

UFRRJ

INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E ESTRATÉGIA MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E ESTRATÉGIA - MPGE

DISSERTAÇÃO

PROPOSTA DE METODOLOGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L) PARA AS OBRAS DE CONSTRUÇÃO DO IFAM

LUIZ GABRIEL MARTINS CORREIA

2022



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E ESTRATÉGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E ESTRATÉGIA – MPGE**

**PROPOSTA DE METODOLOGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L)
PARA AS OBRAS DE CONSTRUÇÃO DO IFAM**

LUIZ GABRIEL MARTINS CORREIA

Sob a Orientação da Professora

Dr^a. Roberta Dalvo Pereira da Conceição

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre**, no Curso de Pós-Graduação em Gestão e Estratégia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ.

Seropédica / RJ
Novembro de 2022

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M824p Martins Correia, Luiz Gabriel , 1991-
Proposta de metodologia de produção mais limpa
(P+L) para as obras de construção do IFAM / Luiz
Gabriel Martins Correia. - Manaus, 2022.
185 f.: il.

Orientadora: Roberta Dalvo Pereira da Conceição.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, Mestrado Profissional em Gestão e
Estratégia, 2022.

1. Produção Mais Limpa. 2. IFAM. 3. Administração
Pública. 4. Construções. 5. Obras Públicas. I.
Conceição, Roberta Dalvo Pereira da, 1978-, orient. II
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
Mestrado Profissional em Gestão e Estratégia III.
Título.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e do Instituto Federal de Ciência, Educação de Tecnologia do Amazonas (IFAM), por meio de celebração de convênio com a UFRRJ.

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E ESTRATÉGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E ESTRATÉGIA – MPGE**

LUIZ GABRIEL MARTINS CORREIA

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre**, no Programa de Pós-Graduação em Gestão e Estratégia, na área de concentração em Gestão e Estratégia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 27/10/2022

Prof. Dra. Roberta Dalvo Pereira da Conceição
Presidente da Banca e Membro Interno
MPGE/UFRRJ

Prof. Dr. Rodrigo Amado dos Santos
Membro Interno
MPGE/UFRRJ

Prof. Dr. Thiago Santiago Gomes
Membro Externo
Instituto Firjan SENAI de Inovação em Química Verde

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, Autor da vida, pelas oportunidades recebidas.

À minha orientadora, Dra. Roberta Dalvo, pela paciência, rigor e presença constantes, contribuindo de forma inestimável, desde a ideia inicial, para que esta pesquisa pudesse ser realizada.

Aos professores do MPGE, que contribuíram de forma decisiva em várias das ideias apresentadas nesta pesquisa.

Aos colegas do MPGE, companheiros de jornada, por todo o suporte na caminhada cheia de percalços do mestrado e nos momentos difíceis durante pandemia do *covid-19*, em especial aos colegas de orientação Jeanni, Ivanilson e Brenda.

Aos colegas do IFAM e da DINFRA, que participaram da pesquisa e contribuíram na obtenção de dados indispensáveis para a realização desta pesquisa.

Aos servidores do MPGE, pelo empenho em providenciar o necessário para o sucesso do programa de mestrado.

Aos servidores do IFAM, que se empenharam na realização do convênio com a UFRRJ e tornaram possível a participação no mestrado.

À minha família, sobretudo minha mãe Arlene, por me ensinar as primeiras letras e acreditar que a educação pode mudar vidas e realidades, e meus avós Pedro e Luíza, pela sabedoria e ensinamentos transmitidos.

RESUMO

CORREIA, Luiz Gabriel Martins. **Proposta de Metodologia de Produção Mais Limpa nas Obras de Construção do IFAM**. 2022. 185p. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Estratégia). Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2022.

O aumento nos níveis de consumo, o modelo de desenvolvimento focado no crescimento econômico e a cultura de consumo tem causado desequilíbrios no meio ambiente, fazendo com que os recursos naturais do planeta se tornem escassos em velocidade acelerada. Este contexto faz com que haja uma demanda crescente por tecnologias, metodologias e processos que impactem menos o meio ambiente, que estejam alinhados com o desenvolvimento sustentável e que possam garantir que as próximas gerações tenham sua parte nos recursos naturais do planeta. Uma destas metodologias se trata da produção mais limpa (P+L,) que tem como principal meta se contrapor às chamadas tecnologias de fim de tubo (*end of pipe*), promovendo uma estratégia mais proativa de aumento de eficiência e redução de custo dos processos. Assim, levando em consideração a importância da administração pública para a promoção de práticas que possibilitam a mitigação de danos ao meio ambiente e o contexto de interiorização e déficit de obras do IFAM, esta pesquisa tem como objetivo propor uma metodologia de produção mais limpa voltada para o âmbito das obras e construções do IFAM. Quanto à forma de abordagem, esta pesquisa pode ser caracterizada como qualitativa. Quanto à finalidade, pode ser classificada como exploratória, de caráter aplicado. Quanto à abordagem, esta pesquisa pode ser classificada como estudo de caso. A primeira etapa da pesquisa consiste em levantamento bibliográfico por meio de protocolo de revisão sistemática da literatura, definindo parâmetros como questão de pesquisa, palavras-chave e critérios para inclusão e exclusão de pesquisas. A segunda etapa consiste na caracterização das obras e dos processos relacionados aos serviços de engenharia, realizada por meio de pesquisa documental a partir dos arquivos do IFAM relacionados ao tema da pesquisa; de modelagem de processos realizada por meio de entrevista com os coordenadores que compõem o corpo técnico e administrativo do Diretoria de Infraestrutura; e questionário que permita avaliar a percepção dos servidores quanto aos conceitos e ideias relevantes para a aplicação de uma metodologia de produção mais limpa no IFAM. A terceira etapa inclui a avaliação da aplicabilidade de metodologia de produção mais limpa já existente no contexto institucional do IFAM. A quarta etapa consiste na avaliação das barreiras e ajustes necessários para que metodologias de produção mais limpa existentes sejam aplicadas no IFAM. A quinta etapa é a proposta da metodologia de produção mais limpa, que esteja alinhada com a realidade do IFAM. Os resultados obtidos nesta pesquisa apresentam a análise da aplicabilidade da metodologia de produção mais limpa no IFAM, além das modificações nos processos de elaboração de projeto básico, fiscalização de obra e medição de contrato, necessárias para que programa seja aplicável no âmbito de obras e construções do IFAM. Os limites da pesquisa estão relacionados ao escopo da modelagem de processos e do manual de produção mais limpa empregado para análise

Palavras-chave: Produção Mais Limpa; IFAM; Administração Pública; Construções; Obras Públicas

ABSTRACT

CORREIA, Luiz Gabriel Martins. **Proposal of a Cleaner Production (CP) Methodology in the IFAM Construction Works**. 2022. 185p. Dissertation (Professional Master in Management and Strategy). Institute of Applied Social Sciences, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2022.

The increase in consumption levels, the development model focused on economic growth and the culture of consumption have caused imbalances in the environment, causing the planet's natural resources to become scarce at an accelerated rate. This context means that there is a growing demand for technologies, methodologies and processes that impact less on the environment, that are aligned with sustainable development and that can guarantee that the next generations have their share of the planet's natural resources. One of these methodologies is cleaner production (CP), whose main goal is to counteract the so-called end-of-pipe technologies, promoting a more proactive strategy to increase efficiency and reduce process costs. Thus, taking into account the importance of public administration for the promotion of practices that enable the mitigation of damage to the environment and the context of interiorization and deficit of IFAM construction works, this research aims to propose a cleaner production methodology aimed at the scope of IFAM's works and constructions. As for the approach, this research can be characterized as qualitative. As for the purpose, it can be classified as exploratory, with an applied character. As for the approach, this research can be classified as a case study. The first stage of the research consists of a bibliographic survey through a protocol of systematic literature review, defining parameters such as research question, keywords and criteria for inclusion and exclusion of researches. The second stage consists of the characterization of works and processes related to engineering services, carried out through documental research from IFAM files related to the research topic; process modeling carried out through interviews with the public servants that make up the technical and administrative staff of the Infrastructure Department; and a questionnaire to assess the perception of these employees regarding the concepts and ideas relevant to the application of a cleaner production methodology at IFAM. The third stage includes the assessment of the applicability of cleaner production methodologies that already exist in the institutional context of IFAM. The fourth step consists of evaluating the barriers and necessary adjustments for existing cleaner production methodologies to be applied at IFAM. The fifth step is the proposal of a cleaner production methodology, which is in line with the reality of IFAM. The results obtained in this research present the analysis of the applicability of the cleaner production methodology at IFAM, in addition to the changes in the processes of basic project elaboration, work inspection and contract measurement, necessary for the program to be applicable in the scope of works and constructions of IFAM. The limits of the research are related to the scope of process modeling and the cleaner production manual used for analysis.

Keywords: Cleaner Production; IFAM; Public Administration; Constructions; Public Works

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Questões da pesquisa.....	57
Quadro 2 - Palavras-chave.....	58
Quadro 3 - Critérios para inclusão.....	58
Quadro 4 - Critérios para exclusão.....	59
Quadro 5 - Resultados.....	60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Obras licitadas IFAM 2015-2020.	18
Gráfico 2 - Campi IFAM com sede própria.	19
Gráfico 3 - Questão 1.1: formação acadêmica.	82
Gráfico 4 - Questão 1.2: tempo de atuação.	83
Gráfico 5 - Questão 1.3: desempenho de cargos de chefia.....	84
Gráfico 6 - Questão 1.4: participação capacitação produção mais limpa.....	84
Gráfico 7 - Questão 2.1: quantidade servidores nos departamentos.....	85
Gráfico 8 - Questão 2.2: metas relacionadas à gestão ambiental em obras no IFAM.....	86
Gráfico 9 - Questão 2.3: responsável por gestão ambiental em obras no IFAM.....	87
Gráfico 10 - Questão 2.4: manual de gestão ambiental no IFAM.....	87
Gráfico 11 - Questão 3.1: conhecimento produção mais limpa.	88
Gráfico 12 - Questão 4.1: influência dos servidores nos projetos.	89
Gráfico 13 - Questão 4.2: preocupação projetistas com aspectos ambientais.	90
Gráfico 14 - Questão 4.3: preferência por materiais renováveis/sustentáveis.....	90
Gráfico 15 - Questão 4.4: modificações projeto visando melhorias ambientais.	91
Gráfico 16 - Questão 4.5: substituição materiais tóxico ou poluentes.	91
Gráfico 17 - Questão 4.6: previsão de reutilização de resíduos de obra.	92
Gráfico 18 - Questão 4.7: plano gerenciamento de resíduos durante projeto.....	93
Gráfico 19 - Questão 4.8: planejamento de minimização de resíduos.	93
Gráfico 20 - Questão 4.9: planejamento no uso eficiente de insumos.	94
Gráfico 21 - Questão 4.10: medidas produção mais limpa adotadas.....	95
Gráfico 22 - Questão 5.1: fiscalização housekeeping canteiro de obras.	96
Gráfico 23 - Questão 5.2: medição de resíduos na obra.....	96
Gráfico 24 - Questão 5.3: Manifesto de Transporte de Resíduos nas obras.....	97
Gráfico 25 - Questão 5.4: entrega de plano de gerenciamento de resíduos pelas empresas.....	98
Gráfico 26 - Questão 5.5: acondicionamento de resíduos na obra.	98
Gráfico 27 - Questão 5.6: reclamações quanto a resíduos.....	99
Gráfico 28 - Questão 5.7: procedimentos de acondicionamento de resíduos perigosos.	100
Gráfico 29 - Questão 5.8: uso eficiente de insumos nas obras.	100
Gráfico 30 - Questão 5.10: tratamento dos resíduos nas obras.....	101
Gráfico 31 - Questão 6.1: resistência à mudança de servidores.	102
Gráfico 32 - Questão 6.2: desinteresse alta administração.....	103
Gráfico 33 - Questão 6.3: treinamento para aplica produção mais limpa.	104
Gráfico 34 - Questão 6.4: influência da burocracia na produção mais limpa.	105
Gráfico 35 - Questão 6.4: influência da burocracia na produção mais limpa.	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desempenho por ODS Manaus.	23
Figura 2 - Diferenças entre a produção mais limpa e tecnologias de fim de tubo (end of pipe).	29
Figura 3 - Definição da Produção mais limpa.	35
Figura 4 - Fluxograma da geração de opções de produção mais limpa.	40
Figura 5 - Avaliação da Produção Mais Limpa.	44
Figura 6 - Etapas da metodologia do CEBDS para Produção Mais Limpa	45
Figura 7 - Estrutura da metodologia esquematizada.	55
Figura 8 - Modelagem processo fiscalização.	74
Figura 9 - Modelagem processo medição.	76
Figura 10 - Modelagem processo projeto básico.	81
Figura 11 - Processo fiscalização modificado P+L.	155
Figura 12 - Processo medição modificado P+L.	156
Figura 13 - Processo projeto básico redesenhado P+L.	157

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

- A3P — Agenda Ambiental da Administração Pública
- ABNT — Associação Brasileira de Normas Técnicas
- BPMN — *Business Process Management Notation*
- CAPES — Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior
- CBCS — Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
- CEBDS — Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável
- CETESB — Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
- CONAMA — Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CNTL — Centro Nacional de Tecnologias Limpas
- CPCP — *National Cleaner Production Center*
- DINFRA — Diretoria de Infraestrutura
- EPA — *Environmental Protection Agency*
- EPI — Equipamento de Proteção Individual
- ETP — Estudo Técnico Preliminar
- IBGE — Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IDSC-BR — Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil
- IFAM — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas
- ISO — *International Organization for Standardization*
- MMA — Ministério do Meio Ambiente
- MTR — Manifesto de Transporte de Resíduos
- NBR — Norma Brasileira
- ODS — Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
- PDCA — *Plan, Do, Check, Act*
- PIB — Produto Interno Bruto
- P+L — Produção Mais Limpa
- PNRS — Política Nacional de Resíduos Sólidos
- PNUD — Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
- PROPLAD — Pró Reitoria de Planejamento e Administração
- RCC — Resíduos de Construção Civil

