.903,36
9. FCL acumulado	198.163,19	407.718,52	630.944,43	870.575,01	1.129.891,22	1.412.830,18	1.724.116,43	2.069.419,43	2.455.542,54	3.671.445,90	
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	198.163,19	179.490,65	163.768,67	150.581,49	139.573,22	130.439,25	122.918,88	116.789,05	111.858,94	301.708,16	
11. FCLD acumulado	198.163,19	377.653,84	541.422,51	692.003,99	831.577,22	962.016,47	1.084.935,35	1.201.724,40	1.313.583,34	1.615.291,50	

Análise - Barana

Operação: 24h

Sem capital de giro

Investimento Amortizado (CAPEX)

	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	-										-
B. (=) Investimentos	-										
1. (+) Receitas líquidas	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56	2.686.813,56
1.1. (+) Receita bruta	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90	3.276.601,90
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34	589.788,34
2. (-) Despesas	1.727.642,51	1.761.148,81	1.801.356,37	1.849.605,45	1.907.504,33	1.976.983,00	2.060.357,39	2.160.406,67	2.280.465,80	2.424.536,76	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64	484.072,64
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84	339.116,84
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78	151.227,78
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27	43.535,27
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26	50.409,26
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95	34.369,95
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	959.171,05	925.664,75	885.457,19	837.208,11	779.309,23	709.830,56	626.456,16	526.406,89	406.347,76	262.276,80	
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	326.118,16	314.726,01	301.055,44	284.650,76	264.965,14	241.342,39	212.995,10	178.978,34	138.158,24	89.174,11	
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	- 236.726,51	- 225.334,37	- 211.663,80	- 195.259,11	- 175.573,49	- 151.950,74	- 123.603,45	- 89.586,70	- 48.766,59	217,54	
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 198.163,19	209.555,33	223.225,90	239.630,59	259.316,21	282.938,96	311.286,25	345.303,00	386.123,11	435.107,24	
9. FCL acumulado	198.163,19	407.718,52	630.944,43	870.575,01	1.129.891,22	1.412.830,18	1.724.116,43	2.069.419,43	2.455.542,54	2.890.649,78	
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	198.163,19	179.490,65	163.768,67	150.581,49	139.573,22	130.439,25	122.918,88	116.789,05	111.858,94	107.965,33	
11. FCLD acumulado	198.163,19	377.653,84	541.422,51	692.003,99	831.577,22	962.016,47	1.084.935,35	1.201.724,40	1.313.583,34	1.421.548,66	

Análise - Barana

Operação: 16h

Capital de Giro para 1 ano

Investimento Amortizado (CAPEX)

	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	
A. (+) Capital de giro inicial	1.041.058,49										1.041.058,49	
B. (=) Investimentos	1.041.058,49											
1. (-) Receitas líquidas		1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	
1.1. (+) Receita bruta		2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%		393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	
2. (-) Despesas		1.352.567,84	1.386.074,14	1.426.281,70	1.474.530,78	1.532.429,66	1.601.908,33	1.685.282,72	1.785.332,00	1.905.391,13	2.049.462,09	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H16h)		322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H16h)		14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	
2.3. Despesas com compressão do H2 (H16h)		226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H16h)		100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H16h)		29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H16h)		33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H16h)		22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	
2.8. Parcela do Principal da amortização		167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)		438.637,29	405.130,99	364.923,43	316.674,35	258.775,47	189.296,80	105.922,41	5.873,13	- 114.186,00	- 258.256,96	
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%		149.136,68	137.744,54	124.073,97	107.669,28	87.983,66	64.360,91	36.013,62	1.996,86	- 38.823,24	- 87.807,37	
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price		869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda		- 580.278,79	- 568.886,65	- 555.216,08	- 538.811,39	- 519.125,77	- 495.503,02	- 467.155,73	- 433.138,98	- 392.318,87	- 343.334,74	
7. (+) Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL		- 1.041.058,49	- 145.389,09	- 133.996,95	- 120.326,38	- 103.921,69	- 84.236,07	- 60.613,32	- 32.266,03	1.750,72	42.570,83	1.132.613,45
9. FCL acumulado		- 145.389,09	- 279.386,04	- 399.712,41	- 503.634,11	- 587.870,18	- 648.483,50	- 680.749,53	- 678.998,81	- 636.427,98	496.185,47	
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		- 145.389,09	- 114.772,55	- 88.276,90	- 65.303,36	- 45.338,85	- 27.943,68	- 12.741,02	592,13	12.332,67	281.041,02	
11. FCLD acumulado		- 145.389,09	- 260.161,64	- 348.438,53	- 413.741,90	- 459.080,75	- 487.024,43	- 499.765,45	- 499.173,32	- 486.840,65	205.799,64	

Análise - Barana											
Operação: 16h											
Sem capital de giro											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	-										-
B. (=) Investimentos	-										
1. (+) Receitas líquidas	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13	1.791.205,13
1.1. (+) Receita bruta	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50	2.184.396,50
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37	393.191,37
2. (-) Despesas	1.352.567,84	1.386.074,14	1.426.281,70	1.474.530,78	1.532.429,66	1.601.908,33	1.685.282,72	1.785.332,00	1.905.391,13	2.049.462,09	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H16h)	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H16h)	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05
2.3. Despesas com compressão do H2 (H16h)	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40	226.077,40
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H16h)	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30	100.818,30
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H16h)	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45	29.023,45
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H16h)	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10	33.606,10
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H16h)	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25	22.913,25
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	438.637,29	405.130,99	364.923,43	316.674,35	258.775,47	189.296,80	105.922,41	5.873,13	-	114.186,00	-
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	149.136,68	137.744,54	124.073,97	107.669,28	87.983,66	64.360,91	36.013,62	1.996,86	-	38.823,24	-
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	-	580.278,79	-	555.216,08	-	519.125,77	-	467.155,73	-	392.318,87	-
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	-	-	145.389,09	-	133.996,95	-	120.326,38	-	103.921,69	-	84.236,07
9. FCL acumulado	-	-	145.389,09	-	279.386,04	-	399.712,41	-	503.634,11	-	587.870,18
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	-	-	145.389,09	-	114.772,55	-	88.276,90	-	65.303,36	-	45.338,85
11. FCLD acumulado	-	-	145.389,09	-	260.161,64	-	348.438,53	-	413.741,90	-	459.080,75

Análise - Barana											
Operação: 12h											
Capital de Giro para 1 ano											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	780.791,61										780.791,61
B. (=) Investimentos	780.791,61										
1. (+) Receitas líquidas	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92
1.1. (+) Receita bruta	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88
2. (-) Despesas	1.165.030,51	1.198.536,81	1.238.744,37	1.286.993,44	1.344.892,33	1.414.370,99	1.497.745,39	1.597.794,67	1.717.853,80	1.861.924,76	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H12h)	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	178.370,41	144.864,11	104.656,55	56.407,48	- 1.491,41	- 70.970,08	- 154.344,47	- 254.393,75	- 374.452,88	- 518.523,84	
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	60.645,94	49.253,80	35.583,23	19.178,54	- 507,08	- 24.129,83	- 52.477,12	- 86.493,87	- 127.313,98	- 176.298,11	
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	- 752.054,93	- 740.662,79	- 726.992,22	- 710.587,53	- 690.901,91	- 667.279,17	- 638.931,87	- 604.915,12	- 564.095,01	- 515.110,89	
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 780.791,61	- 317.165,23	- 305.773,09	- 292.102,52	- 275.697,83	- 256.012,21	- 232.389,47	- 204.042,17	- 170.025,42	- 129.205,31	700.570,43
9. FCL acumulado	- 317.165,23	- 622.938,32	- 915.040,83	- 1.190.738,67	- 1.446.750,88	- 1.679.140,34	- 1.883.182,51	- 2.053.207,93	- 2.182.413,24	- 1.481.842,81	
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	- 317.165,23	- 261.904,14	- 214.299,68	- 173.245,79	- 137.794,89	- 107.135,15	- 80.570,97	- 57.506,33	- 37.430,47	173.836,03	
11. FCLD acumulado	- 317.165,23	- 579.069,37	- 793.369,05	- 966.614,84	- 1.104.409,73	- 1.211.544,89	- 1.292.115,86	- 1.349.622,18	- 1.387.052,65	- 1.213.216,62	

Análise - Barana											
Operação: 12h											
Capital de Giro para 6 meses											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	390.395,81										390.395,81
B. (=) Investimentos	390.395,81										
1. (+) Receitas líquidas		1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92
1.1. (+) Receita bruta		1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%		294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88
2. (-) Despesas		1.165.030,51	1.198.536,81	1.238.744,37	1.286.993,44	1.344.892,33	1.414.370,99	1.497.745,39	1.597.794,67	1.717.853,80	1.861.924,76
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)		242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)		11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)		169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)		75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)		21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H12h)		25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)		17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90
2.8. Parcela do Principal da amortização		167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75
2.9. Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)		178.370,41	144.864,11	104.656,55	56.407,48	- 1.491,41	- 70.970,08	- 154.344,47	- 254.393,75	- 374.452,88	- 518.523,84
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%		60.645,94	49.253,80	35.583,23	19.178,54	- 507,08	- 24.129,83	- 52.477,12	- 86.493,87	- 127.313,98	- 176.298,11
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price		869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda		- 752.054,93	- 740.662,79	- 726.992,22	- 710.587,53	- 690.901,91	- 667.279,17	- 638.931,87	- 604.915,12	- 564.095,01	- 515.110,89
7. (+) Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL		- 390.395,81	- 317.165,23	- 305.773,09	- 292.102,82	- 275.697,83	- 256.012,21	- 232.389,47	- 204.042,17	- 170.025,42	- 129.205,31
9. FCL acumulado		- 317.165,23	- 622.938,32	- 915.040,83	- 1.190.738,67	- 1.446.750,88	- 1.679.140,34	- 1.883.182,51	- 2.053.207,93	- 2.182.413,24	- 1.872.238,62
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		- 317.165,23	- 261.904,14	- 214.299,68	- 173.245,79	- 137.794,89	- 107.135,15	- 80.570,97	- 57.506,33	- 37.430,47	- 76.965,17
11. FCLD acumulado		- 317.165,23	- 579.069,37	- 793.369,05	- 966.614,84	- 1.104.409,73	- 1.211.544,89	- 1.292.115,86	- 1.349.622,18	- 1.387.052,65	- 1.310.087,48

Análise - Barana											
Operação: 12h											
Sem capital de giro											
Investimento Amortizado (CAPEX)											
	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	-										-
B. (=) Investimentos	-										
1. (+) Receitas líquidas	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92	1.343.400,92
1.1. (+) Receita bruta	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80	1.638.293,80
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88	294.892,88
2. (-) Despesas	1.165.030,51	1.198.536,81	1.238.744,37	1.286.993,44	1.344.892,33	1.414.370,99	1.497.745,39	1.597.794,67	1.717.853,80	1.861.924,76	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32	242.036,32
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68	169.557,68
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56	75.613,56
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54	21.767,54
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H12h)	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52	25.204,52
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90	17.184,90
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	178.370,41	144.864,11	104.656,55	56.407,48	-	1.491,41	-	70.970,08	-	154.344,47	-
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	60.645,94	49.253,80	35.583,23	19.178,54	-	507,08	-	24.129,83	-	52.477,12	-
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	-	752.054,93	-	726.992,22	-	710.587,53	-	690.901,91	-	667.279,17	-
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	-	317.165,23	-	305.773,09	-	292.102,52	-	275.697,83	-	256.012,21	-
9. FCL acumulado	-	317.165,23	-	622.938,32	-	915.040,83	-	1.190.738,67	-	1.446.750,88	-
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	-	317.165,23	-	261.904,14	-	214.299,68	-	173.245,79	-	137.794,89	-
11. FCLD acumulado	-	317.165,23	-	579.069,37	-	793.369,05	-	966.614,84	-	1.104.409,73	-

Apêndice L

O Apêndice L representa o fluxo de caixa descontado realizado em relação a planta de distribuição de H₂ referente a entrada de biogás baseado no estudo de Lacerda (1991).

Análise - Lacerda											
Operação: 24h											
Capital de Giro para 1 ano											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (-) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (-) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (-) Investimento - Recaptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	1.479.462,95										1.479.462,95
C. (=) Investimentos	5.828.359,95										
1. (-) Receitas líquidas		2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09
1.1. (+) Receita bruta		3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%		560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51
2. (-) Despesas		1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)		462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)		22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)		322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)		143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)		41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)		47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)		32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30
2.8. Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)		1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%		355.154,91	355.154,91	355.154,91	355.154,91	355.154,91	355.154,91	355.154,91	355.154,91	355.154,91	355.154,91
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda		689.418,35	689.418,35	689.418,35	689.418,35	689.418,35	689.418,35	689.418,35	689.418,35	689.418,35	689.418,35
6. (+) Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	-	5.828.359,95	1.124.308,05	1.124.308,05	1.124.308,05	1.124.308,05	1.124.308,05	1.124.308,05	1.124.308,05	1.124.308,05	2.603.771,00
8. FCL acumulado		1.124.308,05	2.248.616,09	3.372.924,14	4.497.232,18	5.621.540,23	6.746.848,27	7.870.156,32	8.994.464,37	10.118.772,41	12.722.543,41
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		1.124.308,05	963.004,75	824.843,47	706.504,04	605.142,65	518.323,47	443.960,14	380.265,65	325.709,33	646.086,67
10. FCLD acumulado		1.124.308,05	2.087.312,80	2.912.156,26	3.618.660,31	4.223.802,95	4.742.126,42	5.186.086,57	5.566.352,21	5.892.061,55	6.538.148,22

Análise - Lacerda											
Operação: 24h											
Capital de Giro para 6 meses											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	739.731,48										739.731,48
G. (=) Investimentos	5.088.628,48										
1. (+) Receitas líquidas	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09
1.1. (+) Receita bruta	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60
1.2. (-) Impostos (PIS, COFINS, CSLL, ICMS) - 18%	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51
2. (-) Despesas	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30
2.8. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25
4. (-) IR (imposto de renda) - 34%	355.154,91	355.154,91	355.154,91	355.154,91	355.154,91	355.154,91	355.154,91	355.154,91	355.154,91	355.154,91	355.154,91
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda	689.418,35	689.418,35	689.418,35	689.418,35	689.418,35	689.418,35	689.418,35	689.418,35	689.418,35	689.418,35	689.418,35
6. (-) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 5.088.628,48	1.124.308,05	1.124.308,05	1.124.308,05	1.124.308,05	1.124.308,05	1.124.308,05	1.124.308,05	1.124.308,05	1.124.308,05	1.864.039,52
8. FCL acumulado	1.124.308,05	2.248.616,09	3.372.924,14	4.497.232,18	5.621.540,23	6.745.848,27	7.870.156,32	8.994.464,37	10.118.772,41	11.243.080,46	12.367.119,98
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	1.124.308,05	963.004,75	824.843,47	706.504,04	605.142,65	518.323,47	443.960,14	380.265,65	325.709,33	276.260,02	232.260,02
10. FCLD acumulado	1.124.308,05	2.087.312,80	2.912.156,26	3.618.660,31	4.223.802,95	4.742.126,42	5.186.086,57	5.566.352,21	5.892.061,55	6.165.821,57	6.398.081,59

Análise - Lacerda											
Operação: 24h											
Sem capital de giro											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	-										
G. (=) Investimentos	4.348.897,00										
1. (+) Receitas líquidas	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09
1.1. (+) Receita bruta	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51
2. (-) Despesas	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84	1.507.496,84
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30
2.8. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25	1.044.573,25
4. (-) IR (imposto de renda) - 34%	355.154,91	355.154,91	355.154,91	355.154,91	355.154,91	355.154,91	355.154,91	355.154,91	355.154,91	355.154,91	355.154,91
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda	689.418,35	689.418,35	689.418,35	689.418,35	689.418,35	689.418,35	689.418,35	689.418,35	689.418,35	689.418,35	689.418,35
6. (-) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 4.348.897,00	1.124.308,05	1.124.308,05	1.124.308,05	1.124.308,05	1.124.308,05	1.124.308,05	1.124.308,05	1.124.308,05	1.124.308,05	1.124.308,05
8. FCL acumulado		1.124.308,05	2.248.616,09	3.372.924,14	4.497.232,18	5.621.540,23	6.745.848,27	7.870.156,32	8.994.464,37	10.118.772,41	11.243.080,46
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		1.124.308,05	963.004,75	824.843,47	706.504,04	605.142,65	518.323,47	443.960,14	380.265,65	325.709,33	278.980,16
10. FCLD acumulado		1.124.308,05	2.087.312,80	2.912.156,26	3.618.660,31	4.223.802,95	4.742.126,42	5.186.086,57	5.566.352,21	5.892.061,55	6.171.041,71

Análise - Lacerda											
Operação: 16h											
Capital de Giro para 1 ano											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	986.302,62										986.302,62
C. (=) Investimentos	5.335.199,62										
1. (+) Receitas líquidas		1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24
1.1. (+) Receita bruta		2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%		373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96
2. (-) Despesas		1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H16h)		308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H16h)		14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05
2.3. Despesas com compressão do H2 (H16h)		214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H16h)		95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H16h)		27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H16h)		31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H16h)		21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10
2.8. Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)		551.412,92	551.412,92	551.412,92	551.412,92	551.412,92	551.412,92	551.412,92	551.412,92	551.412,92	551.412,92
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%		187.480,39	187.480,39	187.480,39	187.480,39	187.480,39	187.480,39	187.480,39	187.480,39	187.480,39	187.480,39
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda		363.932,52	363.932,52	363.932,52	363.932,52	363.932,52	363.932,52	363.932,52	363.932,52	363.932,52	363.932,52
6. (+) Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 5.335.199,62	798.822,22	798.822,22	798.822,22	798.822,22	798.822,22	798.822,22	798.822,22	798.822,22	798.822,22	1.785.124,84
8. FCL acumulado		798.822,22	1.597.644,45	2.396.466,67	3.195.288,90	3.994.111,12	4.792.933,35	5.591.755,57	6.390.577,80	7.189.400,02	8.974.524,87
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		798.822,22	684.216,04	586.052,28	501.971,98	429.954,58	368.269,45	315.434,22	270.179,20	231.416,88	442.951,92
10. FCLD acumulado		798.822,22	1.483.038,26	2.069.090,54	2.571.062,52	3.001.017,10	3.369.286,55	3.684.720,77	3.954.899,97	4.186.316,85	4.629.268,77

Análise - Lacerda											
Operação: 16h											
Capital de Giro para 6 meses											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	493.151,31										493.151,31
G. (=) Investimentos	4.842.048,31										
1. (+) Receitas líquidas	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24
1.1. (+) Receita bruta	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96
2. (-) Despesas	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H16h)	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H16h)	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05
2.3. Despesas com compressão do H2 (H16h)	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H16h)	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H16h)	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H16h)	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H16h)	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10
2.8. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	551.412,92	551.412,92	551.412,92	551.412,92	551.412,92	551.412,92	551.412,92	551.412,92	551.412,92	551.412,92	551.412,92
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	187.480,39	187.480,39	187.480,39	187.480,39	187.480,39	187.480,39	187.480,39	187.480,39	187.480,39	187.480,39	187.480,39
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda	363.932,52	363.932,52	363.932,52	363.932,52	363.932,52	363.932,52	363.932,52	363.932,52	363.932,52	363.932,52	363.932,52
6. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 4.842.048,31	798.822,22	798.822,22	798.822,22	798.822,22	798.822,22	798.822,22	798.822,22	798.822,22	798.822,22	1.291.973,53
8. FCL acumulado	798.822,22	1.597.644,45	2.396.466,67	3.195.288,90	3.994.111,12	4.792.933,35	5.591.755,57	6.390.577,80	7.189.400,02	7.988.222,24	8.787.195,77
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	798.822,22	684.216,04	586.052,28	501.971,98	429.954,58	368.269,45	315.434,22	270.179,20	231.416,88	197.192,53	163.889,70
10. FCLD acumulado	798.822,22	1.483.038,26	2.069.090,54	2.571.062,52	3.001.017,10	3.369.286,55	3.684.720,77	3.954.899,97	4.186.316,85	4.373.519,38	4.506.900,68

Análise - Lacerda											
Operação: 16h											
Sem capital de giro											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	-										
G. (=) Investimentos	4.348.897,00										
1. (+) Receitas líquidas	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24
1.1. (+) Receita bruta	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96
2. (-) Despesas	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33	1.149.959,33
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H16h)	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H16h)	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05
2.3. Despesas com compressão do H2 (H16h)	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H16h)	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H16h)	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86
2.6. Despesas com o rasfriamento do H2 (H16h)	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H16h)	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10
2.8. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	551.412,92	551.412,92	551.412,92	551.412,92	551.412,92	551.412,92	551.412,92	551.412,92	551.412,92	551.412,92	551.412,92
4. (-) IR (imposto de renda) - 34%	187.480,39	187.480,39	187.480,39	187.480,39	187.480,39	187.480,39	187.480,39	187.480,39	187.480,39	187.480,39	187.480,39
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda	363.932,52	363.932,52	363.932,52	363.932,52	363.932,52	363.932,52	363.932,52	363.932,52	363.932,52	363.932,52	363.932,52
6. (-) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 4.348.897,00	798.822,22	798.822,22	798.822,22	798.822,22	798.822,22	798.822,22	798.822,22	798.822,22	798.822,22	798.822,22
8. FCL acumulado	798.822,22	1.597.644,45	2.396.466,67	3.195.288,90	3.994.111,12	4.792.933,35	5.591.755,57	6.390.577,80	7.189.400,02	7.988.222,25	8.787.044,47
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	798.822,22	684.216,04	586.052,28	501.971,98	429.954,58	368.269,45	315.434,22	270.179,20	231.416,88	198.215,74	171.100,00
10. FCLD acumulado	798.822,22	1.483.038,26	2.069.090,54	2.571.062,52	3.001.017,10	3.369.286,55	3.684.720,77	3.954.899,97	4.186.316,85	4.384.532,59	4.555.632,59

Análise - Lacerda											
Operação: 12h											
Capital de Giro para 1 ano											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	739.722,45										739.722,45
G. (=) Investimentos	5.088.619,45										
1. (+) Receitas líquidas	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32
1.1. (+) Receita bruta	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68
2. (-) Despesas	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80
2.6. Despesas com o rasfriamento do H2 (H12h)	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00
2.8. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75
4. (-) IR (imposto de renda) - 34%	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61
6. (-) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 5.088.619,45	636.079,31	636.079,31	636.079,31	636.079,31	636.079,31	636.079,31	636.079,31	636.079,31	636.079,31	1.375.801,76
8. FCL acumulado	636.079,31	1.272.158,63	1.908.237,94	2.544.317,26	3.180.396,57	3.816.475,89	4.452.555,20	5.088.634,52	5.724.713,83	6.360.793,14	7.000.515,60
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	636.079,31	544.821,68	466.656,69	399.705,94	342.360,55	293.242,44	251.171,26	215.135,98	184.270,65	158.121,32	341.384,55
10. FCLD acumulado	636.079,31	1.180.901,00	1.647.557,69	2.047.263,63	2.389.624,18	2.682.866,62	2.934.037,87	3.149.173,85	3.333.444,50	3.501.565,82	3.674.829,05

Análise - Lacerda											
Operação: 12h											
Capital de Giro para 6 meses											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	369.861,22										369.861,22
G. (=) Investimentos	4.718.758,22										
1. (+) Receitas líquidas	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32
1.1. (+) Receita bruta	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68
2. (-) Despesas	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H12h)	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00
2.8. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75
4. (-) IR (imposto de renda) - 34%	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61
6. (-) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 4.718.758,22	636.079,31	636.079,31	636.079,31	636.079,31	636.079,31	636.079,31	636.079,31	636.079,31	636.079,31	1.005.940,54
8. FCL acumulado	636.079,31	1.272.158,63	1.908.237,94	2.544.317,26	3.180.396,57	3.816.475,89	4.452.555,20	5.088.634,52	5.724.713,83	6.360.793,14	6.996.872,68
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	636.079,31	544.821,68	466.656,69	399.705,94	342.360,55	293.242,44	251.171,26	215.135,98	184.270,65	158.241,32	131.706,87
10. FCLD acumulado	636.079,31	1.180.901,00	1.647.557,69	2.047.263,63	2.389.624,18	2.682.866,62	2.934.037,87	3.149.173,85	3.333.444,50	3.505.285,82	3.656.592,69

Análise - Lacerda											
Operação: 12h											
Sem capital de giro											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	-										
G. (=) Investimentos	4.348.897,00										
1. (+) Receitas líquidas	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32
1.1. (+) Receita bruta	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68
2. (-) Despesas	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57	971.190,57
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80
2.6. Despesas com o rasfriamento do H2 (H12h)	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00
2.8. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75	304.832,75
4. (-) IR (imposto de renda) - 34%	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13	103.643,13
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61	201.189,61
6. (-) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 4.348.897,00	636.079,31	636.079,31	636.079,31	636.079,31	636.079,31	636.079,31	636.079,31	636.079,31	636.079,31	636.079,31
8. FCL acumulado	636.079,31	1.272.158,63	1.908.237,94	2.544.317,26	3.180.396,57	3.816.475,89	4.452.555,20	5.088.634,52	5.724.713,83	6.360.793,15	6.996.872,47
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	636.079,31	544.821,68	466.656,69	399.705,94	342.360,55	293.242,44	251.171,26	215.135,98	184.270,65	157.833,53	132.148,04
10. FCLD acumulado	636.079,31	1.180.901,00	1.647.557,69	2.047.263,63	2.389.624,18	2.682.866,62	2.934.037,87	3.149.173,85	3.333.444,50	3.491.278,03	3.613.426,07

Análise - Lacerda											
Operação: 24h											
Capital de Giro para 1 ano											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial											1.479.462,95
B. (=) Investimentos											1.479.462,95
1. (+) Receitas líquidas	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09
1.1. (+) Receita bruta	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51
2. (-) Despesas	1.675.028,34	1.708.534,64	1.748.742,20	1.796.991,28	1.854.890,16	1.924.368,83	2.007.743,23	2.107.792,50	2.227.851,63	2.371.922,59	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	877.041,75	843.535,45	803.327,89	755.078,82	697.179,93	627.701,26	544.326,87	444.277,59	324.218,46	180.147,50	
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	298.194,19	286.802,05	273.131,48	256.726,80	237.041,18	213.418,43	185.071,13	151.054,38	110.234,28	61.250,15	
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	- 290.931,85	- 279.539,70	- 265.869,13	- 249.464,45	- 229.778,83	- 206.156,08	- 177.808,79	- 143.792,03	- 102.971,93	- 53.987,80	
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 1.479.462,95	143.957,85	155.350,00	169.020,57	185.425,25	205.110,87	228.733,62	257.080,91	291.097,67	331.917,77	1.860.364,85
9. FCL acumulado	143.957,85	299.307,85	468.328,42	653.753,67	858.864,54	1.087.598,16	1.344.679,08	1.635.776,75	1.967.694,52	3.828.059,37	
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	143.957,85	133.062,10	124.001,17	116.519,39	110.397,98	105.449,75	101.514,60	98.455,62	96.155,78	461.621,60	
11. FCLD acumulado	143.957,85	277.019,95	401.021,12	517.540,51	627.938,49	733.388,24	834.902,84	933.358,46	1.029.514,24	1.491.135,84	

Análise - Lacerda											
Operação: 24h											
Capital de Giro para 6 meses											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	739.731,48										739.731,48
B. (=) Investimentos	739.731,48										
1. (+) Receitas líquidas	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09
1.1. (+) Receita bruta	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51
2. (-) Despesas	1.675.028,34	1.708.534,64	1.748.742,20	1.796.991,28	1.854.890,16	1.924.368,83	2.007.743,23	2.107.792,50	2.227.851,63	2.371.922,59	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	877.041,75	843.535,45	803.327,89	755.078,82	697.179,93	627.701,26	544.326,87	444.277,59	324.218,46	180.147,50	
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	298.194,19	286.802,05	273.131,48	256.726,80	237.041,18	213.418,43	185.071,13	151.054,38	110.234,28	61.250,15	
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	- 290.931,85	- 279.539,70	- 265.869,13	- 249.464,45	- 229.778,83	- 206.156,08	- 177.808,79	- 143.792,03	- 102.971,93	- 53.987,80	
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 739.731,48	143.957,85	155.350,00	169.020,57	185.425,25	205.110,87	228.733,62	257.080,91	291.097,67	331.917,77	1.120.633,37
9. FCL acumulado	143.957,85	299.307,85	468.328,42	653.753,67	858.864,54	1.087.598,16	1.344.679,08	1.635.776,75	1.967.694,52	3.088.327,89	
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	143.957,85	133.062,10	124.001,17	116.519,39	110.397,98	105.449,75	101.514,60	98.455,62	96.155,78	278.068,34	
11. FCLD acumulado	143.957,85	277.019,95	401.021,12	517.540,51	627.938,49	733.388,24	834.902,84	933.358,46	1.029.514,24	1.307.582,58	