SDSN — *United Nations Sustainable Development Solution Network*

SEBRAE — Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SENAI — Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SINAPI — Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SGA — Sistemas de Gestão Ambiental

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNEP — United Nations Environment Program

UNIDO — United Nations Industrial Development Organization

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Objetivos	20
1.1.1	Final.....	20
1.1.2	Intermediários:.....	20
1.2	Delimitação do Estudo	21
1.3	Relevância e Justificativa da Pesquisa	21
1.4	Oportunidade	25
1.5	Viabilidade	26
2	REFERENCIAL TEÓRICO	27
2.1	Produção Mais Limpa	27
2.1.1	Origem produção mais limpa	27
2.1.2	Produção mais limpa no Brasil.....	32
2.1.3	Conceito e características da produção mais limpa.....	35
2.1.4	Manuais de produção mais limpa e metodologias afins	42
2.2	Produção Mais Limpa na Construção Civil e Administração Pública	47
2.3	Gerenciamento de Resíduos e a Produção Mais Limpa	49
3	METODOLOGIA	52
3.1	Abordagem Metodológica	52
3.2	Estrutura da Pesquisa	53
3.3	Planejamento e Condução da Revisão Sistemática da Literatura	56
3.4	Modelagem de Processos	61
3.5	Questionário	63
3.6	Metodologia de produção mais limpa adotada	69
4	CARACTERIZAÇÃO IFAM	71
4.1	Resultado Modelagem de Processos	71
4.1.1	Processo fiscalização.....	71

4.1.2	Processo medição	75
4.1.3	Processo projeto básico	76
4.2	Resultado Aplicação Questionário	82
4.2.1	Caracterização respondente	82
4.2.2	Caracterização organização	85
4.2.3	Aspectos gerais produção mais limpa	88
4.2.4	Produção mais limpa projetos	89
4.2.5	Produção mais limpa fiscalização	95
4.2.6	Produção mais limpa barreiras	102
5	PROPOSTA DE METODOLOGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA IFAM	106
5.1	Etapa 1 – Visita Técnica.....	106
5.1.1	Descrição manual produção mais limpa.....	106
5.1.2	Análise aplicabilidade IFAM	107
5.1.3	Modificações, sugestões e adaptações.....	109
5.1.4	Modificação e redesenho do processo.....	112
5.2	Etapa 2 – Planejamento e Organização.....	112
5.2.1	Descrição manual produção mais limpa.....	112
5.2.2	Análise aplicabilidade IFAM	113
5.2.3	Modificações, sugestões e adaptações.....	116
5.2.4	Modificação e redesenho do processo.....	120
5.3	Etapa 3 – Pré-avaliação.....	120
5.3.1	Descrição manual produção mais limpa.....	120
5.3.2	Análise aplicabilidade IFAM	121
5.3.3	Modificações, sugestões e adaptações.....	124
5.3.4	Modificação e redesenho do processo.....	129
5.4	Etapa 4 – Avaliação.....	129
5.4.1	Descrição manual produção mais limpa.....	129
5.4.2	Análise aplicabilidade IFAM	130

5.4.3	Modificações, sugestões e adaptações.....	134
5.4.4	Modificação e redesenho do processo.....	136
5.5	Etapa 5 – Estudo de Viabilidade	136
5.5.1	Descrição manual produção mais limpa.....	136
5.5.2	Análise aplicabilidade IFAM	138
5.5.3	Modificações, sugestões e adaptações.....	140
5.5.4	Modificação e redesenho do processo.....	144
5.6	Etapa 6 – Implementação	144
5.6.1	Descrição manual produção mais limpa.....	144
5.6.2	Análise aplicabilidade IFAM	145
5.6.3	Modificações, sugestões e adaptações.....	148
5.6.4	Modificação e redesenho do processo.....	153
5.7	Processos Redesenhados	153
5.7.1	Processo fiscalização.....	153
5.7.2	Processo medição	154
5.7.3	Processo projeto básico	154
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	158
	REFERÊNCIAS	161
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO ENTREVISTA SEMI ESTRUTURADA	172
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO.....	173
	ANEXO A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	183

1 INTRODUÇÃO

O aumento dos níveis de consumo e o crescimento econômico, tanto em países desenvolvidos como em países em desenvolvimento, têm desequilibrado o meio ambiente, resultando em um déficit ecológico, no qual a velocidade com que os recursos naturais são consumidos é maior do que a velocidade com que a natureza os consegue repor (DINPANA e LASHGARARA, 2008; ABBASI et al. 2021; ALVARADO et al., 2021).

Neste contexto, o modelo de desenvolvimento focado no crescimento econômico, associado à cultura da sociedade do consumo, ao desejo de consumir cada vez mais e à satisfação pessoal por meio do consumo pode fazer com que as gerações vindouras não tenham seu quinhão nas riquezas naturais do planeta (Zanirato e Rotondaro, 2016; Oliveira et al., 2016). Assim, conscientização das comunidades, mediante a um processo contínuo de sensibilização dos indivíduos, faz com que seja necessário repensar a forma que produzimos e consumimos, de forma que a sociedade reconheça que o meio ambiente não deve ser tratado como uma fonte inesgotável de recursos (CHAVES e SILVA, 2008).

Isso faz com que haja uma demanda crescente por tecnologias e processos que impactem menos o meio ambiente, que estejam alinhados com o desenvolvimento sustentável (Gunnarsdottir et al., 2021) e que possam garantir que as próximas gerações tenham sua parte nos recursos naturais do planeta, sobretudo os recursos não renováveis (WEST, 2020).

A partir desta conjuntura, iniciou-se uma busca para adoção de medidas de preservação ambiental nos mais diversos ramos da atividade humana, que contribuam com o desenvolvimento sustentável, por meio de um gerenciamento eficiente de recursos e energia, além do desenvolvimento de novas tecnologias inteligentes (GIANNETTI et al., 2020).

Dentre estes ramos de atividade passíveis de melhorias ambientais é possível destacar a construção civil. Trata-se de um importante setor dentre as atividades produtivas, que se distingue dos outros por suas características próprias e representa contribuição considerável para o desenvolvimento econômico, sendo um dos pilares da economia brasileira, pela quantidade de empregos gerados diretamente, com 7,57% de pessoal ocupado (IBGE, 2019), e pela participação na composição do Produto Interno Bruto (PIB) do país (Paz et al., 2014). É um setor tipicamente focado no custo, produção e tempo, e geralmente seus processos e atividades são gerenciados de forma a se estabelecer um custo unitário por produção, enquanto também são seguidas as legislações ambientais e de segurança (CARMICHAEL et al., 2019).

Não obstante, é também um setor marcado pela grande quantidade de perdas, tanto de materiais quanto de mão de obra, relacionadas às ineficiências em alguns de seus processos (Souza et al., 2004), representando cerca de 10% a 30% dos resíduos recebidos em aterros sanitários (Begum et al., 2006), além de ser um setor reconhecido como de alto impacto ambiental, uma vez que seus processos produzem resíduos em volume preocupante (Duan, Wang e Huang, 2015). As atividades desenvolvidas na construção civil requerem um quantitativo elevado de materiais. Como forma de ilustração, somente no ano de 2017, foram consumidos na China aproximadamente 300 milhões metros lineares de manilhas de concreto (CUI et al., 2020).

Além disso, a produção de materiais e insumos para construção necessitam de altas quantidades de energia e geram uma quantidade massiva de gases do efeito estufa; assim, a energia utilizada e as emissões de CO₂ nos processos de manufatura dos materiais de construção tem recebido mais atenção recentemente (Mohammadhosseini, Alyousef e Tahir, 2021), com a construção civil representando 36% do uso de energia e 39% das emissões de CO₂ relacionadas a processos e energia (GLOBALABC, 2019). Dessa forma, o setor da construção civil apresenta um vasto potencial para melhorias, e ações que promovam a sustentabilidade nesta indústria tem uma importância estratégica, sobretudo nos projetos financiados pelos Estados nacionais (WANG et al., 2019).

De modo geral, devido as características inerentes das organizações privadas, isto é, busca da ampliação da margem de lucro, competitividade dentre outros, estas costumam desenvolver e implantar modelos de SGA (Sistemas de Gestão Ambiental, como ISO 14000) de forma mais acelerada (Bezerra et al., 2015). Estas empresas, especializadas em construção, têm percebido que há uma grande potencialidade para a maximização de seus lucros por meio da redução das perdas (Karpinski et al., 2009), o que tem incentivado o uso de metodologias que aumentem a eficiência da produção no ambiente privado, reduzindo os prejuízos econômicos relacionados com material ou mão de obra mal-empregados. Uma destas metodologias se trata da produção mais limpa (P+L), originada a partir da conferência da *United Nations Environment Program* (UNEP) realizada em 1989, tendo como objetivo se contrapor às chamadas tecnologias de fim de tubo (*end-of-pipe*), promovendo uma estratégia mais proativa de aumento de eficiência e redução de custo dos processos (VIEIRA e AMARAL, 2017; MATOS et al., 2018).

Por outro lado, em relação a administração pública, é patente a existência de um *gap* temporal na adoção de medidas e processos de melhoria e otimização de recursos entre o poder

público e a iniciativa privada (Bezerra et al., 2015). Isso não quer dizer que a Administração pública não preze pela eficiência e não busque a responsabilidade socioambiental. Desde meados da década de 90 tem sido buscada a reforma do Estado, construindo um modelo de gestão pública que seja capaz de torná-lo mais aberto às necessidades dos cidadãos brasileiros, mais direcionado para os interesses públicos de forma geral e mais eficiente na coordenação entre a economia e os serviços públicos (Paula, 2005). Além disso, é possível destacar iniciativas do poder público como a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), criada pelo Ministério do Meio Ambiente, com a finalidade de implantar responsabilidade socioambiental nas atividades administrativas e operacionais da administração pública (MMA, 2016), sendo um importante instrumento para nortear a aplicação das noções sustentáveis, denotando a relevância da observação e vivência de práticas socioambientais no âmbito das organizações públicas (Peixoto et al., 2018). Apesar disso, a seara de pesquisas que associem o setor público brasileiro com a sustentabilidade ainda é relativamente reduzida, sendo boa parte das pesquisas realizadas por instituições públicas de ensino superior, com poucos especialistas que publiquem sistematicamente na área e com poucos autores nacionais com histórico relevante de pesquisas (Rohrich e Takahashi, 2019; Marcuz Junior et al., 2020), havendo, portanto, um vasto campo a ser explorado.

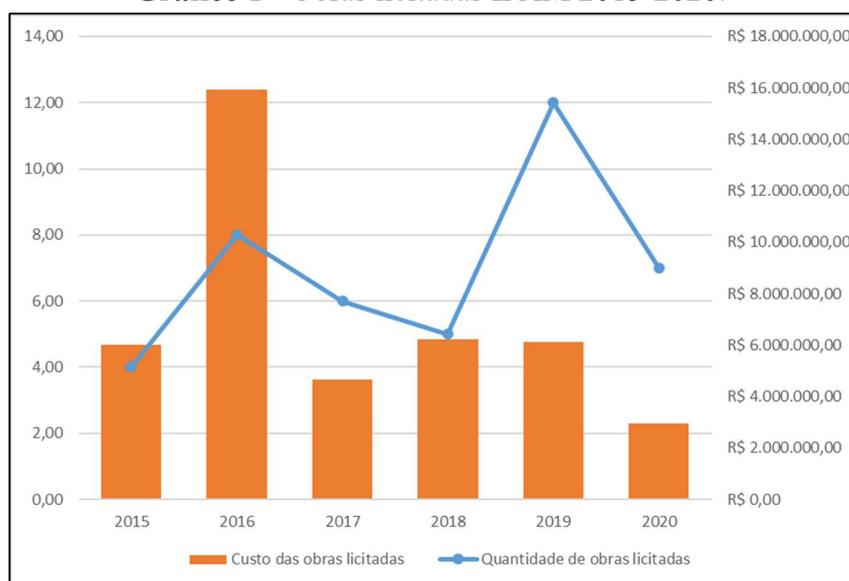
Vale ressaltar que, apesar da importância das obras públicas, o contexto geral brasileiro ainda é preocupante, devido a utilização de métodos construtivos ineficientes, frequentes retrabalhos, resíduos gerados desnecessariamente, perdas de materiais e execução de tarefas desnecessárias, que implicam em custos que não necessariamente agregam valor (Rezende et al., 2012), além de atrasos com custos sociais que entregas ineficientes de estruturas necessárias para população podem acarretar.

O Poder Público, além do papel primordial nas ações de legislação e fiscalização sobre questões ambientais, tem também a função, por meio de seus processos, de promover práticas que permitam a mitigação de danos ambientais (Peixoto et al., 2018). Considerando que a administração pública é a maior consumidora de bens e serviços no mercado brasileiro, movimentando cerca de 10% a 15% do PIB, mudanças dos padrões de consumo e práticas adotadas pelo setor público podem contribuir para a questão ambiental (Carvalho e Souza, 2013). Portanto, a administração pública assume um papel estratégico na revisão dos padrões de produção e consumo e na adoção de novos referenciais de sustentabilidade socioambiental, por meio de suas capacidades regulamentadoras e a indutora de novos padrões e práticas (MMA, 2016).

Neste contexto, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM) faz parte da administração pública. É uma instituição centenária, cuja história se confunde com a história da educação profissional e tecnológica da região norte e do Brasil como um todo. O contexto da origem do IFAM remonta aos tempos do ciclo áureo da borracha, quando foi inaugurada, em 1º de outubro de 1910, a Escola de Artífices do Amazonas (Mello, 2010). A mais recente etapa na evolução dessa Instituição se deu por meio da Lei nº 11.892, de 29.12.2008, que instituiu a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, estabelecendo inicialmente que esta Rede seria composta pelas seguintes instituições de ensino: Centro Federal de Educação Tecnológica do Amazonas (incluindo as unidades Manaus-Centro e Manaus-Distrito Industrial) e Escolas Agrotécnicas Federais de Manaus e de São Gabriel da Cachoeira (BRASIL, 2008), o que resultou em um processo de considerável expansão e interiorização da educação profissional e tecnológica (Leite, 2013), além de considerável expansão no número de *campi*.