Análise - Lacerda											
Operação: 24h											
Sem capital de giro											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	-										-
B. (=) Investimentos	-										
1. (+) Receitas líquidas	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09	2.552.070,09
1.1. (+) Receita bruta	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60	3.112.280,60
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51	560.210,51
2. (-) Despesas	1.675.028,34	1.708.534,64	1.748.742,20	1.796.991,28	1.854.890,16	1.924.368,83	2.007.743,23	2.107.792,50	2.227.851,63	2.371.922,59	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17	462.484,17
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16	322.110,16
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72	143.643,72
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98	41.351,98
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24	47.881,24
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30	32.646,30
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	877.041,75	843.535,45	803.327,89	755.078,82	697.179,93	627.701,26	544.326,87	444.277,59	324.218,46	180.147,50	
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	298.194,19	286.802,05	273.131,48	256.726,80	237.041,18	213.418,43	185.071,13	151.054,38	110.234,28	61.250,15	
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	- 290.931,85	- 279.539,70	- 265.869,13	- 249.464,45	- 229.778,83	- 206.156,08	- 177.808,79	- 143.792,03	- 102.971,93	- 53.987,80	
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 143.957,85	155.350,00	169.020,57	185.425,25	205.110,87	228.733,62	257.080,91	291.097,67	331.917,77	380.901,90	
9. FCL acumulado	143.957,85	299.307,85	468.328,42	653.753,67	858.864,54	1.087.598,16	1.344.679,08	1.635.776,75	1.967.694,52	2.348.596,42	
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	143.957,85	133.062,10	124.001,17	116.519,39	110.397,98	105.449,75	101.514,60	98.455,62	96.155,78	94.515,09	
11. FCLD acumulado	143.957,85	277.019,95	401.021,12	517.540,51	627.938,49	733.388,24	834.902,84	933.358,46	1.029.514,24	1.124.029,32	

Análise - Lacerda											
Operação: 16h											
Capital de Giro para 1 ano											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	986.302,62										986.302,62
B. (=) Investimentos	986.302,62										
1. (+) Receitas líquidas	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24
1.1. (+) Receita bruta	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96
2. (-) Despesas	1.317.490,83	1.350.997,13	1.391.204,69	1.439.453,76	1.497.352,65	1.566.831,31	1.650.205,71	1.750.254,99	1.870.314,12	2.014.385,08	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H16h)	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H16h)	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05
2.3. Despesas com compressão do H2 (H16h)	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H16h)	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H16h)	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H16h)	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H16h)	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	383.881,41	350.375,11	310.167,55	261.918,48	204.019,59	134.540,93	51.166,53	- 48.882,74	- 168.941,88	- 313.012,83	
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	130.519,68	119.127,54	105.456,97	89.052,28	69.366,66	45.743,92	17.396,62	- 16.620,13	- 57.440,24	- 106.424,36	
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	- 616.417,67	- 605.025,52	- 591.354,95	- 574.950,27	- 555.264,65	- 531.641,90	- 503.294,61	- 469.277,85	- 428.457,75	- 379.473,62	
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 986.302,62	- 181.527,97	- 170.135,82	- 156.465,25	- 140.060,57	- 120.374,95	- 96.752,20	- 68.404,91	- 34.388,15	6.431,95	1.041.718,70
9. FCL acumulado	-	- 181.527,97	- 351.663,79	- 508.129,04	- 648.189,61	- 768.564,56	- 865.316,76	- 933.721,67	- 968.109,82	- 961.677,87	80.040,83
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	-	- 181.527,97	- 145.726,62	- 114.790,02	- 88.012,67	- 64.790,09	- 44.604,27	- 27.011,33	- 11.630,83	1.863,32	258.486,85
11. FCLD acumulado	-	- 181.527,97	- 327.254,58	- 442.044,60	- 530.057,28	- 594.847,36	- 639.451,63	- 666.462,96	- 678.093,78	- 676.230,46	417.743,61

Análise - Lacerda											
Operação: 16h											
Capital de Giro para 6 meses											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	493.151,31										493.151,31
B. (=) Investimentos	493.151,31										
1. (+) Receitas líquidas		1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24
1.1. (+) Receita bruta		2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%		373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96
2. (-) Despesas		1.317.490,83	1.350.997,13	1.391.204,69	1.439.453,76	1.497.352,65	1.566.831,31	1.650.205,71	1.750.254,99	1.870.314,12	2.014.385,08
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H16h)		308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H16h)		14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05
2.3. Despesas com compressão do H2 (H16h)		214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H16h)		95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H16h)		27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H16h)		31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H16h)		21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10
2.8. Parcela do Principal da amortização		167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75
2.9. Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)		383.881,41	350.375,11	310.167,55	261.918,48	204.019,59	134.540,93	51.166,53	- 48.882,74	- 168.941,88	- 313.012,83
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%		130.519,68	119.127,54	105.456,97	89.052,28	69.366,66	45.743,92	17.396,62	- 16.620,13	- 57.440,24	- 106.424,36
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price		869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda		- 616.417,67	- 605.025,52	- 591.354,95	- 574.950,27	- 555.264,65	- 531.641,90	- 503.294,61	- 469.277,85	- 428.457,75	- 379.473,62
7. (+) Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL		- 493.151,31	- 181.527,97	- 170.135,82	- 156.465,25	- 140.060,57	- 120.374,95	- 96.752,20	- 68.404,91	- 34.388,15	6.431,95
9. FCL acumulado		- 181.527,97	- 351.663,79	- 508.129,04	- 648.189,61	- 768.564,56	- 866.316,76	- 933.721,67	- 968.109,82	- 961.677,87	- 413.110,48
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		- 181.527,97	- 145.726,62	- 114.790,02	- 88.012,67	- 64.790,09	- 44.604,27	- 27.011,33	- 11.630,83	1.863,32	136.118,76
11. FCLD acumulado		- 181.527,97	- 327.254,58	- 442.044,60	- 530.057,28	- 594.847,36	- 639.451,63	- 666.462,96	- 678.093,78	- 676.230,46	- 540.111,70

Análise - Lacerda											
Operação: 16h											
Sem capital de giro											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	-										
B. (=) Investimentos	-										
1. (+) Receitas líquidas	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24	1.701.372,24
1.1. (+) Receita bruta	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20	2.074.844,20
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96	373.471,96
2. (-) Despesas	1.317.490,83	1.350.997,13	1.391.204,69	1.439.453,76	1.497.352,65	1.566.831,31	1.650.205,71	1.750.254,99	1.870.314,12	2.014.385,08	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H16h)	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78	308.322,78
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H16h)	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05
2.3. Despesas com compressão do H2 (H16h)	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12	214.739,12
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H16h)	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04	95.762,04
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H16h)	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86	27.567,86
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H16h)	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68	31.920,68
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H16h)	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10	21.764,10
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	383.881,41	350.375,11	310.167,55	261.918,48	204.019,59	134.540,93	51.166,53	- 48.882,74	- 168.941,88	- 313.012,83	
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	130.519,68	119.127,54	105.456,97	89.052,28	69.366,66	45.743,92	17.396,62	- 16.620,13	- 57.440,24	- 106.424,36	
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	- 616.417,67	- 605.025,52	- 591.354,95	- 574.950,27	- 555.264,65	- 531.641,90	- 503.294,61	- 469.277,85	- 428.457,75	- 379.473,62	
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 181.527,97	- 170.135,82	- 156.465,25	- 140.060,57	- 120.374,95	- 96.752,20	- 68.404,91	- 34.388,15	6.431,95	55.416,08	
9. FCL acumulado	- 181.527,97	- 351.663,79	- 508.129,04	- 648.189,61	- 768.564,56	- 865.316,76	- 933.721,67	- 968.109,82	- 961.677,87	- 906.261,79	
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	- 181.527,97	- 145.726,62	- 114.790,02	- 88.012,67	- 64.790,09	- 44.604,27	- 27.011,33	- 11.630,83	1.863,32	13.750,67	
11. FCLD acumulado	- 181.527,97	- 327.254,58	- 442.044,60	- 530.057,28	- 594.847,36	- 639.451,63	- 666.462,96	- 678.093,78	- 676.230,46	- 662.479,79	

Análise - Lacerda											
Operação: 12h											
Capital de Giro para 1 ano											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	739.722,45										739.722,45
B. (=) Investimentos	739.722,45										
1. (+) Receitas líquidas	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32
1.1. (+) Receita bruta	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68
2. (-) Despesas	1.138.722,07	1.172.228,37	1.212.435,93	1.260.685,01	1.318.583,89	1.388.062,56	1.471.436,95	1.571.486,23	1.691.545,36	1.835.616,32	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H12h)	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	137.301,25	103.794,95	63.587,39	15.338,31	- 42.560,57	- 112.039,24	- 195.413,63	- 295.462,91	- 415.522,04	- 559.593,00	
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	46.682,42	35.290,28	21.619,71	5.215,03	- 14.470,59	- 38.093,34	- 66.440,64	- 100.457,39	- 141.277,49	- 190.261,62	
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	- 779.160,58	- 767.768,43	- 754.097,86	- 737.693,18	- 718.007,56	- 694.384,81	- 666.037,52	- 632.020,76	- 591.200,66	- 542.216,53	
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 739.722,45	- 344.270,88	- 332.878,73	- 319.208,16	- 302.803,48	- 283.117,86	- 259.495,11	- 231.147,82	- 197.131,06	- 156.310,96	632.395,62
9. FCL acumulado	- 344.270,88	- 677.149,61	- 996.357,77	- 1.299.161,25	- 1.582.279,11	- 1.841.774,22	- 2.072.922,04	- 2.270.053,10	- 2.426.364,06	- 1.793.968,44	
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	- 344.270,88	- 285.120,97	- 234.185,61	- 190.278,71	- 152.384,12	- 119.631,28	- 91.274,29	- 66.674,05	- 45.282,91	156.919,48	
11. FCLD acumulado	- 344.270,88	- 629.391,85	- 863.577,46	- 1.053.856,17	- 1.206.240,29	- 1.325.871,56	- 1.417.145,85	- 1.483.819,90	- 1.529.102,81	- 1.372.183,34	

Análise - Lacerda											
Operação: 12h											
Capital de Giro para 6 meses											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	369.861,22										369.861,22
B. (=) Investimentos	369.861,22										
1. (+) Receitas líquidas	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32
1.1. (+) Receita bruta	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68
2. (-) Despesas	1.138.722,07	1.172.228,37	1.212.435,93	1.260.685,01	1.318.583,89	1.388.062,56	1.471.436,95	1.571.486,23	1.691.545,36	1.835.616,32	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H12h)	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	137.301,25	103.794,95	63.587,39	15.338,31	- 42.560,57	- 112.039,24	- 195.413,63	- 295.462,91	- 415.522,04	- 559.593,00	
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	46.682,42	35.290,28	21.619,71	5.215,03	- 14.470,59	- 38.093,34	- 66.440,64	- 100.457,39	- 141.277,49	- 190.261,62	
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	- 779.160,58	- 767.768,43	- 754.097,86	- 737.693,18	- 718.007,56	- 694.384,81	- 666.037,52	- 632.020,76	- 591.200,66	- 542.216,53	
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 369.861,22	- 344.270,88	- 332.878,73	- 319.208,16	- 302.803,48	- 283.117,86	- 259.495,11	- 231.147,82	- 197.131,06	- 156.310,96	262.534,39
9. FCL acumulado	- 344.270,88	- 677.149,61	- 996.357,77	- 1.299.161,25	- 1.582.279,11	- 1.841.774,22	- 2.072.922,04	- 2.270.053,10	- 2.426.364,06	- 2.163.829,67	
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	- 344.270,88	- 285.120,97	- 234.185,61	- 190.278,71	- 152.384,12	- 119.631,28	- 91.274,29	- 66.674,05	- 45.282,91	65.143,97	
11. FCLD acumulado	- 344.270,88	- 629.391,85	- 863.577,46	- 1.053.856,17	- 1.206.240,29	- 1.325.871,56	- 1.417.145,85	- 1.483.819,90	- 1.529.102,81	- 1.463.958,84	

Análise - Lacerda											
Operação: 12h											
Sem capital de giro											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	-										-
B. (=) Investimentos	-										
1. (+) Receitas líquidas	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32	1.276.023,32
1.1. (+) Receita bruta	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00	1.556.126,00
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68	280.102,68
2. (-) Despesas	1.138.722,07	1.172.228,37	1.212.435,93	1.260.685,01	1.318.583,89	1.388.062,56	1.471.436,95	1.571.486,23	1.691.545,36	1.835.616,32	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08	231.242,08
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60	161.053,60
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20	71.821,20
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80	20.675,80
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H12h)	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40	23.940,40
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00	16.323,00
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	137.301,25	103.794,95	63.587,39	15.338,31	-	42.560,57	-	112.039,24	-	195.413,63	-
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	46.682,42	35.290,28	21.619,71	5.215,03	-	14.470,59	-	38.093,34	-	66.440,64	-
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	-	779.160,58	-	754.097,86	-	737.693,18	-	718.007,56	-	694.384,81	-
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	-	344.270,88	-	332.878,73	-	319.208,16	-	302.803,48	-	283.117,86	-
9. FCL acumulado	-	344.270,88	-	677.149,61	-	996.357,77	-	1.299.161,25	-	1.582.279,11	-
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	-	344.270,88	-	285.120,97	-	234.185,61	-	190.278,71	-	152.384,12	-
11. FCLD acumulado	-	344.270,88	-	629.391,85	-	863.577,46	-	1.053.856,17	-	1.206.240,29	-

Apêndice M

O Apêndice M representa o fluxo de caixa descontado realizado em relação a planta de distribuição de H₂ referente a entrada de biogás baseado no estudo de Lacerda (1991).

Análise - Suzuki											
Operação: 24h											
Capital de Giro para 1 ano											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (-) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (-) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (-) Investimento - Recaptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	1.173.330,98										1.173.330,98
C. (=) Investimentos	5.622.227,98										
1. (-) Receitas líquidas		2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96
1.1. (+) Receita bruta		2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%		450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04
2. (-) Despesas		1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)		383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)		22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)		258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)		115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)		33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)		38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)		26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00
2.8. Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)		738.441,28	738.441,28	738.441,28	738.441,28	738.441,28	738.441,28	738.441,28	738.441,28	738.441,28	738.441,28
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%		251.070,03	251.070,03	251.070,03	251.070,03	251.070,03	251.070,03	251.070,03	251.070,03	251.070,03	251.070,03
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda		487.371,24	487.371,24	487.371,24	487.371,24	487.371,24	487.371,24	487.371,24	487.371,24	487.371,24	487.371,24
6. (+) Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	-	5.622.227,98	922.260,94	922.260,94	922.260,94	922.260,94	922.260,94	922.260,94	922.260,94	922.260,94	2.095.591,92
8. FCL acumulado		922.260,94	1.844.521,89	2.766.782,83	3.689.043,77	4.611.304,72	5.533.565,66	6.455.826,60	7.378.087,55	8.300.348,49	10.395.940,41
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		922.260,94	789.945,13	676.612,53	579.539,64	496.393,70	425.176,62	364.176,97	311.928,88	267.176,78	519.989,67
10. FCLD acumulado		922.260,94	1.712.206,08	2.388.818,61	2.968.358,26	3.464.751,95	3.889.928,57	4.254.105,54	4.566.034,43	4.833.211,20	5.353.200,87

Análise - Suzuki											
Operação: 24h											
Capital de Giro para 6 meses											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	586.665,49										586.665,49
G. (=) Investimentos	4.935.562,49										
1. (+) Receitas líquidas	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96
1.1. (+) Receita bruta	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04
2. (-) Despesas	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00
2.8. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	738.441,28	738.441,28	738.441,28	738.441,28	738.441,28	738.441,28	738.441,28	738.441,28	738.441,28	738.441,28	738.441,28
4. (-) IR (imposto de renda) - 34%	251.070,03	251.070,03	251.070,03	251.070,03	251.070,03	251.070,03	251.070,03	251.070,03	251.070,03	251.070,03	251.070,03
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda	487.371,24	487.371,24	487.371,24	487.371,24	487.371,24	487.371,24	487.371,24	487.371,24	487.371,24	487.371,24	487.371,24
6. (-) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 4.935.562,49	922.260,94	922.260,94	922.260,94	922.260,94	922.260,94	922.260,94	922.260,94	922.260,94	922.260,94	1.508.926,43
8. FCL acumulado		922.260,94	1.844.521,89	2.766.782,83	3.689.043,77	4.611.304,72	5.533.565,66	6.455.826,60	7.378.087,55	8.300.348,49	9.809.274,92
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		922.260,94	789.945,13	676.612,53	579.539,64	496.393,70	425.176,62	364.176,97	311.928,88	267.176,78	374.417,43
10. FCLD acumulado		922.260,94	1.712.206,08	2.388.818,61	2.968.358,26	3.464.751,95	3.889.928,57	4.254.105,54	4.566.034,43	4.833.211,20	5.207.628,64

Análise - Suzuki											
Operação: 24h											
Sem capital de giro											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	-										
G. (=) Investimentos	4.348.897,00										
1. (+) Receitas líquidas	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96
1.1. (+) Receita bruta	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04
2. (-) Despesas	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68	1.313.139,68
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00
2.8. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	738.441,28	738.441,28	738.441,28	738.441,28	738.441,28	738.441,28	738.441,28	738.441,28	738.441,28	738.441,28	738.441,28
4. (-) IR (imposto de renda) - 34%	251.070,03	251.070,03	251.070,03	251.070,03	251.070,03	251.070,03	251.070,03	251.070,03	251.070,03	251.070,03	251.070,03
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda	487.371,24	487.371,24	487.371,24	487.371,24	487.371,24	487.371,24	487.371,24	487.371,24	487.371,24	487.371,24	487.371,24
6. (-) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 4.348.897,00	922.260,94	922.260,94	922.260,94	922.260,94	922.260,94	922.260,94	922.260,94	922.260,94	922.260,94	922.260,94
8. FCL acumulado		922.260,94	1.844.521,89	2.766.782,83	3.689.043,77	4.611.304,72	5.533.565,66	6.455.826,60	7.378.087,55	8.300.348,49	9.222.609,44
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD		922.260,94	789.945,13	676.612,53	579.539,64	496.393,70	425.176,62	364.176,97	311.928,88	267.176,78	228.845,20
10. FCLD acumulado		922.260,94	1.712.206,08	2.388.818,61	2.968.358,26	3.464.751,95	3.889.928,57	4.254.105,54	4.566.034,43	4.833.211,20	5.062.056,41

Análise - Suzuki											
Operação: 16h											
Capital de Giro para 1 ano											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	782.744,16										782.744,16
G. (=) Investimentos	5.131.641,16										
1. (+) Receitas líquidas	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75
1.1. (+) Receita bruta	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65
2. (-) Despesas	1.020.546,29	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H16h)	255.578,94	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H16h)	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05
2.3. Despesas com compressão do H2 (H16h)	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H16h)	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H16h)	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62
2.6. Despesas com o rasfriamento do H2 (H16h)	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H16h)	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70
2.8. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	347.854,46	280.718,31	280.718,31	280.718,31	280.718,31	280.718,31	280.718,31	280.718,31	280.718,31	280.718,31	280.718,31
4. (-) IR (imposto de renda) - 34%	118.270,52	95.444,22	95.444,22	95.444,22	95.444,22	95.444,22	95.444,22	95.444,22	95.444,22	95.444,22	95.444,22
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda	229.583,94	185.274,08	185.274,08	185.274,08	185.274,08	185.274,08	185.274,08	185.274,08	185.274,08	185.274,08	185.274,08
6. (-) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 5.131.641,16	664.473,64	620.163,78	620.163,78	620.163,78	620.163,78	620.163,78	620.163,78	620.163,78	620.163,78	1.402.907,94
8. FCL acumulado	664.473,64	1.284.637,43	1.904.801,21	2.524.964,99	3.145.128,78	3.765.292,56	4.385.456,34	5.005.620,13	5.625.783,91	6.245.947,69	6.871.115,63
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	664.473,64	531.189,54	454.980,33	389.704,78	333.794,24	285.905,13	244.886,62	209.753,00	179.659,95	149.570,90	119.447,85
10. FCLD acumulado	664.473,64	1.195.663,18	1.650.643,51	2.040.348,29	2.374.142,53	2.660.047,67	2.904.934,29	3.114.687,29	3.294.347,25	3.443.918,20	3.564.467,78

Análise - Suzuki											
Operação: 16h											
Capital de Giro para 6 meses											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	391.372,08										391.372,08
G. (=) Investimentos	4.740.269,08										
1. (+) Receitas líquidas	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75
1.1. (+) Receita bruta	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65
2. (-) Despesas	1.020.546,29	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H16h)	255.578,94	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H16h)	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05
2.3. Despesas com compressão do H2 (H16h)	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H16h)	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H16h)	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62
2.6. Despesas com o rasfriamento do H2 (H16h)	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H16h)	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70
2.8. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	347.854,46	280.718,31	280.718,31	280.718,31	280.718,31	280.718,31	280.718,31	280.718,31	280.718,31	280.718,31	280.718,31
4. (-) IR (imposto de renda) - 34%	118.270,52	95.444,22	95.444,22	95.444,22	95.444,22	95.444,22	95.444,22	95.444,22	95.444,22	95.444,22	95.444,22
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda	229.583,94	185.274,08	185.274,08	185.274,08	185.274,08	185.274,08	185.274,08	185.274,08	185.274,08	185.274,08	185.274,08
6. (-) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 4.740.269,08	664.473,64	620.163,78	620.163,78	620.163,78	620.163,78	620.163,78	620.163,78	620.163,78	620.163,78	1.011.535,86
8. FCL acumulado	664.473,64	1.284.637,43	1.904.801,21	2.524.964,99	3.145.128,78	3.765.292,56	4.385.456,34	5.005.620,13	5.625.783,91	6.246.317,69	6.871.853,55
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	664.473,64	531.189,54	454.980,33	389.704,78	333.794,24	285.905,13	244.886,62	209.753,00	179.659,95	150.117,43	120.497,43
10. FCLD acumulado	664.473,64	1.195.663,18	1.650.643,51	2.040.348,29	2.374.142,53	2.660.047,67	2.904.934,29	3.114.687,29	3.294.347,25	3.454.344,68	3.594.344,68

Análise - Suzuki											
Operação: 16h											
Sem capita de giro											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	-										
G. (=) Investimentos	4.348.897,00										
1. (+) Receitas líquidas	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75
1.1. (+) Receita bruta	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65
2. (-) Despesas	1.020.546,29	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44	1.087.682,44
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H16h)	255.578,94	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H16h)	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05
2.3. Despesas com compressão do H2 (H16h)	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H16h)	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H16h)	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62
2.6. Despesas com o rasfriamento do H2 (H16h)	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H16h)	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70
2.8. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	347.854,46	280.718,31	280.718,31	280.718,31	280.718,31	280.718,31	280.718,31	280.718,31	280.718,31	280.718,31	280.718,31
4. (-) IR (imposto de renda) - 34%	118.270,52	95.444,22	95.444,22	95.444,22	95.444,22	95.444,22	95.444,22	95.444,22	95.444,22	95.444,22	95.444,22
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda	229.583,94	185.274,08	185.274,08	185.274,08	185.274,08	185.274,08	185.274,08	185.274,08	185.274,08	185.274,08	185.274,08
6. (-) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 4.348.897,00	664.473,64	620.163,78	620.163,78	620.163,78	620.163,78	620.163,78	620.163,78	620.163,78	620.163,78	620.163,78
8. FCL acumulado	664.473,64	1.284.637,43	1.904.801,21	2.524.964,99	3.145.128,78	3.765.292,56	4.385.456,34	5.005.620,13	5.625.783,91	6.245.947,69	6.866.115,47
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	664.473,64	531.189,54	454.980,33	389.704,78	333.794,24	285.905,13	244.886,62	209.753,00	179.659,95	153.884,33	134.145,88
10. FCLD acumulado	664.473,64	1.195.663,18	1.650.643,51	2.040.348,29	2.374.142,53	2.660.047,67	2.904.934,29	3.114.687,29	3.294.347,25	3.448.231,58	3.572.377,46

Análise - Suzuki											
Operação: 12h											
Capital de Giro para 1 ano											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	587.053,61										587.053,61
G. (=) Investimentos	4.938.950,61										
1. (+) Receitas líquidas	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70
1.1. (+) Receita bruta	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20
2. (-) Despesas	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H12h)	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45
2.8. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91
4. (-) IR (imposto de renda) - 34%	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18
6. (-) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 4.938.950,61	535.317,88	535.317,88	535.317,88	535.317,88	535.317,88	535.317,88	535.317,88	535.317,88	535.317,88	1.122.371,49
8. FCL acumulado	535.317,88	1.070.635,76	1.605.953,64	2.141.271,51	2.676.589,39	3.211.907,27	3.747.225,15	4.282.543,03	4.817.860,91	5.349.178,79	5.940.232,39
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	535.317,88	458.516,38	392.733,52	336.388,45	288.127,16	246.789,85	211.383,17	181.056,25	155.080,30	132.441,42	278.499,63
10. FCLD acumulado	535.317,88	993.834,26	1.386.567,78	1.722.956,24	2.011.083,39	2.257.873,25	2.469.256,42	2.650.312,67	2.805.392,97	2.917.834,39	3.083.892,60

Análise - Suzuki											
Operação: 12h											
Capital de Giro para 6 meses											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	293.526,80										293.526,80
G. (=) Investimentos	4.642.423,80										
1. (+) Receitas líquidas	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70
1.1. (+) Receita bruta	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20
2. (-) Despesas	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37
2.6. Despesas com o rasfriamento do H2 (H12h)	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45
2.8. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91
4. (-) IR (imposto de renda) - 34%	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18
6. (-) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 4.642.423,80	535.317,88	535.317,88	535.317,88	535.317,88	535.317,88	535.317,88	535.317,88	535.317,88	535.317,88	828.844,68
8. FCL acumulado	535.317,88	1.070.635,76	1.605.953,64	2.141.271,51	2.676.589,39	3.211.907,27	3.747.225,15	4.282.543,03	4.817.860,91	5.466.705,59	
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	535.317,88	458.516,38	392.733,52	336.388,45	288.127,16	246.789,85	211.383,17	181.056,25	155.080,30	205.665,36	
10. FCLD acumulado	535.317,88	993.834,26	1.386.567,78	1.722.956,24	2.011.083,39	2.257.873,25	2.469.256,42	2.650.312,67	2.805.392,97	3.011.058,33	

Análise - Suzuki											
Operação: 12h											
Sem capital de giro											
Investimento ano 0	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Investimento - Reformador	3.142.897,00										
B. (+) Investimento - Dispensador de Hidrogênio (3 unidades)	161.000,00										
C. (+) Investimento - Sistema de arrefecimento	246.000,00										
D. (+) Investimento - Compressor	515.000,00										
E. (+) Investimento - Receptáculo para armazenamento	284.000,00										
F. (+) Capital de giro inicial	-										
G. (=) Investimentos	4.348.897,00										
1. (+) Receitas líquidas	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70
1.1. (+) Receita bruta	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20
2. (-) Despesas	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79	874.130,79
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H12h)	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45
2.8. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91	152.163,91
4. (-) IR (imposto de renda) - 34%	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73	51.735,73
5. (=) Lucro líquido após imposto de renda	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18	100.428,18
6. (-) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
7. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 4.348.897,00	535.317,88	535.317,88	535.317,88	535.317,88	535.317,88	535.317,88	535.317,88	535.317,88	535.317,88	535.317,88
8. FCL acumulado	535.317,88	1.070.635,76	1.605.953,64	2.141.271,51	2.676.589,39	3.211.907,27	3.747.225,15	4.282.543,03	4.817.860,91	5.353.178,79	
9. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	535.317,88	458.516,38	392.733,52	336.388,45	288.127,16	246.789,85	211.383,17	181.056,25	155.080,30	132.831,09	
10. FCLD acumulado	535.317,88	993.834,26	1.386.567,78	1.722.956,24	2.011.083,39	2.257.873,25	2.469.256,42	2.650.312,67	2.805.392,97	2.938.224,06	

Análise - Suzuki											
Operação: 24h											
Capital de Giro para 1 ano											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	1.173.330,98										1.173.330,98
B. (-) Investimentos	1.173.330,98										
1. (+) Receitas líquidas	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96
1.1. (+) Receita bruta	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04
2. (-) Despesas	1.480.671,18	1.514.177,48	1.554.385,04	1.602.634,12	1.660.533,00	1.730.011,67	1.813.386,07	1.913.435,34	2.033.494,47	2.177.565,43	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	570.909,78	537.403,48	497.195,92	448.946,84	391.047,96	321.569,29	238.194,89	138.145,62	18.086,49	-	125.984,47
4. (-) IR (imposto de renda) - 34%	194.109,32	182.717,18	169.046,61	152.641,93	132.956,31	109.333,56	80.986,26	46.969,51	6.149,40	-	42.834,72
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	-	492.978,95	481.586,81	467.916,23	451.511,55	431.825,93	408.203,18	379.855,89	345.839,13	305.019,03	256.034,90
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	-	1.173.330,98	-	58.089,25	-	46.697,11	-	33.026,53	-	16.621,85	3.063,77
9. FCL acumulado	-	58.089,25	-	104.786,35	-	137.812,89	-	154.434,74	-	151.370,97	-
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	-	58.089,25	-	39.997,52	-	24.229,77	-	10.445,01	-	1.649,03	12.302,90
11. FCLD acumulado	-	58.089,25	-	98.086,77	-	122.316,54	-	132.761,54	-	131.112,51	-