Esta expansão, naturalmente, envolveu um contexto de obras públicas, havendo considerável aumento na quantidade de intervenções de obras de engenharia, seja construção de prédios administrativos, blocos de sala de aula, laboratórios, quadras poliesportivas, obras de infraestrutura: urbanização, rede de esgoto e drenagem, captação e distribuição de água potável etc., modificando os espaços e de certa forma alterando as condições ambientais no contexto no qual estão inseridas. O gráfico a seguir apresenta uma amostra das obras licitadas no período compreendido entre os anos de 2015 a 2020.

Gráfico 1 - Obras licitadas IFAM 2015-2020.



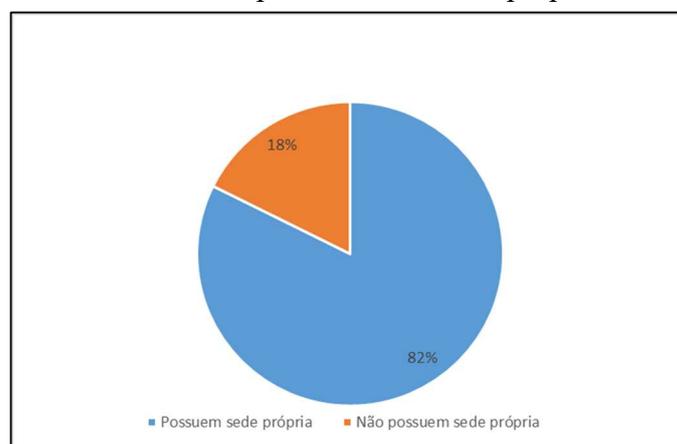
Fonte: Autoria própria (2022)

Analisando o gráfico, é possível constatar que em média são dispostos aproximadamente R\$ 5,2 milhões para a licitação de obras, não se levando em consideração o ano atípico de 2016, que apresentou um total de aproximadamente R\$ 15,9 milhões. Também é possível verificar uma quantidade média de 7 obras licitadas por ano. No ano de 2019 é possível verificar uma tendência de uma quantidade alta no número de obras licitadas (12) e uma quantidade média no custo destas obras (aproximadamente R\$ 6,0 milhões), de onde se depreende que são realizadas mais obras de custos menores, caracterizadas como pequenas intervenções como reformas e serviços de adequação.

A partir do ano de 2020 é patente uma queda acentuada tanto no custo quanto na quantidade de obras licitadas: R\$ 2,9 milhões para 7 obras licitadas. Apesar destes dados não permitirem afirmar que esta queda será tendência para os anos posteriores, é possível inferir, a partir de uma análise ampla dos impactos econômicos da Covid-19 no Brasil e nas contas públicas (Porsse et al., 2020; Monteiro et al., 2021), que esta inclinação no sentido da redução de investimentos será observada também no ano de 2021, além de possivelmente nos anos subsequentes. Portanto, metodologias como a produção mais limpa podem ser de grande valia neste contexto, uma vez que empregada no contexto das obras pode resultar em técnicas de construção mais eficientes, reduzindo os custos associados aos desperdícios de materiais e insumos.

Não obstante esta expansão e interiorização ocorridas, além dos contextos econômicos e políticos nacionais desfavoráveis, ainda há um déficit considerável de infraestrutura educacional, como blocos de sala de aulas, ginásios poliesportivos, laboratórios, etc., sobretudo nos *campi* dos municípios do interior do estado. Para ilustrar este déficit é apresentado a seguir o gráfico com a porcentagem dos *campi* do IFAM que possuem sede própria.

Gráfico 2 - Campi IFAM com sede própria.



Fonte: Autorial própria (2022)

A partir do gráfico é possível verificar que aproximadamente 82% dos *campi* do IFAM possuem sede própria, enquanto aproximadamente 18% não possuem sede própria. Estes são *campi* localizados no interior do estado, que funcionam de forma provisória em prédios alugados ou cedidos. Portanto, ainda há demanda reprimida de infraestrutura e obras de engenharia, sendo o momento oportuno para a concepção de abordagens que possam tornar essas futuras expansões e intervenções mais sustentáveis.

Assim, considerando toda a contextualização até aqui discutida, envolvendo sustentabilidade, construção civil, administração pública e a realidade local do IFAM, o que pode ser feito para amenizar as perdas, aumentar a eficiência na utilização de materiais de construção e reduzir desperdícios no âmbito das obras do IFAM?

1.1 Objetivos

Levando em consideração a complexidade da temática desenvolvida, são propostos os objetivos elencados abaixo

1.1.1 Final

Propor uma metodologia de produção mais limpa (P+L) no âmbito de construções do IFAM.

1.1.2 Intermediários:

- a) Levantamento do estado da arte da produção mais limpa, do ponto de vista da construção civil, no contexto da produção mais limpa;
- b) Caracterização de obras, construções e processos relacionados aos serviços de engenharia no IFAM;
- c) Avaliar aplicabilidade de uma metodologia de produção mais limpa já existente no contexto do IFAM;
- d) Avaliar as barreiras e ajustes necessários para aplicação da produção mais limpa no contexto das obras do IFAM;
- e) Elaborar proposta de metodologia de produção mais limpa adequada à realidade do IFAM;

1.2 Delimitação do Estudo

O presente estudo é delimitado ao contexto organizacional do IFAM, mais especificamente ao que tange à realidade das obras e serviços de engenharia do IFAM, levando em consideração as diferentes etapas destas atividades.

Os dados das obras serão levantados de forma conjunta, a partir de modelagem de processos e questionário aplicado aos servidores efetivos do IFAM, lotados em departamentos ou diretorias que estejam diretamente ligados a atividades relacionadas à construção. Devido à estrutura organizacional do IFAM, na qual as atividades relacionadas à engenharia estão concentradas na Reitoria, os servidores que contribuirão com a aplicação do questionário estão majoritariamente lotados na Reitoria, localizada na capital do Amazonas, Manaus.

Não obstante, há um número pontual de servidores que desempenham funções relacionadas a obras nos *campi* IFAM dos municípios de Coari e Parintins, tendo em seus quadros funcionais servidores com cargo de técnico de nível médio em edificações. Apesar destes servidores com cargo de nível médio possuírem algumas atribuições técnicas mais limitadas em relação aos cargos de nível superior (como engenharia e arquitetura), as atribuições dos cargos, descritas no regimento interno do IFAM, relativas às atividades de fiscalização de obras, elaboração de projeto básicos, dentre outras, são praticamente as mesmas dos cargos de nível superior. Portanto, a delimitação dos participantes que contribuirão para a pesquisa inclui servidores lotados na Reitoria, além de abranger também servidores técnicos em edificações nos *campi* do interior nos municípios de Coari e Parintins, de forma que o panorama montado a partir das respostas obtidas reflita de forma mais aproximada possível o contexto do IFAM no que se refere às obras e construções.

1.3 Relevância e Justificativa da Pesquisa

Tanto as instituições que compõem o poder público quanto às organizações que fazem parte da iniciativa privada têm reconhecido suas responsabilidades primordiais frente aos graves desafios ecológicos contemporâneos, chegando à conclusão de que é fundamental repensar a forma que produzimos e consumimos, sendo necessárias estratégias que possam contribuir para a diminuição do *gap* temporal na adoção de melhorias existente entre administração pública e iniciativa privada, dada a importância estratégica da administração pública para que a sustentabilidade seja alcançada.

O IFAM está inserido neste contexto do poder público, como uma instituição de relevância na realidade local amazônica, possuindo a missão de promover a educação, ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável da Amazônia (IFAM, 2019), uma região que ainda conta com baixos níveis de desenvolvimento.

A metodologia IDSC-BR (Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil), elaborada pela rede SDSN (*UN Sustainable Development Solution Network*), apresenta uma classificação dos 5.570 municípios brasileiros, com o objetivo de auxiliar as administrações locais das cidades a medir seus desempenhos quanto à sustentabilidade e permitir várias análises em um sentido mais amplo e nacional, com índices baseados nos indicadores dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável: 1º Erradicação da pobreza; 2º fome zero e agricultura sustentável; 3º saúde e bem estar; 4º educação de qualidade; 5º igualdade de gênero; 6º água limpa e saneamento; 7º energia limpa e acessível; 8º trabalho decente e crescimento econômico; 9º indústria, inovação e infraestrutura; 10º redução das desigualdades; 11º cidades e comunidades sustentáveis; 12º consumo e produção responsáveis; 13º ação contra a mudança global do clima; 14º vida na água; 15º proteger a vida terrestre; 16º paz justiça e instituições eficazes; 17º parcerias e meios de implementação (INSTITUTO CIDADES SUSTENTÁVEIS, 2022).

Nesta classificação, todos os municípios do estado do Amazonas apresentam uma classificação designada como baixa ou muito baixa, com dois municípios (Lábrea e Boca do Acre) dentre os 10 piores colocados no ranking geral do Brasil. A capital do estado do Amazonas, Manaus, está na classificação geral em 1690º lugar, tendo atingido apenas a ODS nº 9 (indústria, inovação e infraestruturas), havendo desafios grandes a serem vencidos nos objetivos nº 2,3,4,5,6,8,10,11,12 e 16; desafios significativos nos objetivos 1,13,15; e desafios nos objetivos 7 e 17. A figura 1, mostrada a seguir, apresenta o desempenho com as pontuações por ODS da capital Manaus de forma consolidada.

Figura 1 - Desempenho por ODS Manaus.



Fonte: Instituto Cidades Sustentáveis (2022)

Neste contexto, o IFAM busca adotar diversos parâmetros de sustentabilidade no desenvolvimento de suas ações, como por exemplo a adoção de critérios que envolvem a utilização do selo A3P (Agenda Ambiental na Administração Pública), além de adotar uma estrutura institucional que apresenta alguns componentes diretamente relacionados à sustentabilidade no contexto organizacional: a Coordenação de Gestão Ambiental e a Comissão de Eficiência Energética e Energia Renovável, que são unidades administrativas que desenvolveram atividades voltadas a utilização mais racional dos recursos energéticos.

Apesar disso, as orientações para promoção da sustentabilidade no contexto do IFAM relacionadas a obras e construções são genéricas, carecendo de um enfoque que permita uma maior exequibilidade das medidas, sendo necessárias resoluções mais específicas e detalhadas, que permitam uma discussão entre os *stakeholders* (alunos, professores, servidores, comunidade em geral) de forma mais abrangente, para que a sustentabilidade possa ser efetivamente alcançada. Sem esse elemento de discussão, as perspectivas técnicas e econômicas acabam prevalecendo sobre as outras.

Assim, em relação ao aspecto prático, a realização desta pesquisa se justifica pela introdução de uma metodologia de produção mais limpa no âmbito das obras e serviços de engenharia do IFAM, que poderá configurar como alternativa para orientação dos servidores responsáveis, abordando a questão da sustentabilidade a partir do enfoque dos resíduos gerados nos processos construtivos e como estes resíduos podem ser reduzidos a partir da utilização de uma metodologia de produção mais limpa.

Dessa forma, é de fundamental importância para a sustentabilidade que conceitos e metodologias de produção mais limpa sejam estudados, analisados e incorporados à realidade do IFAM.

Quanto à relevância teórica, a seara de pesquisas que associam o setor público brasileiro com a sustentabilidade ainda é relativamente limitada, com estudos dispersos em uma variedade de periódicos devido ao fato de não existir periódico específico para a área, além de uma redução de aproximadamente 75% no número de publicações do portal CAPES no ano de 2019 em relação aos dois anos anteriores, sendo boa parte das pesquisas realizadas por instituições públicas de ensino superior, com poucos especialistas que publiquem sistematicamente na área e com poucos autores nacionais com histórico relevante de pesquisas (ROHRICH e TAKAHASHI, 2019; MARCUZ JUNIOR et al., 2020).

Além disso, no contexto brasileiro, a produção mais limpa ainda não tem alto nível de implementação nem a inclusão dos *stakeholders* nas decisões tomadas para implementação de práticas para o meio ambiente (Neto et al., 2015), representando uma perda de oportunidade para organizações, que minimizariam seus custos com a redução de resíduos, reduzindo o impacto ambiental e tornando o mercado competitivo, e para as universidades brasileiras, que gerariam mais inovação e o reconhecimento da educação ambiental como meio de sobrevivências para as gerações futuras (NETO, SHIBAO e FILHO, 2016).

Outro ponto é que o contexto específico das obras públicas difere sensivelmente do contexto das obras realizadas por agentes da iniciativa privada, que costumam receber uma atenção maior na bibliografia disponível referente à produção mais limpa. Portanto, quanto ao aspecto teórico, esta pesquisa pode ter sua relevância justificada por explorar a temática da produção mais limpa na perspectiva menos explorada da administração pública, mais particularmente no âmbito de obras públicas.

1.4 Oportunidade

A aplicação de uma metodologia de produção mais limpa pode representar uma oportunidade de melhoria no gerenciamento ambiental das obras e construções do IFAM, uma vez que esta metodologia permite uma redução de ineficiências relacionadas aos desperdícios de energia, materiais e insumos, além da diminuição de geração de resíduos nos processos produtivos

É possível verificar oportunidades de melhorias a partir dos três níveis da produção mais limpa (CNTL, 2003): no nível 1, que corresponde à redução de resíduos na fonte, podem ser verificadas oportunidades de melhorias por meio da modificação do produto ou por meio da modificação do processo (por exemplo, substituição de materiais, *housekeeping*); o nível 2, correspondente à reciclagem interna, que pode apresentar oportunidade de reutilização dos resíduos gerados nos processos de construção na própria obra; e o nível 3, que corresponde a reciclagem externa, há oportunidade da aplicação de outras tecnologias e métodos para reutilização ou reciclagem dos resíduos gerados em aplicações externas à considerada.