Análise - Suzuki											
Operação: 24h											
Capital de Giro para 6 meses											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	586.665,49										586.665,49
B. (-) Investimentos	586.665,49										
1. (+) Receitas líquidas	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96
1.1. (+) Receita bruta	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04
2. (-) Despesas	1.480.671,18	1.514.177,48	1.554.385,04	1.602.634,12	1.660.533,00	1.730.011,67	1.813.386,07	1.913.435,34	2.033.494,47	2.177.565,43	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	570.909,78	537.403,48	497.195,92	448.946,84	391.047,96	321.569,29	238.194,89	138.145,62	18.086,49	-	125.984,47
4. (-) IR (imposto de renda) - 34%	194.109,32	182.717,18	169.046,61	152.641,93	132.956,31	109.333,56	80.986,26	46.969,51	6.149,40	-	42.834,72
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	- 492.978,95	- 481.586,81	- 467.916,23	- 451.511,55	- 431.825,93	- 408.203,18	- 379.855,89	- 345.839,13	- 305.019,03	- 256.034,90	
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 586.665,49	- 58.089,25	- 46.697,11	- 33.026,53	- 16.621,85	3.063,77	26.686,52	55.033,81	89.050,57	129.870,67	765.520,29
9. FCL acumulado	-	58.089,25	104.786,35	137.812,89	154.434,74	151.370,97	124.684,45	69.650,64	19.399,93	149.270,60	914.790,89
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	-	58.089,25	39.997,52	24.229,77	10.445,01	1.649,03	12.302,90	21.731,43	30.118,86	37.623,22	189.952,36
11. FCLD acumulado	-	58.089,25	98.086,77	122.316,54	132.761,54	131.112,51	118.809,61	97.078,18	66.959,33	29.336,11	160.616,26

Análise - Suzuki											
Operação: 24h											
Sem capital de giro											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	-										-
B. (-) Investimentos	-										
1. (+) Receitas líquidas	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96	2.051.580,96
1.1. (+) Receita bruta	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00	2.501.928,00
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04	450.347,04
2. (-) Despesas	1.480.671,18	1.514.177,48	1.554.385,04	1.602.634,12	1.660.533,00	1.730.011,67	1.813.386,07	1.913.435,34	2.033.494,47	2.177.565,43	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H24h)	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41	383.368,41
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H24h)	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57	22.489,57
2.3. Despesas com compressão do H2 (H24h)	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80	258.940,80
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H24h)	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60	115.473,60
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H24h)	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40	33.242,40
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H24h)	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20	38.491,20
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H24h)	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00	26.244,00
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	570.909,78	537.403,48	497.195,92	448.946,84	391.047,96	321.569,29	238.194,89	138.145,62	18.086,49	-	125.984,47
4. (-) IR (imposto de renda) - 34%	194.109,32	182.717,18	169.046,61	152.641,93	132.956,31	109.333,56	80.986,26	46.969,51	6.149,40	-	42.834,72
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	-	492.978,95	481.586,81	467.916,23	451.511,55	431.825,93	408.203,18	379.855,89	345.839,13	305.019,03	256.034,90
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	-	58.089,25	46.697,11	33.026,53	16.621,85	3.063,77	26.686,52	55.033,81	89.050,57	129.870,67	178.854,80
9. FCL acumulado	-	58.089,25	104.786,35	137.812,89	154.434,74	151.370,97	124.684,45	69.650,64	19.399,93	149.270,60	328.125,40
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	-	58.089,25	39.997,52	24.229,77	10.445,01	1.649,03	12.302,90	21.731,43	30.118,86	37.623,22	44.380,13
11. FCLD acumulado	-	58.089,25	98.086,77	122.316,54	132.761,54	131.112,51	118.809,61	97.078,18	66.959,33	29.336,11	15.044,02

Análise - Suzuki											
Operação: 16h											
Capital de Giro para 1 ano											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	782.744,16										782.744,16
B. (-) Investimentos	782.744,16										
1. (+) Receitas líquidas	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75
1.1. (+) Receita bruta	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65
2. (-) Despesas	1.188.077,79	1.288.720,24	1.328.927,80	1.377.176,88	1.435.075,76	1.504.554,43	1.587.928,82	1.687.978,10	1.808.037,23	1.952.108,19	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H16h)	255.578,94	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H16h)	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05
2.3. Despesas com compressão do H2 (H16h)	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H16h)	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H16h)	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H16h)	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H16h)	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	180.322,96	79.680,51	39.472,95	- 8.776,13	- 66.675,01	- 136.153,68	- 219.528,08	- 319.577,35	- 439.636,48	- 583.707,44	
4. (-) IR (imposto de renda) - 34%	61.309,81	27.091,37	13.420,80	- 2.983,88	- 22.669,50	- 46.292,25	- 74.639,55	- 108.656,30	- 149.476,40	- 198.460,53	
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	- 750.766,25	- 783.683,97	- 770.013,40	- 753.608,71	- 733.923,09	- 710.300,34	- 681.953,05	- 647.936,29	- 607.116,19	- 558.132,06	
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 782.744,16	- 315.876,55	- 348.794,27	- 335.123,70	- 318.719,01	- 299.033,39	- 275.410,64	- 247.063,35	- 213.046,59	- 172.226,49	659.501,80
9. FCL acumulado	- 315.876,55	- 664.670,81	- 999.794,51	- 1.318.513,52	- 1.617.546,91	- 1.892.957,55	- 2.140.020,90	- 2.353.067,49	- 2.525.293,98	- 1.865.792,18	
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	- 315.876,55	- 298.753,12	- 245.861,97	- 200.279,87	- 160.950,42	- 126.968,58	- 97.558,92	- 72.057,03	- 49.893,60	163.645,47	
11. FCLD acumulado	- 315.876,55	- 614.629,67	- 860.491,64	- 1.060.771,51	- 1.221.721,93	- 1.348.690,51	- 1.446.249,43	- 1.518.306,47	- 1.568.200,07	- 1.404.554,60	

Análise - Suzuki											
Operação: 16h											
Capital de Giro para 6 meses											
Investimento Amortizado (CAPEX)											
	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	391.372,08										391.372,08
B. (-) Investimentos	391.372,08										
1. (+) Receitas líquidas	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75
1.1. (+) Receita bruta	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65
2. (-) Despesas	1.188.077,79	1.288.720,24	1.328.927,80	1.377.176,88	1.435.075,76	1.504.554,43	1.587.928,82	1.687.978,10	1.808.037,23	1.952.108,19	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H16h)	255.578,94	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H16h)	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05
2.3. Despesas com compressão do H2 (H16h)	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H16h)	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H16h)	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H16h)	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H16h)	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	180.322,96	79.680,51	39.472,95	- 8.776,13	- 66.675,01	- 136.153,68	- 219.528,08	- 319.577,35	- 439.636,48	- 583.707,44	
4. (-) IR (imposto de renda) - 34%	61.309,81	27.091,37	13.420,80	- 2.983,88	- 22.669,50	- 46.292,25	- 74.639,55	- 108.656,30	- 149.476,40	- 198.460,53	
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	- 750.766,25	- 783.683,97	- 770.013,40	- 753.608,71	- 733.923,09	- 710.300,34	- 681.953,05	- 647.936,29	- 607.116,19	- 558.132,06	
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 391.372,08	- 315.876,55	- 348.794,27	- 335.123,70	- 318.719,01	- 299.033,39	- 275.410,64	- 247.063,35	- 213.046,59	- 172.226,49	268.129,72
9. FCL acumulado	- 315.876,55	- 664.670,81	- 999.794,51	- 1.318.513,52	- 1.617.546,91	- 1.892.957,55	- 2.140.020,90	- 2.353.067,49	- 2.525.293,98	- 2.257.164,26	
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	- 315.876,55	- 298.753,12	- 245.861,97	- 200.279,87	- 160.950,42	- 126.968,58	- 97.558,92	- 72.057,03	- 49.893,60	66.532,36	
11. FCLD acumulado	- 315.876,55	- 614.629,67	- 860.491,64	- 1.060.771,51	- 1.221.721,93	- 1.348.690,51	- 1.446.249,43	- 1.518.306,47	- 1.568.200,07	- 1.501.667,70	

Análise - Suzuki											
Operação: 16h											
Sem capital de giro											
Investimento Amortizado (CAPEX)											
	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	-										-
B. (-) Investimentos	-										
1. (+) Receitas líquidas	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75	1.368.400,75
1.1. (+) Receita bruta	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40	1.668.781,40
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65	300.380,65
2. (-) Despesas	1.188.077,79	1.288.720,24	1.328.927,80	1.377.176,88	1.435.075,76	1.504.554,43	1.587.928,82	1.687.978,10	1.808.037,23	1.952.108,19	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H16h)	255.578,94	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09	322.715,09
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H16h)	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05	14.993,05
2.3. Despesas com compressão do H2 (H16h)	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04	172.713,04
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H16h)	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68	77.020,68
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H16h)	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62	22.172,62
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H16h)	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56	25.673,56
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H16h)	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70	17.504,70
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	180.322,96	79.680,51	39.472,95	- 8.776,13	- 66.675,01	- 136.153,68	- 219.528,08	- 319.577,35	- 439.636,48	- 583.707,44	
4. (-) IR (imposto de renda) - 34%	61.309,81	27.091,37	13.420,80	- 2.983,88	- 22.669,50	- 46.292,25	- 74.639,55	- 108.656,30	- 149.476,40	- 198.460,53	
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	- 750.766,25	- 783.683,97	- 770.013,40	- 753.608,71	- 733.923,09	- 710.300,34	- 681.953,05	- 647.936,29	- 607.116,19	- 558.132,06	
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 315.876,55	- 348.794,27	- 335.123,70	- 318.719,01	- 299.033,39	- 275.410,64	- 247.063,35	- 213.046,59	- 172.226,49	- 123.242,36	
9. FCL acumulado	- 315.876,55	- 664.670,81	- 999.794,51	- 1.318.513,52	- 1.617.546,91	- 1.892.957,55	- 2.140.020,90	- 2.353.067,49	- 2.525.293,98	- 2.648.536,34	
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	- 315.876,55	- 298.753,12	- 245.861,97	- 200.279,87	- 160.950,42	- 126.968,58	- 97.558,92	- 72.057,03	- 49.893,60	- 30.580,74	
11. FCLD acumulado	- 315.876,55	- 614.629,67	- 860.491,64	- 1.060.771,51	- 1.221.721,93	- 1.348.690,51	- 1.446.249,43	- 1.518.306,47	- 1.568.200,07	- 1.598.780,81	

Análise - Suzuki											
Operação: 12h											
Capital de Giro para 1 ano											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	587.053,61										587.053,61
B. (-) Investimentos	587.053,61										
1. (+) Receitas líquidas	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70
1.1. (+) Receita bruta	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20
2. (-) Despesas	1.041.662,29	1.075.168,59	1.115.376,15	1.163.625,23	1.221.524,11	1.291.002,78	1.374.377,17	1.474.426,45	1.594.485,58	1.738.556,54	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H12h)	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	- 15.367,59	- 48.873,90	- 89.081,46	- 137.330,53	- 195.229,42	- 264.708,08	- 348.082,48	- 448.131,75	- 568.190,89	- 712.261,84	
4. (-) IR (imposto de renda) - 34%	- 5.224,98	- 16.617,12	- 30.287,69	- 46.692,38	- 66.378,00	- 90.000,75	- 118.348,04	- 152.364,80	- 193.184,90	- 242.169,03	
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	- 879.922,01	- 868.529,87	- 854.859,30	- 838.454,62	- 818.768,99	- 795.146,25	- 766.798,95	- 732.782,20	- 691.962,09	- 642.977,97	
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 587.053,61	- 445.032,31	- 433.640,17	- 419.969,60	- 403.564,92	- 383.879,29	- 360.256,55	- 331.909,25	- 297.892,50	- 257.072,39	378.965,34
9. FCL acumulado	- 445.032,31	- 878.672,48	- 1.298.642,08	- 1.702.207,00	- 2.086.086,29	- 2.446.342,84	- 2.778.282,09	- 3.076.144,59	- 3.333.216,98	- 2.954.251,64	
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	- 445.032,31	- 371.426,27	- 308.108,78	- 253.596,20	- 206.617,51	- 166.083,86	- 131.062,37	- 100.753,78	- 74.473,25	94.034,56	
11. FCLD acumulado	- 445.032,31	- 816.458,58	- 1.124.567,36	- 1.378.163,56	- 1.584.781,07	- 1.750.864,94	- 1.881.927,31	- 1.982.681,09	- 2.057.154,34	- 1.963.119,78	

Análise - Suzuki											
Operação: 12h											
Capital de Giro para 6 meses											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	293.526,80										293.526,80
B. (-) Investimentos	293.526,80										
1. (+) Receitas líquidas	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70
1.1. (+) Receita bruta	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20
2. (-) Despesas	1.041.662,29	1.075.168,59	1.115.376,15	1.163.625,23	1.221.524,11	1.291.002,78	1.374.377,17	1.474.426,45	1.594.485,58	1.738.556,54	
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H12h)	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45
2.8. Parcela do Principal da amortização	167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75	
2.9. Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	- 15.367,59	- 48.873,90	- 89.081,46	- 137.330,53	- 195.229,42	- 264.708,08	- 348.082,48	- 448.131,75	- 568.190,89	- 712.261,84	
4. (-) IR (imposto de renda) - 34%	- 5.224,98	- 16.617,12	- 30.287,69	- 46.692,38	- 66.378,00	- 90.000,75	- 118.348,04	- 152.364,80	- 193.184,90	- 242.169,03	
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price	869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15	
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	- 879.922,01	- 868.529,87	- 854.859,30	- 838.454,62	- 818.768,99	- 795.146,25	- 766.798,95	- 732.782,20	- 691.962,09	- 642.977,97	
7. (+) Depreciação	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	- 293.526,80	- 445.032,31	- 433.640,17	- 419.969,60	- 403.564,92	- 383.879,29	- 360.256,55	- 331.909,25	- 297.892,50	- 257.072,39	85.438,54
9. FCL acumulado	- 445.032,31	- 878.672,48	- 1.298.642,08	- 1.702.207,00	- 2.086.086,29	- 2.446.342,84	- 2.778.252,09	- 3.076.144,59	- 3.333.216,98	- 3.247.778,45	
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	- 445.032,31	- 371.426,27	- 308.108,78	- 253.596,20	- 206.617,51	- 166.083,86	- 131.062,37	- 100.753,78	- 74.473,25	21.200,29	
11. FCLD acumulado	- 445.032,31	- 816.458,58	- 1.124.567,36	- 1.378.163,56	- 1.584.781,07	- 1.750.864,94	- 1.881.927,31	- 1.982.681,09	- 2.057.154,34	- 2.035.954,05	