Além destas oportunidades, o atual momento de desenvolvimento do IFAM como instituição também se mostra propício para uma abordagem sistemática de produção mais limpa no contexto de obras e construções. Como mencionado anteriormente, o IFAM passou por um processo intenso de expansão e interiorização da rede de ensino (Leite, 2013), que continua em andamento, o que é evidenciado pela criação de *campi* avançados (Boca do Acre, Iranduba) e por demandas constantes de municípios do interior que manifestam interesse e necessidade de possuir um *campus* do IFAM. Dessa forma, esse constante avanço perpassa, necessariamente, o aumento da infraestrutura educacional necessária para que as atividades acadêmicas ocorram. Portanto, há nessa conjuntura uma oportunidade de utilizar uma metodologia de produção mais limpa, de forma a permitir que a construção e desenvolvimentos destas obras se dê de forma racional, reduzindo as ineficiências e os resíduos desnecessários gerados nos processos construtivos.

Dessa forma, a aplicação de uma metodologia de produção mais limpa apresenta uma ampla gama de oportunidades de aplicações, sobretudo para o caso específico do IFAM, devido à importância estratégica que a administração pública tem na revisão na revisão dos padrões de produção e consumo e na adoção de novos referenciais de sustentabilidade socioambiental, por meio de suas capacidades regulamentadoras e indutora de novos padrões e práticas (MMA, 2016), além da posição de destaque que o IFAM tem no contexto local, e da possibilidade que

o IFAM tem de se tornar disseminador de práticas sustentáveis, sendo referência na região amazônica.

1.5 Viabilidade

No que tange à viabilidade da aplicação de uma metodologia de produção mais limpa no contexto de obras e construção do IFAM, é possível destacar que, apesar de a produção mais limpa no Brasil ainda não ter um nível considerável de implementação nem de inclusão de *stakeholders* em decisões de implementação (Neto et al., 2015), esta metodologia possui uma ampla gama de aplicações nas mais diversas indústrias, incluindo agricultura, construção civil, indústria de transformação (metalurgia, químico, automotivo, mineração, farmacêutico, cerâmico, mecânico), dentre outras. Portanto, esta ampla aplicabilidade indica que a produção mais limpa é viável para o contexto de obras do IFAM.

Quanto à viabilidade da aplicação de uma metodologia de produção mais limpa no contexto ainda relativamente inexplorado das obras públicas, também é possível afirmar que se trata de um emprego viável, que pode resultar em redução no consumo de materiais e perdas, melhora na eficiência da obra, diminuição de consumo de luz, ganhos econômicos, dentre outros; em suma, um uso mais racional e eficaz dos recursos públicos.

A produção mais limpa não se constitui necessariamente de grandes intervenções, nem de profundos conhecimentos técnicos, mas sim uma observação criteriosa dos processos, de forma a garantir melhorias de eficiência, e no caso das obras públicas, que apresenta características próprias do serviço público (legalidade, legitimidade, etc.) é excepcionalmente improvável que uma aplicação de produção mais limpa improvisada e sem planejamento tenha quaisquer efeitos positivos na redução de desperdícios e ineficiências. Portanto, desde que planejada de forma efetiva, a aplicação da produção mais limpa pode ser viável no contexto de obras públicas, mais especificamente no contexto do IFAM.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Produção Mais Limpa

2.1.1 Origem produção mais limpa

A questão da sustentabilidade, a concorrência global e pressões por adequações de natureza legal em questões sociais e ambientais têm levado os setores produtivos da sociedade a pensar seriamente maneiras de gerenciar os impactos e resíduos provenientes de suas atividades e buscar soluções além do senso comum, que visem meramente a maximização dos retornos financeiros de seus investidores (NETO et al., 2015).

Dentre as transformações observadas na história recente, é possível destacar como um marco temporal a realização da Conferência das Nações Unidas, realizada em 1992 no Rio de Janeiro, tendo como um de seus frutos mais importantes a criação da Agenda 21 Global, a qual foram signatários 179 países (Silva e Barros, 2003), ocasionando o estabelecimento de uma variedade de programas que promovam a utilização de tecnologias e técnicas mais limpas em países em desenvolvimento, levando em consideração conceitos de prevenção de poluição (LUKEN e NAVRATIL, 2004).

Em um momento inicial, em meados da década de 70, as preocupações com o meio ambiente incluíam leis, regulações e diretrizes que, em sua maioria, eram concebidas como estratégias de comando e controle, utilizando o controle de poluição e uma abordagem de redução do tipo “*end of pipe*”, ou fim de tubo (Khalili et al., 2015), que visa somente tratar os resíduos sem observar os motivos pelos quais foram gerados.

Assim, apesar destas preocupações, os sistemas de fim de tubo não reduzem de forma eficiente a utilização de recursos naturais, muito menos os desperdícios relacionados a esta utilização, uma vez que a finalidade da abordagem fim de tubo está limitada a reduzir as emissões destes resíduos ao final do processo, o que continua a degradar o solo e o meio ambiente (GOMES, LIMA e FRANCO, 2016).

Assim, esta visão de fim de tubo não atende de forma satisfatória às ideias de desenvolvimento sustentável (Barnaby, 1987). Exige-se mais do que apenas disposição dos resíduos, havendo preocupação na fonte do problema, na produção de resíduos nos processos produtivos, fazendo com que as opções de *end of pipe* sejam a última opção, depois de esgotadas todas as alternativas: mudança de tecnologia, alteração nos processos, modificação do produto, sistemas de organização de trabalho e reciclagem interna (Medeiros et al., 2007). Além disso,

o mero atendimento às exigências ambientais legais pelas estratégias ambientais legais não é mais compreendido como única alternativa para melhorar o desempenho ambiental, além de apresentarem um alto custo e serem financeiramente onerosos para as organizações.

Um progresso em relação a essa mentalidade é representado pela adoção de processos de Produção Mais Limpa, também conhecida como P+L. Esta metodologia foi proposta pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (*United Nations Environment Programme* – UNEP) como uma forma alternativa de abordar a conservação de recursos e gestão ambiental (Pereira e Sant’Anna, 2012), iniciado a partir da simples ideia de produzir gerando menos resíduos, evoluindo para incluir a eficiência de recursos na produção de forma geral (Fongang et al., 2015), tendo papel fundamental como uma possível estratégia para a promoção do Desenvolvimento Industrial Sustentável (SILVA e BARROS, 2003).

O conceito da produção mais limpa surgiu como uma forma de atender às necessidades de disseminação de informações relacionadas ao desenvolvimento sustentável entre empreendimentos, órgãos governamentais e a comunidade acadêmica, de forma que os impactos relacionados a atividades industriais nos ecossistemas pudessem ser entendidos e minorados (Neto et al., 2016), caracterizando um conjunto de medidas que possam tornar os processos produtivos mais racionais, planejados adequadamente desde seu *design* (SILVA, 2003).

Assim, o entendimento que levou a criação do conceito de produção mais limpa partiu do pressuposto que os métodos de prevenção de fim de tubo, que focam principalmente no tratamento dos poluentes depois que estes são gerados, possuem altos custos e eficiência reduzida, enquanto a produção mais limpa busca uma estratégia preventiva, que se preocupa com a emissão dos poluentes desde a fonte, reduzindo custos associados ao tratamento destes poluentes e aumentando a eficiência dos processos (MATOS et al., 2018).

Portanto, a produção mais limpa se contrapõe às opções do tipo *end of pipe*: enquanto a P+L, por meio de metodologias apropriadas, reduz o consumo de materiais e a poluição diretamente na fonte, as tecnologias de *end of pipe* refreiam as emissões pela implementação de medidas após os resíduos já terem sido gerados, o que faz com que as tecnologias de produção mais limpas sejam frequentemente vistas como superiores às medidas de *end of pipe*, seja por razões ambientais ou econômicas (FRONDEL, HORBACH e RENNINGS, 2007).

A figura 2, mostrada abaixo, apresenta, de forma condensada, o *mindset* que está por trás da abordagem de fim de tubo e da produção mais limpa. Enquanto a primeira coluna apresenta uma mentalidade reativa, fechada e linear, pensando no tratamento dos resíduos a

posteriori, caracterizando a tecnologia de fim de tubo, a segunda coluna apresenta um posicionamento proativo, questionando a origem dos resíduos e emissões, planejando de forma integrada em vários níveis.

Figura 2 - Diferenças entre a produção mais limpa e tecnologias de fim de tubo (end of pipe).

Tecnologia de fim de tubo	Produção mais limpa
Como se pode tratar os resíduos e as emissões existentes?	De onde vem os resíduos e as emissões?
pretende reação	pretende ação
leva a custos adicionais	ajuda a reduzir custos
Os resíduos, efluentes e as emissões são limitados através de filtros e unidades de tratamento - soluções de fim de tubo - tecnologia de reparo - armazenagem de resíduos	Prevenção da geração de resíduos, efluentes e emissões na fonte o que evita processos e materiais potencialmente tóxicos
A proteção ambiental foi introduzida depois que os produtos e processos foram desenvolvidos	A proteção ambiental é uma parte integrante do <i>design</i> do produto e da engenharia de processo
Os problemas ambientais são resolvidos a partir de um ponto de vista tecnológico	Resolve-se os problemas ambientais em todos os níveis e envolvendo a todos
Proteção ambiental é um assunto para especialistas competentes, que são trazidos de fora e aumentam o consumo de material e energia	Proteção ambiental é tarefa de todos, pois é uma inovação desenvolvida dentro da empresa e com isto reduz o consumo de material e energia
Complexidade dos processos e os riscos são aumentados	Os riscos reduzidos e a transparência é aumentada
Proteção ambiental focada no cumprimento de prescrições legais É o resultado de um paradigma de produção que data de um tempo em que os problemas ambientais ainda não eram conhecidos	É uma abordagem que cria técnicas e tecnologias de produção para o desenvolvimento sustentável

Fonte: CNTL (2003)

As mudanças necessárias para aplicação da produção mais limpa são desafiadoras, com uma complexa curva de aprendizagem, fazendo com que a UNEP sugerisse centros de produção mais limpa e institutos de pesquisa, juntamente com associações de indústrias, para tornar este processo mais eficiente (KHALILI et al., 2015).

Assim, a disseminação das Técnicas de Produção Mais Limpa promovida pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) foi realizada por meio dos Centros, sobretudo para os países em desenvolvimento (dentre eles o Brasil) denominado como Centro Nacional de Tecnologias Limpas, o CNTL (ARAÚJO, 2002).

Os primeiros Centros Nacionais de Produção Mais Limpa (sigla NCPC, *National Cleaner Production Center*) foram estabelecidos em meados dos anos de 1994 e 1995, tendo suas atividades expandidas para 37 países, dentre eles: República Tcheca (1994); Bolívia, Brasil, China, Índia, México, Eslováquia, Tanzânia e Zimbábue (1995); Tunísia (1996); Croácia, Hungria e Nicarágua (1997); Colômbia, Costa Rica e Vietnã (1998); El Salvador e

Guatemala (1999); Etiópia, Honduras, Quênia, Marrocos e Moçambique (2000); Cuba, Macedônia, Coreia, Rússia, Sri Lanka e Uganda (2001); Líbano, Peru e África do Sul (2002); Camboja, Egito e Laos (2004); Uzbequistão e Armênia (2005) (BERKEL, 2010).

De modo geral, os Centros de Produção Mais Limpa em países em desenvolvimento, como por exemplo o Brasil, lidam principalmente com avaliações de produção mais limpa, a partir de projetos que envolvem a colaboração de organizações e treinamento de funcionários, enquanto que em países desenvolvidos, como Estados Unidos e Canadá, os Centros pesquisam novos métodos alinhados às tendências de proteção ambiental, levando em consideração a opinião pública, retorno financeiro e o impacto dos processos de produção em escala local e global (PETEK e GLAVIČ, 1999).

Dentre os serviços básicos oferecidos pelos Centros de Produção Mais Limpa, é possível destacar: conscientização e disseminação de informações gerais sobre a produção mais limpa, por meio de seminários de curta duração; treinamento de profissionais em metodologias de avaliação *in loco* de produção mais limpa; assistência técnica em avaliação de produção mais limpa; consultoria em fontes de financiamento de tecnologias de produção mais limpa; disseminação de informações necessárias para avaliações nas fábricas; e consultoria de políticas (LUKEN e NAVRATIL, 2004).

Durante as últimas décadas, as perspectivas relacionadas à produção mais limpa mudaram consideravelmente em escopo, conteúdo e setores que aplicam esta abordagem, principalmente devido à necessidade de novos métodos que abranjam os avanços no desenvolvimento sustentável, com uma mudança do foco, antes associado a diminuição da poluição e resíduos durante a produção, agora relacionado a mudança no design para produtos mais sustentáveis, turismo sustentável, qualidade de vida e cidades inteligentes (HENS et al., 2018).

Dentre estas mudanças também é possível citar a transição do escopo da temática dos programas de produção mais limpa, que passou por uma renovação em 2009, sendo expandido para abranger as três dimensões da sustentabilidade: melhora na eficiência da utilização de recursos naturais (água, energia e materiais), incluindo diminuição de custos; redução no volume de resíduos e emissões gerados; melhoria no bem-estar de empregados, consumidores e sociedade; além de buscar uma ação integrada entre os Centros de Produção Mais Limpa (LUKEN et al., 2015).

Quanto às expectativas da implementação de programas de produção mais limpa por meio dos Centros de Produção Mais Limpa, verifica-se que a maioria foi atendida, apesar de

alguns objetivos não terem sido efetivamente alcançados. Duas expectativas foram superadas: os centros operaram em países que, juntamente, concentram mais de 80% do *Manufacturing Value Added* (Valor de Mercado Adicionado) de economias em desenvolvimento, e os centros forneceram os quatro serviços básicos (divulgação de informações, treinamento, assistência técnica e assessoria de políticas); cinco expectativas foram alcançadas: receitas foram suficientes para a prestação dos principais serviços de produção mais limpa, a implementação de medidas de produção mais limpa geraram ganhos financeiros significativos, além de permitir uma redução significativa na emissão de poluentes e resíduos, os Centros se tornaram especialistas nos países onde foram inseridos, além de se tornarem sustentáveis financeiramente; três expectativas foram parcialmente alcançadas: as instituições que receberam os Centros eram em sua maioria relacionadas à indústria, alguns centros conseguiram descentralizar os serviços principais de produção mais limpa para governos e instituições de pesquisa, e algumas empresas foram transformadas com o auxílio dos centros em organizações mais sustentáveis; algumas expectativas não foram alcançadas: prestação de serviços de produção mais limpa não conseguiu tornar setores da indústria totalmente sustentáveis e a implementação da produção mais limpa em conjunto com a instalação de tecnologias de controle de poluição não resultou em melhorias quantificáveis na qualidade ambiental (LUKEN et al., 2015).