Análise - Suzuki											
Operação: 12h											
Sem capital de giro											
Investimento Amortizado (CAPEX)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
A. (+) Capital de giro inicial	-										-
B. (-) Investimentos	-										
1. (+) Receitas líquidas		1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70	1.026.294,70
1.1. (+) Receita bruta		1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90	1.251.578,90
1.2. (-) Impostos (PIS, CONFINS, CSLL, ICMS) - 18%		225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20	225.284,20
2. (-) Despesas		1.041.662,29	1.075.168,59	1.115.376,15	1.163.625,23	1.221.524,11	1.291.002,78	1.374.377,17	1.474.426,45	1.594.485,58	1.738.556,54
2.1. Despesas operacionais - Reformador (H12h)		191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20	191.684,20
2.2. Despesas com manutenção - Reformador (H12h)		11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79	11.244,79
2.3. Despesas com compressão do H2 (H12h)		129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04	129.534,04
2.4. Despesas com armazenamento do H2 (H12h)		57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18	57.765,18
2.5. Despesas com a distribuição do H2 (H12h)		16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37	16.629,37
2.6. Despesas com o resfriamento do H2 (H12h)		19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06	19.255,06
2.7. Despesas com a operação e manutenção - Processo de estocagem do H2 (H12h)		13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45	13.128,45
2.8. Parcela do Principal da amortização		167.531,50	201.037,80	241.245,36	289.494,44	347.393,32	416.871,99	500.246,38	600.295,66	720.354,79	864.425,75
2.9. Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
3. (=) LAIR (Lucro antes do imposto de renda)	-	15.367,59	48.873,90	89.081,46	137.330,53	195.229,42	264.708,08	348.082,48	448.131,75	568.190,89	712.261,84
4. (-) IR (Imposto de renda) - 34%	-	5.224,98	16.617,12	30.287,69	46.692,38	66.378,00	90.000,75	118.348,04	152.364,80	193.184,90	242.169,03
5. (-) Juros da Amortização (r = 20%) - Sistema Price		869.779,40	836.273,10	796.065,54	747.816,47	689.917,58	620.438,92	537.064,52	437.015,24	316.956,11	172.885,15
6 (=) Lucro líquido após imposto de renda	-	879.922,01	868.529,87	854.859,30	838.454,62	818.768,99	795.146,25	766.798,95	732.782,20	691.962,09	642.977,97
7. (+) Depreciação		434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70	434.889,70
8. (=) Fluxo de caixa livre - FCL	-	445.032,31	433.640,17	419.969,60	403.564,92	383.879,29	360.256,55	331.909,25	297.892,50	257.072,39	208.088,27
9. FCL acumulado	-	445.032,31	878.672,48	1.298.642,08	1.702.207,00	2.086.086,29	2.446.342,84	2.778.252,09	3.076.144,59	3.333.216,98	3.541.305,25
10. (=) Fluxo de caixa livre descontado - FCLD	-	445.032,31	371.426,27	308.108,78	253.596,20	206.617,51	166.083,86	131.062,37	100.753,78	74.473,25	51.633,98
11. FCLD acumulado	-	445.032,31	816.458,58	1.124.567,36	1.378.163,56	1.584.781,07	1.750.864,94	1.881.927,31	1.982.681,09	2.057.154,34	2.108.788,32

Apêndice N

O Apêndice N representa o cálculo da exergia física de cada fluxo da planta referente aos 4 processos estudados.

Wang et al. (2016)	Fluxo reformador	Fluxo reformador1	Produto do reformador
Fluxo de massa =	0,094622783	0,094622783	0,094624174
h =	-10186,01502	-9170,833392	-5477,511806
ho=	-12918,29514	-12918,29514	-8914,495932
To=	25	25	25
S =	12,322435	13,455225	17,330842
So=	5,283731332	5,283731332	10,41583207
Exergia Fisica= EXPH=	2556,312529	3543,174403	3264,108878
Potência=	241,8854059	335,2650229	308,8636061
Exergia Fisica= (h - ho) - To(S - SO)	<u>HT Shift produto</u>	<u>LT Shift fluxo</u>	<u>vapor</u>
Fluxo de massa =	0,094623806	0,094623806	0,069770005
h =	-7366,219788	-7791,238095	-12150,92148
ho=	-8858,197811	-8858,197811	-15887,81961
To=	25	25	25
S =	15,208368	14,431799	11,902457
So=	11,62269992	11,62269992	2,981044632
Exergia Fisica= EXPH=	1402,336321	996,732239	3513,862819
Potência=	132,6944001	94,31459813	245,1622275
Exergia Fisica= (h - ho) - To(S - SO)	<u>Fluxo condensador</u>	<u>Gás seco</u>	<u>Condensado</u>
Fluxo de massa =	0,094623726	0,079582188	0,015041538
h =	-8513,821784	-7424,685573	-15831,73988
ho=	-8846,963507	-7442,856063	-15887,81961
To=	25	25	25
S =	12,593436	13,376621	3,165151
So=	11,8	13,25255703	2,981
Exergia Fisica= EXPH=	313,305823	15,06889046	51,47595466
Potência=	29,6461643	1,199215279	0,774277502
Exergia Fisica= (h - ho) - To(S - SO)	<u>Produto do reformador1</u>	<u>LT Shift produto</u>	<u>Produto H2</u>
Fluxo de massa =	0,094624174	0,094623726	0,012355263
h =	-6860,38485	-7905,252722	183,370782
ho=	-8914,495932	-8846,963507	-5,40E-02
To=	25	25	25
S =	15,679743	14,242071	61,617551
So=	10,41583207	11,80381177	61,01537395
Exergia Fisica= EXPH=	1922,513309	941,710785	168,3703993
Potência=	181,9162337	89,10818314	2,080260481
Exergia Fisica= (h - ho) - To(S - SO)	<u>Efluente gasoso</u>	<u>Gases de exaustão</u>	
Fluxo de massa =	0,06575	0,180443906	
h =	-8779	-1661,861703	
ho=	-8791	-2367,767983	
To=	25	25	
S =	4,161	7,249673	
So=	4,122	5,167041071	
Exergia Fisica= EXPH=	11,025	653,8404818	
Potência=	0,72489375	117,9815301	

Barana e Cereda (2000)	<u>Fluxo reformador</u>	<u>Fluxo reformador1</u>	<u>Produto do reformador</u>
Fluxo de massa =	0,077194901	0,077194901	0,077194901
h =	-10291,40474	-9670,833392	-6995,511806
ho=	-12918,29514	-12918,29514	-8914,495932
To=	25	25	25
S =	8,67	11,35	14,97
So=	5,283731332	5,283731332	10,41583207
Exergia Fisica= EXPH=	2542,233685	3095,805028	1805,129928
Potência=	196,2474775	238,9803625	139,346826
Exergia Fisica= (h - ho) - To(S - SO)	<u>HT Shift produto</u>	<u>LT Shift fluxo</u>	<u>vapor</u>
Fluxo de massa =	0,077194901	0,077194901	0,052342123
h =	-8300,219788	-8673,238095	-12162,92148
ho=	-8858,197811	-8858,197811	-15887,81961
To=	25	25	25
S =	13,41	12,73	11,902457
So=	11,62269992	11,62269992	2,981044632
Exergia Fisica= EXPH=	513,295521	157,277214	3501,862819
Potência=	39,62379691	12,14099896	183,294935
Exergia Fisica= (h - ho) - To(S - SO)	<u>Fluxo condensador</u>	<u>Gás seco</u>	<u>Condensado</u>
Fluxo de massa =	0,077194901	0,057609381	0,019586134
h =	-9572,821784	-7699,685573	-15831,73988
ho=	-8846,963507	-7442,856063	-15887,81961
To=	25	25	25
S =	10,25	11,8	3,165151
So=	11,8	13,25255703	2,981
Exergia Fisica= EXPH=	-687,108277	-220,5155845	51,47595466
Potência=	-53,04125539	-12,70376641	1,008214949
Exergia Fisica= (h - ho) - To(S - SO)	<u>Produto do reformador1</u>	<u>LT Shift produto</u>	<u>Produto H2</u>
Fluxo de massa =	0,077194901	0,077194901	0,007367808
h =	-7908,38485	-8738,252722	183,370782
ho=	-8914,495932	-8846,963507	-5,40E-02
To=	25	25	25
S =	13,81	12,62	61,617551
So=	10,41583207	11,80381177	61,01537395
Exergia Fisica= EXPH=	921,256884	108,710785	168,3703993
Potência=	71,11633391	8,391918282	1,240520704
Exergia Fisica= (h - ho) - To(S - SO)	<u>Efluente gasoso</u>	<u>Gases de exaustão</u>	
Fluxo de massa =	0,050241574	0,156885686	
h =	-8856	-1430,861703	
ho=	-8791	-2367,767983	
To=	25	25	
S =	4,161	7,249673	
So=	4,122	5,167041071	
Exergia Fisica= EXPH=	-65,975	884,8404818	
Potência=	-3,31468783	138,8188059	

Lacerda (1991)	<u>Fluxo reformador</u>	<u>Fluxo reformador1</u>	<u>Produto do reformador</u>
Fluxo de massa =	0,075795808	0,075795808	0,075795808
h =	-10301,14791	-9687,560637	-7100,093187
ho=	-12918,29514	-12918,29514	-8914,495932
To=	25	25	25
S =	11,2507534	11,9797825	14,77501554
So=	5,283731332	5,283731332	10,41583207
Exergia Fisica= EXPH=	2467,971678	3063,333221	1705,423159
Potência=	187,0619075	232,1878168	129,2639264
Exergia Fisica= (h - ho) - To(S - SO)	<u>HT Shift produto</u>	<u>LT Shift fluxo</u>	<u>vapor</u>
Fluxo de massa =	0,075795808	0,075795808	0,05094303
h =	-8382,93391	-8750,196383	-12162,0132
ho=	-8858,197811	-8858,197811	-15887,81961
To=	25	25	25
S =	13,24401532	12,57305513	11,89040056
So=	11,62269992	11,62269992	2,981044632
Exergia Fisica= EXPH=	434,7310164	84,24254737	3503,072508
Potência=	32,95078867	6,385231949	178,4571288
Exergia Fisica= (h - ho) - To(S - SO)	<u>Fluxo condensador</u>	<u>Gás seco</u>	<u>Condensado</u>
Fluxo de massa =	0,075795808	0,055966709	0,019829717
h =	-9665,821784	-7730,685573	-15831,73988
ho=	-8846,963507	-7442,856063	-15887,81961
To=	25	25	25
S =	10,593436	11,376621	3,165151
So=	11,8	13,25255703	2,981
Exergia Fisica= EXPH=	-788,694177	-240,9311095	51,47595466
Potência=	-59,77971244	-13,4841212	1,020753632
Exergia Fisica= (h - ho) - To(S - SO)	<u>Produto do reformador1</u>	<u>LT Shift produto</u>	<u>Produto H2</u>
Fluxo de massa =	0,075795808	0,075795808	0,006997063
h =	-8001,955165	-8811,96618	183,370782
ho=	-8914,495932	-8846,963507	-5,40E-02
To=	25	25	25
S =	13,6297255	12,242071	61,617551
So=	10,41583207	11,80381177	61,01537395
Exergia Fisica= EXPH=	832,1934314	34,99732703	168,3703993
Potência=	63,07677358	2,652650681	1,178098331
Exergia Fisica= (h - ho) - To(S - SO)	<u>Efluente gasoso</u>	<u>Gases de exaustão</u>	-
Fluxo de massa =	0,048969645	0,152692168	
h =	-8862	-1430,861703	
ho=	-8791	-2367,767983	
To=	25	25	
S =	4,161	7,249673	
So=	4,122	5,167041071	
Exergia Fisica= EXPH=	-71,975	884,8404818	
Potência=	-3,524590224	135,1082112	

Suzuki et al. (2012)	<u>Fluxo reformador</u>	<u>Fluxo reformador1</u>	<u>Produto do reformador</u>
Fluxo de massa =	0,070664424	0,070664424	0,070664424
h =	-10340,18634	-9754,443257	-7524,086623
ho=	-12918,29514	-12918,29514	-8914,495932
To=	25	25	25
S =	10,8493944	11,54508299	13,97900099
So=	5,283731332	5,283731332	10,41583207
Exergia Fisica= EXPH=	2438,967217	3007,318088	1301,330086
Potência=	172,348214	212,5104012	91,95774127
Exergia Fisica= (h - ho) - To(S - SO)	<u>HT Shift produto</u>	<u>LT Shift fluxo</u>	<u>vapor</u>
Fluxo de massa =	0,070664424	0,070664424	0,045811646
h =	-8713,908564	-9060,855043	-12162,0132
ho=	-8858,197811	-8858,197811	-15887,81961
To=	25	25	25
S =	12,54918896	11,91536864	11,89040056
So=	11,62269992	11,62269992	2,981044632
Exergia Fisica= EXPH=	121,1270209	-209,9739497	3503,072508
Potência=	8,559371189	-14,83768826	160,4815192
Exergia Fisica= (h - ho) - To(S - SO)	<u>Fluxo condensador</u>	<u>Gás seco</u>	<u>Condensado</u>
Fluxo de massa =	0,070664424	0,049888542	0,020776334
h =	-10039,43296	-7859,945276	-15831,73988
ho=	-8846,963507	-7442,856063	-15887,81961
To=	25	25	25
S =	9,175262868	10,88744998	3,165151137
So=	11,8	13,25255703	2,981
Exergia Fisica= EXPH=	-1126,851023	-357,9615373	51,47595098
Potência=	-79,62827869	-17,85817917	1,069481564
Exergia Fisica= (h - ho) - To(S - SO)	<u>Produto do reformador1</u>	<u>LT Shift produto</u>	<u>Produto H2</u>
Fluxo de massa =	0,070664424	0,070664424	0,005626573
h =	-8380,459055	-9109,888566	183,3707824
ho=	-8914,495932	-8846,963507	-5,40E-02
To=	25	25	25
S =	12,89160579	11,83469728	61,617551
So=	10,41583207	11,80381177	61,01537395
Exergia Fisica= EXPH=	472,1425338	-263,6971965	168,3703997
Potência=	33,3636803	-18,63401056	0,947348264
Exergia Fisica= (h - ho) - To(S - SO)	<u>Efluente gasoso</u>	<u>Gases de exaustão</u>	-
Fluxo de massa =	0,044261969	0,137311808	
h =	-8882,899581	-1430,022137	
ho=	-8791	-2367,767983	
To=	25	25	
S =	4,022495442	7,067600747	
So=	4,122	5,167041071	
Exergia Fisica= EXPH=	-89,4119673	890,2318539	
Potência=	-3,957549764	122,2393455	

Apêndice O

O Apêndice O representa o cálculo da exergia química de cada fluxo da planta referente aos 4 processos estudados.

Wang <i>et al.</i> (2016)	Fluxo reformador	Fluxo reformador1	Produto do reformador	Líquido do reformador	CH4 do biogas
Fração de Vapor (Metano)	0,011422999	0,011423	0,000182773	0	0,011422999
Fração de Vapor (Hidrogenio)	0	0	0,004237448	0	0
Fração de Vapor (CO)	0	0	0,019625447	0	0
Fração de Vapor (H2O)	0,045811646	0,04581165	0,033189635	0	0
Fração de Vapor (CO2)	0,013429779	0,01342978	0,013429779	0	0,013429779
Fração de Vapor (Nitrogenio)	0	0	0	0	0
Fração de Vapor (oxigenio)	0	0	0	0	0
EXCH (Metano)	52143,36918	52143,3692	52143,36918	52143,36918	52143,36918
EXCH (Hidrogenio)	118305,6531	118305,653	118305,6531	118305,6531	118305,6531
EXCH (CO)	9833,238725	9833,23872	9833,238725	9833,238725	9833,238725
EXCH (H2O)	650,0037746	650,003775	650,0037746	650,0037746	650,0037746
EXCH (CO2)	457,6284666	457,628467	457,6284666	457,6284666	457,6284666
EXCH (Nitrogenio)	25,70198548	25,7019855	25,70198548	25,70198548	25,70198548
EXCH (Oxigenio)	124,0671525	124,067153	124,0671525	124,0671525	124,0671525
Fluxo de Massa	0,070664424	0,07066442	0,070664424	0	0,024852778
Exergia Quimica= Lo.Σ.Xo.ex + Vo.Σ.Yo.exch	HT Shift produto	LT Shift fluxo	vapor	HT Líquido	Produto do reformador1
Fração de Vapor (Metano)	0,000182773	0,00018277	0	0	0,000182773
Fração de Vapor (Hidrogenio)	0,005453173	0,00545317	0	0	0,004237448
Fração de Vapor (CO)	0,002733805	0,0027338	0	0	0,019625447
Fração de Vapor (H2O)	0,022325842	0,02232584	0,045811646	0	0,033189635
Fração de Vapor (CO2)	0,039969309	0,03996931	0	0	0,013429779
Fração de Vapor (Nitrogenio)	0	0	0	0	0
Fração de Vapor (oxigenio)	0	0	0	0	0
EXCH (Metano)	52143,36918	52143,3692	52143,36918	52143,36918	52143,36918
EXCH (Hidrogenio)	118305,6531	118305,653	118305,6531	118305,6531	118305,6531
EXCH (CO)	9833,238725	9833,23872	9833,238725	9833,238725	9833,238725
EXCH (H2O)	650,0037746	650,003775	650,0037746	650,0037746	650,0037746
EXCH (CO2)	457,6284666	457,628467	457,6284666	457,6284666	457,6284666
EXCH (Nitrogenio)	25,70198548	25,7019855	25,70198548	25,70198548	25,70198548
EXCH (Oxigenio)	124,0671525	124,067153	124,0671525	124,0671525	124,0671525
Fluxo de Massa	0,070664424	0,07066442	0,045811646	0	0,070664424
Exergia Quimica= Lo.Σ.Xo.ex + Vo.Σ.Yo.exch	Fluxo condensador	Gás seco	Condensado	Água	LT Shift produto
Fração de Vapor (Metano)	0,000182773	0,00018277	0	0	0,000182773
Fração de Vapor (Hidrogenio)	0,005626573	0,00562657	0	0	0,005626573
Fração de Vapor (CO)	0,000324543	0,00032454	0	0	0,000324543
Fração de Vapor (H2O)	0,020776334	0	0,020776334	0,045811646	0,020776334
Fração de Vapor (CO2)	0,043754653	0,04375465	0	0	0,043754653
Fração de Vapor (Nitrogenio)	0	0	0	0	0
Fração de Vapor (oxigenio)	0	0	0	0	0
EXCH (Metano)	52143,36918	52143,3692	52143,36918	52143,36918	52143,36918
EXCH (Hidrogenio)	118305,6531	118305,653	118305,6531	118305,6531	118305,6531
EXCH (CO)	9833,238725	9833,23872	9833,238725	9833,238725	9833,238725
EXCH (H2O)	650,0037746	650,003775	650,0037746	650,0037746	650,0037746
EXCH (CO2)	457,6284666	457,628467	457,6284666	457,6284666	457,6284666
EXCH (Nitrogenio)	25,70198548	25,7019855	25,70198548	25,70198548	25,70198548
EXCH (Oxigenio)	124,0671525	124,067153	124,0671525	124,0671525	124,0671525
Fluxo de Massa	0,070664876	0,04988854	0,020776334	0,045811646	0,070664876
Exergia Quimica= Lo.Σ.Xo.ex + Vo.Σ.Yo.exch	Efluente gasoso	Gases de exaustão	ar	CH4 combustível	Produto H2
Fração de Vapor (Metano)	0,000182773	0	0	0,005497398	0
Fração de Vapor (Hidrogenio)	0	0	0	0	0,005626573
Fração de Vapor (CO)	0,000324543	0	0	0	0
Fração de Vapor (H2O)	0	0,01234651	0	0	0
Fração de Vapor (CO2)	0,043754653	0,01508085	0	0	0
Fração de Vapor (Nitrogenio)	0	0,10111206	0,101111307	0	0
Fração de Vapor (oxigenio)	0	0,00877238	0,030703104	0	0
EXCH (Metano)	52143,36918	52143,3692	52143,36918	52143,36918	52143,36918
EXCH (Hidrogenio)	118305,6531	118305,653	118305,6531	118305,6531	118305,6531
EXCH (CO)	9833,238725	9833,23872	9833,238725	9833,238725	9833,238725

EXCH (H2O)	650,0037746	650,003775	650,0037746	650,0037746	650,0037746
EXCH (CO2)	457,6284666	457,628467	457,6284666	457,6284666	457,6284666
EXCH (Nitrogenio)	25,70198548	25,7019855	25,70198548	25,70198548	25,70198548
EXCH (Oxigenio)	124,0671525	124,067153	124,0671525	124,0671525	124,0671525
Fluxo de Massa	0,044261969	0,13731181	0,131814411	0,005497398	0,005626573

Barana e Cereda (2000)	<u>Fluxo reformador</u>	<u>Fluxo reformador1</u>	<u>Produto do reformador</u>	<u>Líquido do reformador</u>	<u>CH4 do biogas</u>
Fração de Vapor (Metano)	0,015083636	0,015083636	0,000352934	0	0,015083636
Fração de Vapor (Hidrogenio)	0	0	0,005553316	0	0
Fração de Vapor (CO)	0	0	0,025719803	0	0
Fração de Vapor (H2O)	0,052342123	0,052342123	0,035800533	0	0
Fração de Vapor (CO2)	0,009769142	0,009769142	0,009769142	0	0,009769142
Fração de Vapor (Nitrogenio)	0	0	0	0	0
Fração de Vapor (oxigenio)	0	0	0	0	0
EXCH (Metano)	52143,36918	52143,36918	52143,36918	52143,36918	52143,36918
EXCH (Hidrogenio)	118305,6531	118305,6531	118305,6531	118305,6531	118305,6531
EXCH (CO)	9833,238725	9833,238725	9833,238725	9833,238725	9833,238725
EXCH (H2O)	650,0037746	650,0037746	650,0037746	650,0037746	650,0037746
EXCH (CO2)	457,6284666	457,6284666	457,6284666	457,6284666	457,6284666
EXCH (Nitrogenio)	25,70198548	25,70198548	25,70198548	25,70198548	25,70198548
EXCH (Oxigenio)	124,0671525	124,0671525	124,0671525	124,0671525	124,0671525
Fluxo de Massa	0,077194901	0,077194901	0,077194901	0	0,024852778
Exergia Quimica= Lo.Σ.Xo.ex + Vo.Σ.Yo.exch	<u>HT Shift produto</u>	<u>LT Shift fluxo</u>	<u>vapor</u>	<u>HT Líquido</u>	<u>Produto do reformador1</u>
Fração de Vapor (Metano)	0,000352934	0,000352934	0	0	0,000352934
Fração de Vapor (Hidrogenio)	0,007116161	0,007116161	0	0	0,005553316
Fração de Vapor (CO)	0,004005205	0,004005205	0	0	0,025719803
Fração de Vapor (H2O)	0,021834859	0,021834859	0,052342123	0	0,035800533
Fração de Vapor (CO2)	0,043886393	0,043886393	0	0	0,009769142
Fração de Vapor (Nitrogenio)	0	0	0	0	0
Fração de Vapor (oxigenio)	0	0	0	0	0
EXCH (Metano)	52143,36918	52143,36918	52143,36918	52143,36918	52143,36918
EXCH (Hidrogenio)	118305,6531	118305,6531	118305,6531	118305,6531	118305,6531
EXCH (CO)	9833,238725	9833,238725	9833,238725	9833,238725	9833,238725
EXCH (H2O)	650,0037746	650,0037746	650,0037746	650,0037746	650,0037746
EXCH (CO2)	457,6284666	457,6284666	457,6284666	457,6284666	457,6284666
EXCH (Nitrogenio)	25,70198548	25,70198548	25,70198548	25,70198548	25,70198548
EXCH (Oxigenio)	124,0671525	124,0671525	124,0671525	124,0671525	124,0671525
Fluxo de Massa	0,077194901	0,077194901	0,052342123	0	0,077194901
Exergia Quimica= Lo.Σ.Xo.ex + Vo.Σ.Yo.exch	<u>Fluxo condensador</u>	<u>Gás seco</u>	<u>Condensado</u>	<u>Água</u>	<u>LT Shift produto</u>
Fração de Vapor (Metano)	0,000352934	0,000352934	0	0	0,000352934
Fração de Vapor (Hidrogenio)	0,007367808	0,007367808	0	0	0,007367808
Fração de Vapor (CO)	0,00050876	0,00050876	0	0	0,00050876
Fração de Vapor (H2O)	0,019586134	0	0,019586134	0,21900879	0,019586134
Fração de Vapor (CO2)	0,04937988	0,04937988	0	0	0,04937988
Fração de Vapor (Nitrogenio)	0	0	0	0	0
Fração de Vapor (oxigenio)	0	0	0	0	0
EXCH (Metano)	52143,36918	52143,36918	52143,36918	52143,36918	52143,36918
EXCH (Hidrogenio)	118305,6531	118305,6531	118305,6531	118305,6531	118305,6531
EXCH (CO)	9833,238725	9833,238725	9833,238725	9833,238725	9833,238725
EXCH (H2O)	650,0037746	650,0037746	178,1820765	178,1820765	650,0037746
EXCH (CO2)	457,6284666	457,6284666	457,6284666	457,6284666	457,6284666
EXCH (Nitrogenio)	25,70198548	25,70198548	25,70198548	25,70198548	25,70198548
EXCH (Oxigenio)	124,0671525	124,0671525	124,0671525	124,0671525	124,0671525
Fluxo de Massa	0,077194901	0,057609381	0,019586134	0,052342123	0,077194901
Exergia Quimica= Lo.Σ.Xo.ex + Vo.Σ.Yo.exch	<u>Efluente gasoso</u>	<u>Gases de exaustão</u>	<u>ar</u>	<u>CH4 combustível</u>	<u>Produto H2</u>
Fração de Vapor (Metano)	0,000352934	0	0	0,006281055	0
Fração de Vapor (Hidrogenio)	0	0	0	0	0,007367808
Fração de Vapor (CO)	0,00050876	0	0	0	0
Fração de Vapor (H2O)	0	0,014106512	0	0	0
Fração de Vapor (CO2)	0,04937988	0,017230638	0	0	0
Fração de Vapor (Nitrogenio)	0	0,115525647	0,115524782	0	0
Fração de Vapor (oxigenio)	0	0,010022889	0,035079849	0	0
EXCH (Metano)	52143,36918	52143,36918	52143,36918	52143,36918	52143,36918
EXCH (Hidrogenio)	118305,6531	118305,6531	118305,6531	118305,6531	118305,6531
EXCH (CO)	9833,238725	9833,238725	9833,238725	9833,238725	9833,238725
EXCH (H2O)	650,0037746	650,0037746	650,0037746	650,0037746	650,0037746

EXCH (CO2)	457,6284666	457,6284666	457,6284666	457,6284666	457,6284666
EXCH (Nitrogenio)	25,70198548	25,70198548	25,70198548	25,70198548	25,70198548
EXCH (Oxigenio)	124,0671525	124,0671525	124,0671525	124,0671525	124,0671525
Fluxo de Massa	0,050241574	0,156885686	0,150604631	0,006119444	0,007367808