Para investimentos na produção mais limpa em escala global são feitas recomendações, que incluem: a necessidade de os governos nacionais sinalizarem as mudanças necessárias para a efetiva adoção da produção mais limpa; a necessidade da indústria aceitar o desafio de criar uma demanda contínua por medidas de produção mais limpa que irão estimular uma evolução contínua; a necessidade da integração dos conceitos de produção mais limpa aos programas educacionais; e a necessidade dos setores de serviços financeiros identificarem a produção mais limpa como uma oportunidade de inovação em investimentos (HUHTALA, 2002).

Em relação às políticas relacionadas à produção mais limpa, estas são usualmente divididas em três categorias: políticas de regulação: com acompanhamento contínuo das informações e dados relativos à emissão de poluentes, de forma que seja possível acompanhar e regular a geração e liberação de contaminantes; políticas de incentivo: por meio de incentivos e subsídios é possível uma mudança de comportamento dos agentes produtores, acelerando o ritmo das mudanças ambientais; e políticas de orientação: com o governo assumindo papéis de orientação e facilitação para as empresas interessadas em adotar medidas para a promoção da produção mais limpa (PENG e LIU, 2016).

Acerca da evolução da produção mais limpa e tendências para o futuro, é possível realçar que, com o avanço das propostas de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade nas indústrias, o escopo inicial da produção mais limpa foi expandido, tornando-se uma estratégia que também inclui avaliação de produtos, processos e serviços, agregando todas as dimensões do desenvolvimento sustentável de forma holística (MATOS et al., 2018).

Dessa forma, há uma disposição para o aumento da importância da produção mais limpa não somente em setores de produção (agricultura, indústria, aquicultura, etc.), mas também em setores de serviço, como turismo, assistência médica e administração, o que conseqüentemente irá aumentar a atenção para o consumo mais limpo nestes setores: o consumo de produtos em hospitais, por exemplo, é responsável por mais de 40% das emissões de CO₂, havendo grandes possibilidades em diminuições nestas emissões, por meio de um gerenciamento ambiental mais profundo (HENS et al., 2018).

2.1.2 Produção mais limpa no Brasil

A produção mais limpa foi introduzida inicialmente no Brasil por meio da criação do Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL), no ano de 1995 (Neto et al., 2016). Este centro foi estabelecido junto à Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul, em conjunto com o Departamento Regional do Rio Grande do Sul do SENAI-RS, tendo como objetivo articular as ações da promoção da produção mais limpa no Brasil por meio de capacitações, consultorias, informações tecnológicas, além de eventos nos variados estados do Brasil, resultando em ações efetivas relacionadas à produção mais limpa (PEREIRA e SANT'ANNA, 2012).

Por conseguinte, em 1997 foi criado, no âmbito do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), sob a orientação da CNTL e em parceria entre outras seis organizações (SEBRAE Nacional, Banco do Nordeste, FINEP, PNUD, CNI e PNUMA), a Rede Brasileira de P+L, com núcleos em todos os estados do Brasil, tendo como objetivo: minimização ou redução de impactos ambientais; divulgação de técnicas de produção mais limpa; fortalecimento de ações integradas que relacionem qualidade ambiental, segurança e saúde ocupacional; promover pesquisas e transferência de tecnologias mais limpas; consolidação de banco de dados com experiências dos membros integrantes da rede (PEREIRA e SANT'ANNA, 2012; PEREIRA, 2014).

As ações da rede brasileira de produção mais limpa podem ser divididas em 3 fases: a primeira fase consistiu no investimento de aproximadamente R\$ 3,3 milhões de recursos, sendo

R\$ 2,8 milhões investidos na implementação de medidas de produção mais limpa, resultando em uma redução de R\$ 18 milhões por ano em gastos relacionados às matérias-primas, materiais auxiliares, água, energia elétrica e retrabalhos; a segunda fase teve início a partir do convênio entre o SEBRAE Nacional e o CEBDS, focada em atender também pequenas e micro empresas, por meio de estudos de caso que totalizavam aproximadamente R\$ 2,4 milhões em investimentos e oportunidades de melhoria, gerando benefícios anuais de R\$ 5,6 milhões, além de benefícios ambientais, incluindo uma redução anual de 167 toneladas de matérias-primas, 111 mil m³ de água, 350 mil kW de energia elétrica; e a terceira fase, iniciada em 2007, como Rede Brasileira de Ecoeficiência, contemplou ações no sentido de avaliar a rede existente, desenvolvimento de produtos novos, formação de núcleos novos e apoio aos existentes, e interiorização das unidades locais, com investimento de cerca de R\$ 1,6 milhões na formação de 236 profissionais em 17 estados, que desenvolveram, em conjunto com os facilitadores e consultores, estratégias de ações direta de redução de custos relacionados a desperdícios e riscos (SEBRAE/CEBDS, 2010).

Diversos órgãos públicos e entidades privadas tiveram papéis diversos e destacados para a implementação da produção mais limpa no cenário brasileiro. Dentre as organizações destacamos: o MMA (Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Amazônia Legal), que articula programas como Agenda 21, Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), Produção e Consumo Sustentável, dentre outras campanhas que estimular práticas responsáveis; o MDIC (Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior), que coordena atividades relacionadas aos setores produtivos e meio ambiente; a CNI (Confederação Nacional de Indústrias, entidade máxima das indústrias brasileiras, da qual faz parte o Conselho Temático Permanente de Meio Ambiente, que formula ações que possam aumentar a competitividade de indústrias alinhadas à preservação do meio ambiente; o CNTL (Centro Nacional de Tecnologias Limpas), com objetivo de estimular o desenvolvimento sustentável, alinhado com uma maior eficiência nos processos econômicos, que também contribuiu de forma decisiva para a instalação de vários núcleos de produção mais limpa em todo o Brasil (PEREIRA e SANT'ANNA, 2012).

Apesar dos esforços conjuntos de órgãos que fazem parte da administração pública e organizações que representam empresas da iniciativa privada, a implementação da produção mais limpa ainda não obteve o êxito esperado. Para que a produção mais limpa possa ser efetivamente estabelecida no Brasil, é necessário que as organizações tomem conhecimento de sua importância e consigam internalizar os princípios da produção mais limpa no seu

planejamento estratégico, de forma fomentar um ambiente institucional que permita cooperação e troca de informações, também levando em consideração a ação de agentes externos, como governo, outras organizações, universidades e consumidores, agindo como fontes de incentivo e apoio à produção mais limpa (VIEIRA e AMARAL, 2017).

Outro aspecto que torna a prática da produção mais limpa desafiadora nos países em desenvolvimento é a questão financeira. Países em desenvolvimento, incluindo os países da América Latina, tendem a ter um setor bancário e mercado de capitais ainda estão imaturos, sem a base legal para criação de um ambiente propício para investimentos (Ciccozzi, Checkenya e Rodrigues, 2002). Países com economias em transição também tendem a depender mais da exploração de recursos naturais para seu crescimento econômico (Shi et al., 2021), o que torna o gerenciamento de recursos ainda mais importantes para estes países.

Alguns países em desenvolvimento tiveram a oportunidade de receber patrocínios oferecidos por países desenvolvidos, o que não foi o caso do Brasil, que não recebeu patrocínio de outros países, e o processo de implementação da produção mais limpa ficou por conta do SENAI – RS (SILVA, 2003).

Os canais responsáveis pelo financiamento da produção mais limpa costumam privilegiar assistência técnica e consultoria, e na Índia, um país que passou por um crescimento industrial acelerado e desordenado, empregando tecnologias não eficientes e obsoletas, enquanto no Brasil há dificuldades de acesso a recursos financeiros, sobretudo para as micro e pequenas empresas (PEREIRA, 2014).

Metodologias que fomentem a utilização de recursos de forma mais eficiente, como a produção mais limpa, podem exercer um papel crucial na fomentação do desenvolvimento sustentável na América Latina, uma vez que instrumentos econômicos como impostos sobre poluição, taxas, subsídios e empréstimos, são percebidos pelas empresas, principalmente as micro e pequenas, como tendo menos retorno financeiro e sendo geralmente menos atraentes que outros tipos de investimento (ASHTON et al., 2018).

Apesar de haver realizações consideráveis no avanço das práticas de produção mais limpa no Brasil, ainda são verificadas algumas lacunas no cenário nacional, como por exemplo o baixo número de pesquisas que relacionem a produção mais limpa com as temáticas de energia renovável e responsabilidade ambiental, que são preteridas em relação às pesquisas focadas em medidas de redução de energia, água e gerenciamento de resíduos, sendo necessárias melhorias de comunicação entre órgãos governamentais, empresas, universidades

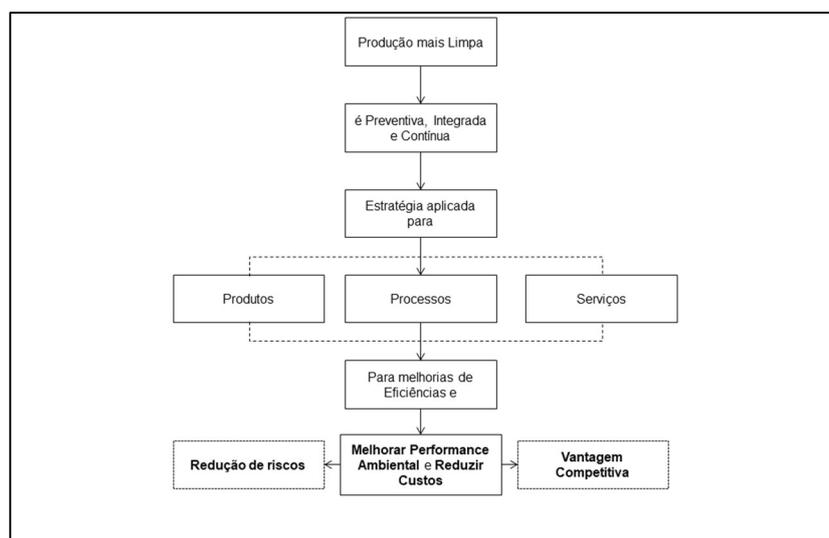
e a sociedade de forma geral, de modo a existir um compartilhamento de experiências (NETO et al., 2016).

O Brasil também não apresenta nenhuma política específica para a produção mais limpa, mesmo que ministérios e órgãos da iniciativa privada busquem uma integração entre si, não havendo medidas de cunho institucional voltadas para gestão das empresas, com um descompasso entre as ações governamentais e as demandas e necessidades da sociedade, e com as organizações adotando medidas a partir de motivações e interesses próprios, ou para atendimento de dispositivos legais de comando e controle, como os dispositivos relacionados ao licenciamento ambiental, por exemplo (PEREIRA e SANT'ANNA, 2012).

2.1.3 Conceito e características da produção mais limpa

A UNEP define a produção mais limpa como a aplicação contínua de estratégias integradas de prevenção ambiental a partir de processos, produtos e serviços, de forma a reduzir os riscos para os seres humanos e o meio ambiente, incluindo conceitos como eco-eficiência, prevenção de poluição e produtividade verde, com o objetivo de proteger o ambiente, o consumidor e o trabalhador, melhorando a eficiência da indústria, sua lucratividade e competitividade, conforme figura 3 (UNEP, 2006).

Figura 3 - Definição da Produção mais limpa.



Fonte: Adaptado de UNIDO (2012)

Corazza (2020) afirma que a produção mais limpa é baseada na estratégia denominada PDCA (do inglês: Plan, Do, Check, Act, que em português seria: Planejar, Fazer, Checar e Agir), a qual preconiza que o fim de um ciclo equivale ao início de outro ciclo, buscando continuamente uma melhoria nos processos.

De acordo com Milan et al. (2010), a produção mais limpa é um método de abordagem constituído por estratégias econômicas, tecnológicas e ambientais integradas aos processos e produtos, tendo como finalidade o aumento da eficiência no uso de matérias-primas e insumos básicos, por meio da redução dos desperdícios, minimização ou reciclagem (interna ou externa) e até mesmo a não geração de resíduos, possibilitando benefícios econômicos e sociais para o agente.

Conforme o manual de Implementação de Programas de Produção Mais, a produção mais limpa se trata de uma aplicação integrada a processos e produtos de métodos técnicos, econômicos e ambientais, com o objetivo de melhorias na eficiência na utilização de matérias-primas, água e energia, por meio da não geração, minimização ou reciclagem de emissões e resíduos gerados, resultando em benefícios ambientais, de saúde ocupacional e econômicos Limpa (CNTL, 2003).

No entendimento de Severo et al. (2015), o conceito de produção mais limpa se refere a ações que permitam que determinada organização seja qualificada como consumidor eficiente de matérias-primas e energia durante os processos produtivos, visando melhorias de produtividade e, conseqüentemente, um aumento na competitividade da companhia e melhorias na performance organizacional.

Para Yin et al. (2020), a produção mais limpa pode ser entendida como uma estratégia ambiental preventiva, que visa uma diminuição na geração de resíduos e emissões, de forma a maximizar o *output* de produtos.

Para Sark e Sena (2017), a produção mais limpa não se resume a apenas uma mudança nos componentes físicos de uma determinada organização (matérias-primas, processos e produtos), mas também em mudanças na cultura corporativa da empresa, além de transformações nas atitudes das pessoas que tem papéis significantes na adoção de tecnologias e práticas mais limpas.