Lacerda (1991)	<u>Fluxo reformador</u>	<u>Fluxo reformador1</u>	<u>Produto do reformador</u>	<u>Líquido do reformador</u>	<u>CH4 do biogas</u>
Fração de Vapor (Metano)	0,014299379	0,014299379	0,000312427	0	0,014299379
Fração de Vapor (Hidrogenio)	0	0	0,005272935	0	0
Fração de Vapor (CO)	0	0	0,024421232	0	0
Fração de Vapor (H2O)	0,05094303	0,05094303	0,035236619	0	0
Fração de Vapor (CO2)	0,010553399	0,010553399	0,010553399	0	0,010553399
Fração de Vapor (Nitrogenio)	0	0	0	0	0
Fração de Vapor (oxigenio)	0	0	0	0	0
EXCH (Metano)	52143,36918	52143,36918	52143,36918	52143,36918	52143,36918
EXCH (Hidrogenio)	118305,6531	118305,6531	118305,6531	118305,6531	118305,6531
EXCH (CO)	9833,238725	9833,238725	9833,238725	9833,238725	9833,238725
EXCH (H2O)	650,0037746	650,0037746	650,0037746	650,0037746	650,0037746
EXCH (CO2)	457,6284666	457,6284666	457,6284666	457,6284666	457,6284666
EXCH (Nitrogenio)	25,70198548	25,70198548	25,70198548	25,70198548	25,70198548
EXCH (Oxigenio)	124,0671525	124,0671525	124,0671525	124,0671525	124,0671525
Fluxo de Massa	0,075795808	0,075795808	0,075795808	0	0,024852778
Exergia Quimica= Lo.Σ.Xo.ex + Vo.Σ.Yo.exch	<u>HT Shift produto</u>	<u>LT Shift fluxo</u>	<u>vapor</u>	<u>HT Líquido</u>	<u>Produto do reformador1</u>
Fração de Vapor (Metano)	0,000312427	0,000312427	0	0	0,000312427
Fração de Vapor (Hidrogenio)	0,006762774	0,006762774	0	0	0,005272935
Fração de Vapor (CO)	0,00372102	0,00372102	0	0	0,024421232
Fração de Vapor (H2O)	0,021923339	0,021923339	0,05094303	0	0,035236619
Fração de Vapor (CO2)	0,0430769	0,0430769	0	0	0,010553399
Fração de Vapor (Nitrogenio)	0	0	0	0	0
Fração de Vapor (oxigenio)	0	0	0	0	0
EXCH (Metano)	52143,36918	52143,36918	52143,36918	52143,36918	52143,36918
EXCH (Hidrogenio)	118305,6531	118305,6531	118305,6531	118305,6531	118305,6531
EXCH (CO)	9833,238725	9833,238725	9833,238725	9833,238725	9833,238725
EXCH (H2O)	650,0037746	650,0037746	650,0037746	650,0037746	650,0037746
EXCH (CO2)	457,6284666	457,6284666	457,6284666	457,6284666	457,6284666
EXCH (Nitrogenio)	25,70198548	25,70198548	25,70198548	25,70198548	25,70198548
EXCH (Oxigenio)	124,0671525	124,0671525	124,0671525	124,0671525	124,0671525
Fluxo de Massa	0,075795808	0,075795808	0,050891667	0	0,075795808
Exergia Quimica= Lo.Σ.Xo.ex + Vo.Σ.Yo.exch	<u>Fluxo condensador</u>	<u>Gás seco</u>	<u>Condensado</u>	<u>Água</u>	<u>LT Shift produto</u>
Fração de Vapor (Metano)	0,000312427	0,000312427	0	0	0,000312427
Fração de Vapor (Hidrogenio)	0,006997063	0,006997063	0	0	0,006997063
Fração de Vapor (CO)	0,00046574	0,00046574	0	0	0,00046574
Fração de Vapor (H2O)	0,019829717	0	0,019829717	0,05094303	0,019829717
Fração de Vapor (CO2)	0,048191479	0,048191479	0	0	0,048191479
Fração de Vapor (Nitrogenio)	0	0	0	0	0
Fração de Vapor (oxigenio)	0	0	0	0	0
EXCH (Metano)	52143,36918	52143,36918	52143,36918	52143,36918	52143,36918
EXCH (Hidrogenio)	118305,6531	118305,6531	118305,6531	118305,6531	118305,6531
EXCH (CO)	9833,238725	9833,238725	9833,238725	9833,238725	9833,238725
EXCH (H2O)	650,0037746	650,0037746	650,0037746	650,0037746	650,0037746
EXCH (CO2)	457,6284666	457,6284666	457,6284666	457,6284666	457,6284666
EXCH (Nitrogenio)	25,70198548	25,70198548	25,70198548	25,70198548	25,70198548
EXCH (Oxigenio)	124,0671525	124,0671525	124,0671525	124,0671525	124,0671525
Fluxo de Massa	0,075795808	0,055971077	0,01976376	0,050891667	0,075795808
Exergia Quimica= Lo.Σ.Xo.ex + Vo.Σ.Yo.exch	<u>Efluente gasoso</u>	<u>Gases de exaustão</u>	<u>ar</u>	<u>CH4 combustível</u>	<u>Produto H2</u>
Fração de Vapor (Metano)	0,000312427	0	0	0,006113164	0
Fração de Vapor (Hidrogenio)	0	0	0	0	0,006997063
Fração de Vapor (CO)	0,00046574	0	0	0	0
Fração de Vapor (H2O)	0	0,013729448	0	0	0
Fração de Vapor (CO2)	0,048191479	0,016770067	0	0	0
Fração de Vapor (Nitrogenio)	0	0,112437673	0,112436832	0	0
Fração de Vapor (oxigenio)	0	0,009754979	0,034142172	0	0
EXCH (Metano)	52143,36918	52143,36918	52143,36918	52143,36918	52143,36918
EXCH (Hidrogenio)	118305,6531	118305,6531	118305,6531	118305,6531	118305,6531
EXCH (CO)	9833,238725	9833,238725	9833,238725	9833,238725	9833,238725

EXCH (H2O)	650,0037746	650,0037746	650,0037746	650,0037746	650,0037746
EXCH (CO2)	457,6284666	457,6284666	457,6284666	457,6284666	457,6284666
EXCH (Nitrogenio)	25,70198548	25,70198548	25,70198548	25,70198548	25,70198548
EXCH (Oxigenio)	124,0671525	124,0671525	124,0671525	124,0671525	124,0671525
Fluxo de Massa	0,048969444	0,152666128	0,146388889	0,006111111	0,006994444

Suzuki <i>et al.</i> (2012)	Fluxo reformador	Fluxo reformador1	Produto do reformador	Líquido do reformador	CH4 do biogas
Fração de Vapor (Metano)	0,011422999	0,011423	0,000182773	0	0,011422999
Fração de Vapor (Hidrogenio)	0	0	0,004237448	0	0
Fração de Vapor (CO)	0	0	0,019625447	0	0
Fração de Vapor (H2O)	0,045811646	0,04581165	0,033189635	0	0
Fração de Vapor (CO2)	0,013429779	0,01342978	0,013429779	0	0,013429779
Fração de Vapor (Nitrogenio)	0	0	0	0	0
Fração de Vapor (oxigenio)	0	0	0	0	0
EXCH (Metano)	52143,36918	52143,3692	52143,36918	52143,36918	52143,36918
EXCH (Hidrogenio)	118305,6531	118305,653	118305,6531	118305,6531	118305,6531
EXCH (CO)	9833,238725	9833,23872	9833,238725	9833,238725	9833,238725
EXCH (H2O)	650,0037746	650,003775	650,0037746	650,0037746	650,0037746
EXCH (CO2)	457,6284666	457,628467	457,6284666	457,6284666	457,6284666
EXCH (Nitrogenio)	25,70198548	25,7019855	25,70198548	25,70198548	25,70198548
EXCH (Oxigenio)	124,0671525	124,067153	124,0671525	124,0671525	124,0671525
Fluxo de Massa	0,070664424	0,07066442	0,070664424	0	0,024852778
Exergia Quimica= Lo.Σ.Xo.ex + Vo.Σ.Yo.exch	HT Shift produto	LT Shift fluxo	vapor	HT Líquido	Produto do reformador1
Fração de Vapor (Metano)	0,000182773	0,00018277	0	0	0,000182773
Fração de Vapor (Hidrogenio)	0,005453173	0,00545317	0	0	0,004237448
Fração de Vapor (CO)	0,002733805	0,0027338	0	0	0,019625447
Fração de Vapor (H2O)	0,022325842	0,02232584	0,045811646	0	0,033189635
Fração de Vapor (CO2)	0,039969309	0,03996931	0	0	0,013429779
Fração de Vapor (Nitrogenio)	0	0	0	0	0
Fração de Vapor (oxigenio)	0	0	0	0	0
EXCH (Metano)	52143,36918	52143,3692	52143,36918	52143,36918	52143,36918
EXCH (Hidrogenio)	118305,6531	118305,653	118305,6531	118305,6531	118305,6531
EXCH (CO)	9833,238725	9833,23872	9833,238725	9833,238725	9833,238725
EXCH (H2O)	650,0037746	650,003775	650,0037746	650,0037746	650,0037746
EXCH (CO2)	457,6284666	457,628467	457,6284666	457,6284666	457,6284666
EXCH (Nitrogenio)	25,70198548	25,7019855	25,70198548	25,70198548	25,70198548
EXCH (Oxigenio)	124,0671525	124,067153	124,0671525	124,0671525	124,0671525
Fluxo de Massa	0,070664424	0,07066442	0,045811646	0	0,070664424
Exergia Quimica= Lo.Σ.Xo.ex + Vo.Σ.Yo.exch	Fluxo condensador	Gás seco	Condensado	Água	LT Shift produto
Fração de Vapor (Metano)	0,000182773	0,00018277	0	0	0,000182773
Fração de Vapor (Hidrogenio)	0,005626573	0,00562657	0	0	0,005626573
Fração de Vapor (CO)	0,000324543	0,00032454	0	0	0,000324543
Fração de Vapor (H2O)	0,020776334	0	0,020776334	0,045811646	0,020776334
Fração de Vapor (CO2)	0,043754653	0,04375465	0	0	0,043754653
Fração de Vapor (Nitrogenio)	0	0	0	0	0
Fração de Vapor (oxigenio)	0	0	0	0	0
EXCH (Metano)	52143,36918	52143,3692	52143,36918	52143,36918	52143,36918
EXCH (Hidrogenio)	118305,6531	118305,653	118305,6531	118305,6531	118305,6531
EXCH (CO)	9833,238725	9833,23872	9833,238725	9833,238725	9833,238725
EXCH (H2O)	650,0037746	650,003775	650,0037746	650,0037746	650,0037746
EXCH (CO2)	457,6284666	457,628467	457,6284666	457,6284666	457,6284666
EXCH (Nitrogenio)	25,70198548	25,7019855	25,70198548	25,70198548	25,70198548
EXCH (Oxigenio)	124,0671525	124,067153	124,0671525	124,0671525	124,0671525
Fluxo de Massa	0,070664876	0,04988854	0,020776334	0,045811646	0,070664876
Exergia Quimica= Lo.Σ.Xo.ex + Vo.Σ.Yo.exch	Efluente gasoso	Gases de exaustão	ar	CH4 combustível	Produto H2
Fração de Vapor (Metano)	0,000182773	0	0	0,005497398	0
Fração de Vapor (Hidrogenio)	0	0	0	0	0,005626573
Fração de Vapor (CO)	0,000324543	0	0	0	0
Fração de Vapor (H2O)	0	0,01234651	0	0	0
Fração de Vapor (CO2)	0,043754653	0,01508085	0	0	0
Fração de Vapor (Nitrogenio)	0	0,10111206	0,101111307	0	0
Fração de Vapor (oxigenio)	0	0,00877238	0,030703104	0	0
EXCH (Metano)	52143,36918	52143,3692	52143,36918	52143,36918	52143,36918

EXCH (Hidrogenio)	118305,6531	118305,653	118305,6531	118305,6531	118305,6531
EXCH (CO)	9833,238725	9833,23872	9833,238725	9833,238725	9833,238725
EXCH (H2O)	650,0037746	650,003775	650,0037746	650,0037746	650,0037746
EXCH (CO2)	457,6284666	457,628467	457,6284666	457,6284666	457,6284666
EXCH (Nitrogenio)	25,70198548	25,7019855	25,70198548	25,70198548	25,70198548
EXCH (Oxigenio)	124,0671525	124,067153	124,0671525	124,0671525	124,0671525
Fluxo de Massa	0,044261969	0,13731181	0,131814411	0,005497398	0,005626573

Apêndice P

O Apêndice P representa o cálculo da exergia associada aos fluxos de calor de cada fluxo da planta referente aos 4 processos estudados.

Wang et al. (2016)	<i>Unit</i>	HE-Q1	Calor-R	HE-Q2	Shift-Q	HE-Q3	Shift Q1	Calor C	HE-Q4	CALOR P
Heat Flow	<i>kwatt</i>	96,059	349,46475 1	130,85	- 47,8615	40,216 8	-10,788	- 23,3968966 5	57,585 1	-0,0352
T0	<i>celsu s</i>	25	25	25	25	25	25	25	25	25
T	<i>celsu s</i>	265	700	350	350	196	209	38	166	38
Exergia		86,997	336,98386 7	121,51	- 44,4428	35,087 1	-9,4974	- 8,00420148 4	48,912 6	-0,0121
Barana e Cereda (2000)	<i>Unit</i>	HE-Q1	Calor-R	HE-Q2	Shift-Q	HE-Q3	Shift Q1	Calor C	HE-Q4	CALOR P
Heat Flow	<i>kwatt</i>	47,902	206,54144 1	70,494	- 30,2908	28,74	-5,0285	- 14,6835753 2	64,432 4	-0,0253
T0	<i>celsu s</i>	25	25	25	25	25	25	25	25	25
T	<i>celsu s</i>	265	700	350	350	196	209	38	166	38
Exergia		43,383	199,16496 1	65,459	- 28,1272	25,074 1	-4,427	- 5,02332839 7	54,728 8	-0,0087
Lacerda (1991)	<i>Unit</i>	HE-Q1	Calor-R	HE-Q2	Shift-Q	HE-Q3	Shift Q1	Calor C	HE-Q4	CALOR P
Heat Flow	<i>kwatt</i>	46,507	196,11347 8	68,358	- 28,8756	27,837 2	-4,6816	- 14,0288890 4	64,672	-0,0246
T0	<i>celsu s</i>	25	25	25	25	25	25	25	25	25
T	<i>celsu s</i>	265	700	350	350	196	209	38	166	38
Exergia		42,12	189,10942 6	63,475	- 26,8131	24,286 5	-4,1216	- 4,79935677 7	54,932 2	-0,0084
Suzuki et al. (2012)	<i>Unit</i>	HE-Q1	Calor-R	HE-Q2	Shift-Q	HE-Q3	Shift Q1	Calor C	HE-Q4	CALOR P
Heat Flow	<i>kwatt</i>	41,391	157,60191 9	60,516	- 23,5617	24,516 9	-3,4647	- -11,611442	65,686 1	-0,0217
T0	<i>celsu s</i>	25	25	25	25	25	25	25	25	25
T	<i>celsu s</i>	265	700	350	350	196	209	38	166	38
Exergia		37,486	151,97327 9	56,193	- 21,8787	21,389 8	-3,0503	- 3,97233542 2	55,793 6	-0,0074