Uma visão mais ampla da produção mais limpa na literatura permite constatar que os conceitos apresentados têm algumas características comuns: a produção mais limpa está voltada para a análise de processos, produtos e serviços, visando a utilização mais eficiente possível dos recursos, o que permite uma redução do desperdício nas fontes geradoras das empresas, por meio da diminuição ou eliminação da poluição e minimização de riscos de pessoas e ao meio ambiente; além disso, os autores especializados costumam definir a produção mais limpa em termos de estratégia ambiental, conjunto de métodos, conjunto de ferramentas, design de

produtos e processos, ações com objetivos incomuns, atividades de produção, relacionado a produção mais limpa principalmente com processos de manufatura (BORGES, 2020).

Para processos de produção, a produção mais limpa (P+L) resulta na conservação de matérias primas e energia, a substituição de materiais tóxicos ou perigosos por materiais menos nocivos, redução da quantidade de todas as emissões e resíduos; para produtos, a produção mais limpa significa a redução dos impactos ambientais durante todo o ciclo de vida do produto; e para serviços, a produção mais limpa implica a consideração de aspectos ambientais no design e na entrega de serviços (UNEP/UNIDO, 2012).

A implementação da produção mais limpa pode contribuir para que as organizações tenham um conhecimento mais apurado dos seus processos de produção, uma vez que esta implementação requer monitoramento constante de suas atividades e o desenvolvimento de sistemas de produção eco-eficientes (Silva et al., 2020). Fatores como a piora da poluição industrial, a escassez de recursos, a globalização e a pressão dos mercados podem fazer com que esta implementação da produção mais limpa se torne mais relevante (BERKEL, 2010).

Além destes benefícios, é possível destacar outras melhorias que a aplicação de conceitos relacionados à produção mais limpa pode proporcionar: a diminuição dos custos relacionados ao desperdício de energia e material, ganhos de eficiência operacional, melhora na qualidade dos produtos gerados, reutilização de parte dos resíduos gerados, possibilidade de melhorias na qualidade de vida e segurança no ambiente de trabalho, melhoria na imagem da organização, conformidade com regulações ambientais, redução dos custos relacionados aos tratamentos do tipo *end of pipe* dos resíduos gerados, novas e melhores oportunidades de mercado, melhorias de produtividade, tecnologia e o alcance de melhor custo benefício (UNIDO, 2001; HAMED e MAHGARY, 2004).

Como observam Catapan et al. (2010), a P+L, quanto aos processos de produção, adota procedimentos de forma: a) a conservar as matérias-primas e a energia, eliminando aquelas tóxicas e reduzindo tanto a toxicidade quanto a quantidade de todas as emissões e resíduos; b) reduzir os impactos negativos ao longo do ciclo de vida do produto, da extração das matérias-primas até sua disposição final, por meio de um design adequado aos produtos; c) incorporar no projeto e fornecimento dos serviços as preocupações com o meio ambiente. Em outras palavras, a P+L subverte a ordem tradicional representada pelas tecnologias de fim de tubo: enquanto essa prioriza a reação, levando em consideração o tratamento dos resíduos e das emissões existentes e conseqüentemente seus custos adicionais, representando o paradigma de produção no qual os problemas ambientais ainda não eram conhecidos, aquela pretende uma

ação proativa, questionando de onde são provenientes os resíduos e emissões, ajudando a reduzir custos relacionados aos desperdícios, em suma, sendo uma abordagem que cria técnicas e tecnologias de produção para o desenvolvimento sustentável (CNTL, 2003).

As diversas mudanças propostas pela produção mais limpa podem enfrentar barreiras e resistências, tanto internas quanto externas (Vieira e Amaral, 2016). As barreiras estão relacionadas a fatores políticos e de mercado, financeiros e econômicos, técnicos e de informação, além de barreiras gerenciais e organizacionais (GHISELLINI, JI e LIU, 2018).

De acordo com Mello (2002), estas barreiras podem ser classificadas em: a) barreiras organizacionais, incluindo não envolvimento de funcionários, poder de decisão concentrado na diretoria, foco prioritário na produção, rotatividade do corpo técnico e falta de reconhecimento de iniciativa; b) barreiras sistêmicas, vinculado ao gerenciamento inadequado ou ineficiente, falta de registros e controles e planejamento; c) barreira de atitudes, incluindo resistência a mudança, falta de liderança e segurança, medo de errar; d) barreiras econômicas, relacionadas à predominância dos preços baixos e relativa abundância de recursos e materiais, falta de interesse de investimentos em projeto P+L, exclusão dos custos ambientais do cálculo econômico das medidas de redução de resíduos, planejamento inadequado dos investimentos e predominância de incentivos fiscais relativos à produção; e) barreiras técnicas, com falta de infraestrutura, mão de obra técnica escassa ou até mesmo não disponível, acesso a informação técnica limitado; f) barreiras governamentais, como as políticas adotadas para o gerenciamento de recursos naturais, ênfase nas tecnologias de fim-de-tubo para atendimento das legislações ambientais, falta de incentivos para esforços de redução de resíduos; g) outras barreiras, como falta de apoio institucional, falta de pressão pública, impedimento de investimento em melhorias operacionais, etc.

Em face ao desafio de conciliar a proteção do meio ambiente com o desenvolvimento econômico, considerando também questões relacionadas a aspectos sociais, éticos e políticos, integradas em três dimensões simultâneas e equilibradas: econômica, ambiental e social, no chamado *triple bottom line* (Elkington, 1997), a produção mais limpa é reconhecida como o melhor caminho para o alcance do desenvolvimento sustentável (Zhang, 2000). Além disso, a produção mais limpa é viável em uma série de indústrias e atividades produtivas, apesar de serem observadas várias dificuldades para o alcance de determinados setores (MATOS et al., 2018).

A produção mais limpa também considerada a variável ambiental nos diversos níveis da organização, sendo caracterizada por ações que são aplicadas dentro da organização,

sobretudo por ações ligadas ao processo produtivo, tendo como principal objetivo tornas estes processos mais eficientes, por meio do emprego de seus insumos, de forma a gerar mais produtos e menos resíduos (ARAUJO, 2002).

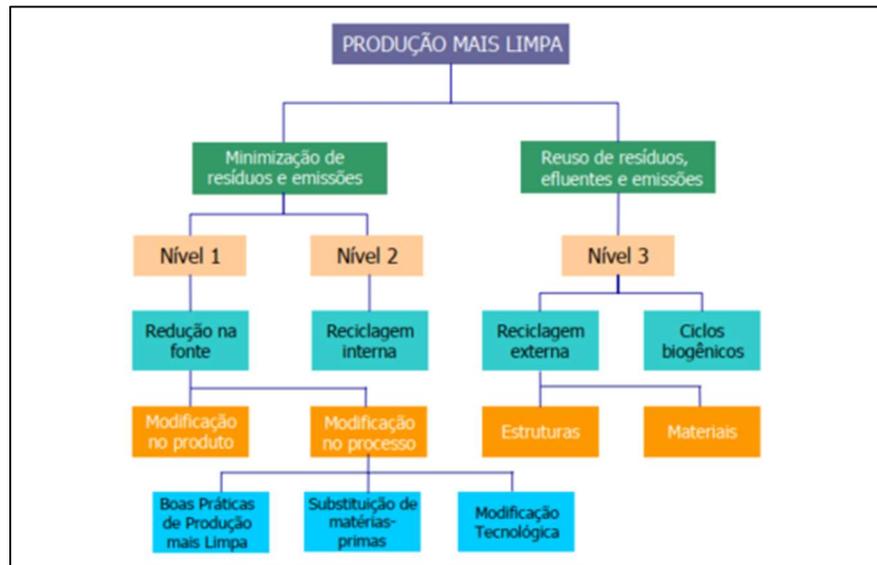
É possível afirmar que a produção mais limpa é uma ação econômica, devido ao fato de que qualquer resíduo do sistema produtivo deve necessariamente ser proveniente de matérias-primas ou insumos, comprados e pagos como tal, utilizados no processo produtivo; além do aspecto social da produção mais limpa, que em conjunto com as temáticas ambientais e econômicas, também considera que uma redução na geração de resíduos em determinado processo produtivo também pode possibilitar a resolução de problemas relacionados à saúde e à segurança ocupacional dos colaboradores (MATTOSINHO, 2005).

Uma outra característica importante da produção mais limpa é a abordagem quanto aos níveis de prioridade. Nas abordagens tradicionais, o costume é que o primeiro item a ser considerado é a disposição do resíduo e por último a sua não geração, enquanto que, na abordagem da produção mais limpa, esse ciclo é invertido: a prioridade inicial é não gerar, de forma que só seja utilizada a disposição em último caso, uma vez que um resíduo não gerado é um resíduo que não necessitará ser segregado, transportado, armazenado nem disposto, havendo, portanto, uma redução considerável nos custos associados a estas etapas que não serão realizadas, caracterizando esta solução como mais complexa, mas que se propõe ser definitiva (CNTL SENAI-RS, 2007).

Dessa forma, para que determinado problema relacionado à geração de resíduos seja analisado pela perspectiva da produção mais limpa, algumas perguntas devem ser realizadas para a busca de soluções, em ordem de prioridade: 1. Como deixar de gerar o resíduo? 2. Como reduzir sua geração? 3. Como reciclar internamente? 4. Como reciclar externamente? (CEBDS, 2003).

A partir desta ordem de prioridades é possível a elaboração de um fluxograma, que pode ser utilizado como referência para análise de oportunidades para cada situação na qual há produção de resíduos: deve ser privilegiado o enfoque do nível 1, e caso seja verificada a inviabilidade, o enfoque passa para o nível 2, e caso também se mostre inviável, deve ser examinado o nível 3 (CEBDS, 2003). A figura 4 abaixo apresenta os três diferentes níveis de aplicação de estratégias de produção mais limpa.

Figura 4 - Fluxograma da geração de opções de produção mais limpa.



Fonte: CNTL (2003)

O nível 1 contempla a redução na fonte, e sob o ponto de vista dos resíduos, emissões e efluentes, e levando em consideração estratégias de aplicação, a abordagem de produção mais limpa pode ocorrer por meio de duas formas: através da minimização de modificações no produto ou modificação no processo.

As modificações no produto são as mais complexas e de difícil realização, uma vez que envolve mudanças no produto de preferência do consumidor, podendo incluir: substituição completa do produto, aumento da longevidade, substituição de materiais, modificação do design do produto, utilização de materiais recicláveis e reciclados, troca de componentes críticos, redução no número de componentes, viabilização do retorno de produtos, substituição de itens do produto e alterações nas dimensões do produto de forma a gerar um melhor aproveitamento de matéria prima (CNTL, 2003).

As modificações no processo podem auxiliar em uma redução significativa de resíduos, emissões e efluentes, incluindo medidas tais como: *housekeeping*, caracterizada por uma utilização mais cuidadosa de matérias-primas e dos processos, também incluindo mudanças organizacionais e medidas que são economicamente mais interessantes e podem ser de fácil implementação, sendo ideal a aplicação no início do programa de produção mais limpa, realizando a análise de práticas operacionais e soluções práticas de *housekeeping*; boas práticas de produção mais limpa, incluindo alterações na dosagem e concentração de produtos, maximização do uso da capacidade nos processos produtivos, reorganização de intervalos de manutenção e limpeza de maquinários, eliminação de perdas relacionadas à evaporação e vazamentos, melhorias na logística de compra, armazenamento e distribuição de matérias-

primas, elaboração de manuais de boas práticas operacionais, de treinamento e capacitação de pessoas envolvidas no programa de produção mais limpa, alteração e pequenos ajustes de layout, aumento da logística que se relaciona a resíduos, melhoria nos sistemas de informação, padronização das operações e procedimentos e substituição de matérias-primas e ajudantes de processo (CNTL SENAI-RS, 2007).

A substituição de matérias-primas pode incluir a substituição de materiais toxicologicamente importantes, que de alguma forma podem prejudicar a segurança e saúde dos trabalhadores, requerendo a utilização de equipamento de proteção (EPI), podendo incluir: troca de solventes orgânicos por agentes aquosos, alteração de produtos petroquímicos por bioquímicos, seleção de matérias-primas com menor teor de impurezas, escolha de matérias-primas que tenham menor possibilidade de gerar produtos indesejáveis, troca de fornecedores, utilização de resíduos como matérias-primas em outros processos, modificação de embalagens, utilização de matérias-primas biodegradáveis, redução no número de componentes de forma a diminuir a complexidade dos processos, utilização de substâncias livres de metais pesados, utilização de matérias-primas com conhecido ciclo de vida (CNTL, 2003).

A modificações de tecnologia variam de simples reconstruções até complexas mudanças no dispêndio de tempo nas operações, na forma como a energia é consumida ou no modo de uso de matérias-primas, sendo necessário que estas medidas sejam analisadas de forma conjunta com medidas de *housekeeping* e seleção de matérias-primas, incluindo: troca de processos termoquímicos por mecânicos, utilização de fluxos em contracorrente, tecnologias que realizem segregação de resíduos e efluentes, modificação nos valores dos processos, utilização do calor residual, em última instância a substituição completa de determinada tecnologia (CNTL SENAI-RS, 2007).

O nível 2 das opções de produção mais limpa corresponde à reciclagem interna, referente aos processos que visam a recuperação de materiais, matérias-primas e insumos, realizados dentro da própria planta industrial, reutilizados no próprio processo de produção da empresa, como exemplo: a utilização de produtos ou matérias-primas novamente com o mesmo propósito, a recuperação de solventes que já foram utilizados, a utilização de matérias-primas ou outros produtos que já foram utilizados para um objetivo diferente, a utilização de resíduos de verniz para realização de pintura em partes de um produto que não serão visualizadas, o uso adicional de determinado material para uma finalidade inferior ao seu uso prévio, aproveitamento de resíduos de papel para a realização de enchimentos (CNTL, 2003).

Por fim, após o esgotamento de todas as possíveis soluções apresentadas nos níveis anteriores, devem ser determinadas as providências para o prosseguimento da reciclagem dos resíduos, emissões e efluentes de forma interna ou externa a organização, podendo ocorrer como reciclagem externa ou como uma reintegração ao ciclo biogênico, como por exemplo a compostagem, a recuperação de papel, aparas, vidros, nos próprios processos produtivos da organização, sendo mais economicamente vantajoso que se busque fechar o circuito dentro da própria empresa, escolhendo a opção externa somente se não houver viabilidade técnica e econômica (CNTL SENAI-RS, 2007).

2.1.4 Manuais de produção mais limpa e metodologias afins

Há uma disponibilidade de variadas publicações que buscam ajudar as empresas interessadas em implementar uma metodologia de produção mais limpa em seus processos produtivos, proporcionando uma gama de conhecimentos teóricos, uma estrutura de conceitos, procedimentos e ferramentas, sendo possível destacar dentre as organizações nacionais e internacionais envolvidas na difusão de práticas de produção mais limpa a *Environmental Protection Agency* – US EPA, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai), e as já mencionados UNEP, UNIDO e CEBDS (GUARDIA, 2016).

Dentre as primeiras publicações de produção mais limpa idealizadas é possível destacar o guia da UNEP chamado *Cleaner Production – A training resource package*. Trata-se de um guia cujo público alvo são instrutores e professores, com objetivo de oferecer material de apoio e ideias, incluindo estudos de caso e cenário de situações que podem ser utilizados como base para um treinamento interativo e simulações de tomadas de decisões, a partir de um trabalho em equipe para resolução de problemas (UNEP, 1996).

As fases discutidas para a implementação da produção mais limpa incluem pré-avaliação, balanço de materiais e síntese, com o nível de planejamento apresentado métodos de avaliação dos impactos ambientais, avaliação e gerenciamento de riscos, gestão da qualidade total, auditorias ambientais, dentre outros; e as ferramentas para produtos e processos incluindo a rotulagem ambiental, análise do ciclo de vida dos produtos, auditorias de resíduo, dentre outros instrumentos (GUARDIA, 2016).

Outro material de destaque dentre a produção relacionada à produção mais limpa é o *Guidance Manual on How to Establish and Operate Cleaner Production Centres*, elaborado

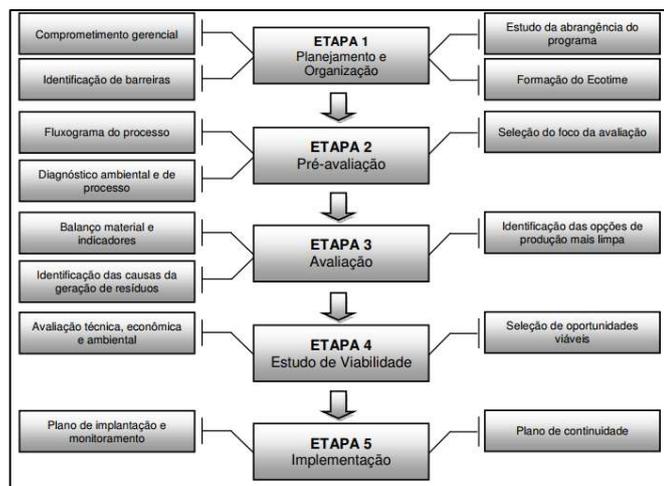
pela UNIDO/UNEP. A implantação de um novo Centro de Produção Mais Limpa ou a manutenção de um Centro existente requerem uma gama de informações custosas e onerosas, o que requer que o guia de orientações forneça uma visão abrangente de todo planejamento necessário para a criação de um novo Centro Nacional ou manutenção de um centro existente, proporcionando as diretrizes necessárias para uma operação satisfatória destas organizações (UNEP/UNIDO, 2012).

O manual é dividido em seis capítulos, incluindo: entendendo a produção mais limpa; evolução dos centros de produção mais limpa; como estabelecer um centro de produção mais limpa (serviços básicos); como fornecer serviços de um centro de produção mais limpa (serviços estratégicos) e como monitorar e avaliar o progresso de um centro de produção mais limpa, apresentando a produção mais limpa como um processo que vai além da manufatura, e envolve os produtos em seu contexto de ciclo de vida de forma mais abrangente, por meio da realização de um design mais adequado para os produtos (GUARDIA, 2016).

Dentre as fases apresentadas para a implementação da produção mais limpa de acordo com este manual é possível destacar: planejamento e organização, obtenção do comprometimento da alta gerência, envolvimento de funcionários, planejamento do time de produção mais limpa, identificação de barreiras e soluções para produção mais limpa, decisão do foco da produção mais limpa, pré-avaliação, compilação e preparação de informações básicas, condução de uma caminhada, preparação do eco-mapa, preparação do material preliminar para balanço de massa e energia, preparação do balanço de massa e energia detalhado, condução do diagnóstico de causas, gerar opções, avaliar opções, análise da viabilidade, condução de análises econômicas e ambientais, seleção das opções viáveis, implantação e continuidade, preparação de plano de ação da produção mais limpa e manter a produção mais limpa (UNEP/UNIDO, 2004).

A disseminação das Técnicas de Produção Mais Limpa promovida pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) foi realizada por meio dos Centros, sobretudo para os países em desenvolvimento (dentre eles o Brasil) denominado como Centro Nacional de Tecnologias Limpas, o CNTL (Araújo, 2002). O CNTL disponibiliza, por meio do manual Implementação de Programas de Produção Mais Limpa, um fluxograma com as etapas para a implementação da P+L em uma determinada atividade, qualquer que seja sua natureza e independente se a empresa é de pequeno, médio ou grande porte. A figura 5 abaixo apresenta os passos de forma resumida.

Figura 5 - Avaliação da Produção Mais Limpa.



Fonte: CNTL (2003) e SIMIÃO (2011)

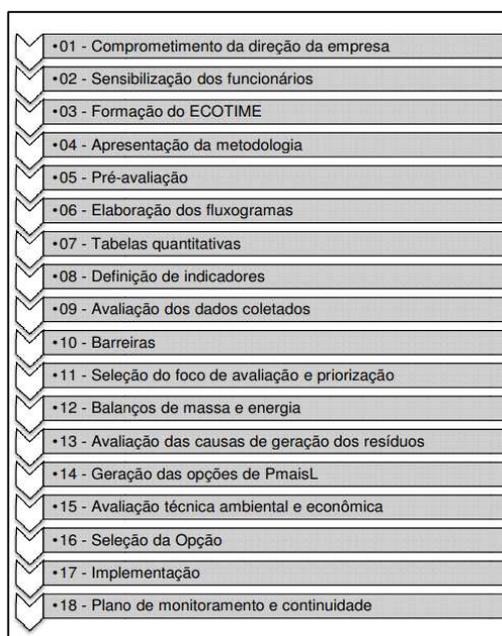
A metodologia consiste em cinco etapas: a primeira são o planejamento e organização, incluindo a obtenção do compromisso gerencial, a caracterização das barreiras à implementação a busca de soluções, o estabelecimento do escopo do programa de produção mais limpa e a formação do ecotime; a segunda etapa inclui a análise detalhada do fluxograma, diagnóstico ambiental dos processos e seleção do foco da avaliação, permitindo uma melhor avaliação da geração de resíduos durante o processo, a quantificação das matérias-primas de entrada e a seleção do foco de trabalho; na terceira etapa é esboçado o balanço de materiais e estabelecidos indicadores, identificação os motivos da geração de resíduos, além de ser feita uma seleção das opções de produção mais limpa; a quarta etapa é constituída de uma análise a partir das perspectivas técnica, econômica e ambiental, incluindo a escolha das opções que sejam viáveis a partir destas perspectivas; e a quinta etapa reúne o plano de implementação e monitoramento, tendo como objetivo a continuidade do programa (CNTL, 2003).

O guia Produção Mais Limpa em Edificações, um projeto realizado de forma conjunta entre o CNTL, SENAI, UNIDO e UNEP, segue as diretrizes do manual do CNTL de 2003, mas a partir da perspectiva da construção civil, tendo como seu principal objetivo apresentar às organizações e profissionais da área da construção civil algumas medidas já implementadas por empresas, propondo o plano de produção mais limpa como uma maneira de diminuir os impactos causados ao meio ambiente e os desperdícios econômicos na área da construção civil (CNTL SENAI-RS, 2007).

Outra metodologia disponível para orientação quantos a implantação da Produção Mais Limpa é o guia elaborado pelo Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável, seguindo a mesma abordagem da UNIDO/UNEP, concebido por meio da criação

de núcleos em diversos estados, atuando de forma interligada na prestação de serviços especializados em Produção Mais Limpa (CEBDS, 2003). A figura 6 abaixo apresenta as 18 etapas que são abordadas pelo guia.

Figura 6 - Etapas da metodologia do CEBDS para Produção Mais Limpa



Fonte: CEBDS (2003) e SIMIÃO (2011)

Este guia foi criado com base no guia da UNEP *Guidance Material for the UNIDO*, como forma de orientação para empreendedores na utilização de um método de produção mais limpa, tendo como principal objetivo uma redução na geração de resíduos e o alcance de benefícios econômicos (GUARDIA, 2016).

De forma geral, os métodos e as estruturas propostas pelos diferentes guias disponíveis não se diferem substancialmente entre si (Simião, 2011). Vale ressaltar que cabe a cada instituição que deseje implantar um programa de Produção Mais Limpa analise as formas que melhor se adaptem ao seu caso específico e procurem a melhor forma de implementar seu programa.

A produção mais limpa também apresenta relações com outros conceitos referentes à sustentabilidade. Apesar de serem concebidos por diferentes razões, a produção mais limpa e o *Lean Thinking* são conceitos que se complementam entre si de forma satisfatória (Belayutham, González, Yiu, 2016). Há também evidências da compatibilidade e da sinergia entre a produção mais limpa e o *Lean Manufacturing* (RAMOS et al., 2018).

De forma semelhante, *Green Building* também podem contribuir para a produção mais limpa, por meio da redução de danos ambientais, da proteção de recursos naturais (energia,

água e solo), redução e reciclagem de resíduos de construção, reduzindo emissões de carbono e mantendo um ambiente de construção mais saudável (OFEK e PORTNOV, 2020).

Também é verificada que existem oportunidades da utilização da produção mais limpa em conjunto com a Simbiose Industrial, possibilitando uma redução na geração de resíduos e uma comercialização destes com empresas parceiras, sendo realizada a venda e troca de resíduos com empresas parceiras, que façam a reutilização ou realize a reciclagem em seus processos, com uma redução do passivo ambiental e uma economia projetada da ordem de 95% em relação ao gasto estimado sem a aplicação destas estratégias de forma conjunta (HERZER, ROBINSON e NUNES, 2017).

Igualmente, as produções mais limpas em conjunto com a Produção Enxuta podem ser utilizadas como ferramentas complementares, uma vez que ambas congregam elementos sistêmicos aos objetivos que buscam redução de desperdícios, podendo contribuir a sustentabilidade das organizações, trazendo benefícios que envolvem aumento da produtividade, melhorias na qualidade, otimização de recursos ambientais, energia e insumos (VAZ et al., 2010).

Do mesmo modo, a produção mais limpa pode ser um importante fator para uma melhoria no desempenho da sustentabilidade nas indústrias, em conjunto com a Economia Circular e Indústria 4.0, além de permitir que as organizações que adotem estas estratégias nas economias em desenvolvimento possam alcançar maiores vantagens em competitividade em nível global (GUPTA, KUMAR e WASAN, 2021).

Quanto às aplicações práticas, é possível observar uma vasta gama de estudos que utilizam os conceitos da produção mais limpa, como na indústria de fabricação de pranchas de surfe (Barcelos, Magnano e Leripio, 2018), na indústria de construção dos pré-fabricados (Wu et al., 2019) e na redução de emissões de de SO₂ e CO₂ na China, por meio de medidas de reestruturação industrial e melhorias em tecnologias de produção compatíveis com meio ambiente (LIU e WANG, 2017).

No contexto brasileiro, a produção mais limpa ainda não tem alto nível de implementação nem a inclusão dos *stakeholders* nas decisões tomadas para implementação de práticas para o meio ambiente (Neto et al., 2015), representando uma perda de oportunidade para organizações, que minimizariam seus custos com a redução de resíduos, reduzindo o impacto ambiental e tornando o mercado competitivo, e para as universidades brasileiras, que gerariam mais inovação e o reconhecimento da educação ambiental como meio de sobrevivências para as gerações futuras (NETO, SHIBAO e FILHO, 2016).

2.2 Produção Mais Limpa na Construção Civil e Administração Pública

A indústria da construção civil é uma das principais atividades humanas. Representa um elemento de destaque na economia brasileira, tendo uma participação de relevância na composição do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil. Esta importância econômica é diretamente proporcional aos impactos que a atividade causa no meio ambiente: a construção civil consome cerca de 40 a 75% dos recursos naturais extraídos do planeta, não levando em consideração águas e energia (CBCS, 2009) e 48,5% do consumo da energia elétrica no Brasil (CBCS, 2014).

Um outro aspecto que salta aos olhos, porém de forma negativa, neste setor é o desperdício, tanto de materiais, quanto de mão de obra e capital. Estas perdas estão relacionadas aos retrabalhos frequentes e execução de tarefas desnecessárias ou que foram realizadas de forma incorreta, implicando em custos que não necessariamente agregam valor (Rezende et al., 2012). Além destes aspectos, vale ressaltar a relevância social dessa indústria, com 7,57% de pessoal ocupado no total do Brasil no ano de 2017, representando nada menos que 7.692.147 pessoas. (IBGE, 2019). Neste sentido, ações que promovam a sustentabilidade na construção civil têm uma importância estratégica. Como explica Araújo (2009), “a intervenção na indústria da construção civil é essencial, permitindo concluir que, para alcançar desenvolvimento sustentável, é necessário praticar uma construção mais sustentável” (ARAÚJO, 2009, p.2-3).

Os resíduos gerados a partir dos processos da indústria da construção civil, de maneira abrangente, são oriundos das sobras ou dos desperdícios inerentes ao processo construtivo (Mattosinho e Pionório, 2009). Em sua maioria os resíduos são compostos por materiais inertes, isto é, que não sofrerem transformações em sua composição e se mantem inalterados por muito tempo (ABNT, 2004), o que os torna potencialmente reaproveitáveis para outros fins. Exemplos dos resíduos mais comumente observados nas obras de construção convencionais, reformas, reparos e demolições são tijolos, revestimentos cerâmicos, concreto em geral, solos provenientes de escavação, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc. (CONAMA, 2002). Dentre os motivos que contribuem para a geração de resíduos e entulhos, Carneiro et al. (2001) destacam: a) definição e detalhamento insuficientes em projetos de arquitetura, estrutura, formas, instalações, entre outros; b) qualidade inferior dos materiais e componentes de construção disponíveis no mercado; c) mão de obra não qualificada; d) ausência de procedimentos operacionais e mecanismos de controle de execução e inspeção.

Os esforços para reduzir ou amenizar essas características da construção civil tem sido no sentido de buscar diferentes aplicações para os resíduos resultantes desta atividade. Porém, estes esforços partem do pressuposto que os resíduos já foram gerados, o que caracteriza uma medida reativa ou *end of pipe*, não atacando a causa do problema e sim agindo para amenizar seus efeitos mais prementes (MATTOSINHO e PIONÓRIO, 2009).

A implementação dos procedimentos da Produção Mais Limpa na construção civil pode ser uma opção viável, devido a sua ação preventiva e possibilidade de otimização nos usos dos materiais e insumos, tornando a indústria mais sustentável e trazendo benefícios ambientais para toda a sociedade. Conforme pontuam Silva et al. (2017), a Produção Mais Limpa pode ser implementada em qualquer setor de atividade, independentemente do seu porte, partindo de detalhada análise técnica, econômica e ambiental do processo produtivo. São vários os exemplos encontrados na literatura científica de casos exitosos de aplicação da Produção Mais Limpa: Santos e Gerber (2012) obtiveram redução de 75,94% de resíduos da matéria prima de madeira para forma a partir do diagnóstico de um processo mais vantajoso e com menos desperdício, Araújo (2002) constatou uma redução de 23,08% de resíduos de madeira a partir da ferramenta de *Ecodesign* da Produção Mais Limpa, dentre diversos outros exemplos.

A partir de medidas simples, que nem sempre necessitam de profundo conhecimento técnico, bastando um olhar mais crítico dos processos de produção, ou com simples mudanças na tecnologia empregada nestes processos, é possível eliminar a maior parte dos resíduos gerados (Silva et al., 2013), tornando estes processos mais eficientes.

Por outro lado, o Poder Público tem a função, por meio de seus processos, de promover práticas que permitam a mitigação de danos ambientais (Peixoto et al., 2018), visto que a administração pública é a maior consumidora de bens e serviços no mercado brasileiro, movimentando cerca de 10% a 15% do Produto Interno Bruto (PIB), fato que contribui com as mudanças dos padrões de consumo e práticas adotadas pelo setor público brasileiro (Carvalho e Souza, 2013). Portanto, a administração pública assume um papel estratégico na revisão dos padrões de produção e consumo e na adoção de novos referenciais de sustentabilidade socioambiental, por meio de suas capacidades regulamentadoras e a indutora de novos padrões e práticas (MMA, 2016).

Neste contexto, o Ministério do Meio Ambiente criou um projeto denominado Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), cuja finalidade é implantar responsabilidade socioambiental nas atividades administrativas e operacionais da administração pública, tendo como objetivos: a) sensibilizar gestores públicos para as questões ambientais; b) promover

economia de recursos naturais e redução de gastos institucionais; c) reduzir o impacto socioambiental negativo causado pela execução das atividades de caráter administrativo e operacional; d) contribuir para a revisão dos padrões de produção e consumo e na adoção de novos referenciais, no âmbito da administração pública; e) contribuir para a melhoria da qualidade de vida (MMA, 2016). Conforme Peixoto et al., (2018), o programa A3P tem mostrado ser um importante instrumento norteador para aplicação de ações sustentáveis, denotando a relevância da observação e vivência de práticas socioambientais no âmbito das organizações públicas.

Dentre os eixos que norteiam a adoção de práticas sustentáveis da A3P, é possível verificar uma sinergia entre seus princípios e os princípios da Produção Mais Limpa. Portanto, mesmo a administração pública tendo diferenças estruturais do setor privado, onde os conceitos da produção mais limpa são mais usualmente empregados, é perfeitamente possível e desejável que estes conceitos sejam apropriados pelos gestores públicos, à luz das referências da legislação e dos princípios Agenda Ambiental na Administração Pública, realizando as devidas análises, adaptações e modificações daquilo que pode ser empregado no importante setor das obras públicas.

2.3 Gerenciamento de Resíduos e a Produção Mais Limpa

No Brasil há vários dispositivos legais, normativos e de política pública que regulam o gerenciamento de resíduos sólidos. Dentre os normativos é possível destacar a Norma Brasileira ABNT NBR 10004:2004, que apresenta parâmetros para a classificação dos resíduos com base na identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, além de definir o conceito de resíduos sólido como resíduos em estado sólido ou semi-sólido, resultantes de atividades com origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola e de varrição (ABNT, 2004).

Dentre instrumentos de política pública, é possível destacar a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), promulgada pela Lei n. 13.305, de 2 de agosto de 2010. A PNRS foi apresentada neste cenário como uma política pública com proposta de grande efeito, devido a sua potencialidade de integração nas diversas dimensões do desenvolvimento sustentável, com objetivos relacionados a questões como saúde pública, qualidade ambiental, gestão integrada, inclusão socioprodutiva e responsabilidade compartilhada (Cavalheiro, Gazolla e Marini, 2019). Dessa forma, o caráter inovador da PNRS está apoiado nos planos de gestão de resíduos sólidos, elaborados nas esferas nacional, estadual e municipal, o controle social, a logística

reversa, o incentiva para a criação de cooperativas de materiais recicláveis com os catadores inseridos nos programas de coleta seletiva, a responsabilidade compartilhada, os incentivos fiscais para as indústrias recicladoras, os inventários de carbono, além do planejamento, a visão da gestão de resíduos de forma sistêmica, o respeito às diversidades locais, regionais e a hierarquia de resíduos, tendo como prioridade a não geração, a redução na fonte, o reaproveitamento e a reciclagem, tendo por fim o tratamento e a disposição final (Santos e Elk, 2021). Apesar deste caráter inovador, os municípios brasileiros ainda enfrentam dificuldade para se adequar a PNRS, particularmente quanto à exigência que determina o fim dos lixões com uma gestão dos rejeitos ambientalmente adequada, sendo constatado que poucos municípios conseguem cumprir o que a PNRS determina, confirmando a ineficiência que centros urbanos apresentam para lidar com questões ambientais, sobretudo com as questões referentes à gestão de seus resíduos sólidos (Barros e Souza, 2017). Assim, o sucesso para um gerenciamento de resíduos mais eficiente requer que os gestores públicos municipais sejam comprometidos com a inclusão social dos catadores, a partir da inserção efetiva destes agentes nos programas de coleta seletiva, além do reconhecimento de ambas as dimensões sociais e ambientais como meio para que o desenvolvimento seja sustentável ao longo do tempo (BONJARDIM, PEREIRA e GUARDABASSIO, 2018).

As ideias de gerenciamento dos resíduos sólidos e produção mais limpa aqui discutidas apresentam, naturalmente, alguns entrelaçamentos, uma vez que ambos buscam estratégias sustentáveis para tratar dos resíduos de forma geral. Dentre estes entrelaçamentos, é possível destacar dois pontos de sinergia entre estes dois conceitos: a contribuição da produção mais limpa para tornar o gerenciamento de resíduos mais eficiente e a hierarquia de prioridade de gestão de resíduos existente tanto na PNRS quanto na literatura referente à produção mais limpa. A aplicação de metodologias de produção mais limpa permite redução de desperdício de energia, materiais e, conseqüentemente uma redução quantitativa no volume de resíduos gerados nos processos produtivos, o que implica em uma redução dos custos operacionais relacionados com o gerenciamento de resíduos, como a segregação, a coleta, o acondicionamento, armazenamento, tratamento e disposição final, tornando o gerenciamento mais otimizado tanto financeiramente quando operacionalmente, além de permitir incrementos de produtividade e eficiência energética (Santos, Queiroz e Neto, 2018). Um exemplo prático que ilustra esta situação é o processo de execução de estrutura de madeira para cobertura, no qual foram detectados gargalos de ineficiência que geravam uma quantidade de resíduos de madeira maior que a necessário, sendo verificadas oportunidade para aplicação de metodologia

de produção mais limpa, que reduziu em aproximadamente 23% a quantidade de resíduos gerados, acarretando numa diminuição com os custos relacionados ao acondicionamento, armazenamento, tratamento e disposição final deste resíduos, além de melhorar a produtividade do processo de execução da estrutura (ARAÚJO, 2002).

O gerenciamento de resíduos realizado a partir dos conceitos da produção mais limpa deve seguir uma hierarquia de preferência, de forma a verificar a origem dos resíduos e assim avaliar as possíveis formas de diminuir o problema na fonte: é buscada minimização de resíduos e emissões mediante a redução na fonte e a reciclagem interna, ou caso não seja possível, o reuso de resíduos, efluentes e emissões pela reciclagem externa ou ciclos biogênicos (Santos e Silva, 2017). De forma semelhante, a PNRS também apresenta uma escala de hierarquia e prioridades para a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos, contemplando em quatro blocos as chamadas práticas tradicionais de *end of pipe* (reuso, reciclagem, tratamento e disposição final) e em dois blocos iniciais os critérios preventivos, incluindo a não geração e a redução na produção nos resíduos (Migliano, 2013). Assim, é possível constatar que a hierarquia da produção mais limpa apresenta semelhanças com as prioridades dispostas na PNRS, denotando uma sinergia entre estes dois conjuntos de ideias.

3 METODOLOGIA

3.1 Abordagem Metodológica

Quanto aos fins, esta pesquisa é classificada como exploratória, por ser realizada em uma área na qual ainda há pouco conhecimento acumulado e sistematizado (Vergara, 2004). Como visto anteriormente, as pesquisas científicas que associam o setor público com a sustentabilidade ainda são relativamente limitadas, com poucos autores nacionais com histórico relevante de pesquisa, incluindo uma redução quantitativa no número de publicações relacionadas à temática no portal CAPES (Rohrich e Takahashi, 2019; Marcuz Junior et al., 2020). Além disso, tendo em vista o objetivo prático aqui descrito, a elaboração de uma metodologia de produção mais limpa que seja compatível com a realidade das obras de construção civil do IFAM e que permitam uma maior eficiência nos processos construtivos, a pesquisa também pode ser classificada quanto a sua finalidade em pesquisa aplicada, que são pesquisas voltadas à aquisição de conhecimentos com objetivo de aplicação em uma situação específica (Gil, 2017), sendo pesquisas tipicamente com escopo modesto, que buscam entender a realidade vivenciada pelas pessoas na sociedade e suas consequências (ROBSON e MCCARTAN, 2016).

Esta pesquisa pode ser caracterizada, quanto à forma de abordagem, como pesquisa qualitativa, isto é, uma pesquisa interpretativa, que envolve uma abordagem de investigação acadêmica a partir de concepções filosóficas, estratégias de investigação, métodos de coleta e interpretação de dados, que são diferentes dos métodos da pesquisa quantitativa, que frequentemente se distinguem entre si pelas suas estruturas: em termos do uso de palavras (pesquisa qualitativa) em vez de números (pesquisa quantitativa), conforme Creswell (2010). A pesquisa qualitativa permite analisar, portanto, a partir dos levantamentos realizados, qual a metodologia de produção mais limpa mais adequada para o contexto do IFAM.

O método que foi escolhida para a aplicação na pesquisa é o estudo de caso, que envolve uma análise profunda de um caso individual ou múltiplos (Teddlie e Tashakkori, 2009), onde o *caso* é a situação, o indivíduo, grupo, organização ou qualquer que seja o objeto de interesse do pesquisador (Robson e McCartan, 2016), definido como uma investigação empírica que apura um determinado fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, principalmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão delineados claramente, com a lógica de planejamento incorporando visões específicas à coleta e análise de dados (YIN, 2001).

Dessa forma, a partir do estudo de um caso proposto, a elaboração de metodologia de produção mais limpa em uma obra de construção civil do IFAM, será possível avaliar não somente este caso específico, aplicado em situação concreta, como também analisar o que este caso representa e como seria possível aplicar os princípios de produção mais limpa observados de forma geral em outros casos da mesma natureza.

3.2 Estrutura da Pesquisa

Para a realização do levantamento do estado da arte da produção mais limpa (objetivo intermediário nº 1) foi realizada pesquisa bibliográfica. Esta é uma etapa importante para que a pesquisa seja relevante, uma vez que o pesquisador precisa estar a par das lacunas, consensos e controvérsias do tema sobre o qual deseja estudar, além de inserir seu problema de pesquisa em um caminho ainda inexplorado por outros pesquisadores (Brizola e Fantin, 2016). Isto só pode ser alcançado quando o pesquisador já examinou, de forma efetiva, o que já foi produzido em questão de ciência, sobre o assunto estudado.

De modo geral, as revisões de literatura são elaboradas para justificar por que a pesquisa realizada é interessante, importante e preenche as lacunas na respectiva área do conhecimento, apesar de apresentar alguns problemas inerentes ao seu formato: a escolha das publicações que irão fazer parte da revisão envolve uma certa medida de *cherry picking*, isto é, a escolha a dedo de publicações que corroboram o ponto de vista do pesquisador, em detrimento das pesquisas que possam de alguma forma confrontar este ponto de vista; o espaço destinado às revisões costuma ser limitado, o que não permite uma descrição profunda, balanceada e detalhada sobre o tema; as publicações raramente discutem o processo por meio do qual a revisão foi conduzida, sem especificar, de forma transparente, qual a estrutura da execução revisão da literatura (BRINER e DENYER, 2012; HIEBL, 2021).

Para que estes problemas fossem contornados, foi proposto um protocolo de revisão sistemática da literatura, que é uma metodologia de pesquisa que, em contraste a uma seleção *ad hoc* de literatura, segue rigorosos protocolos específicos pré-determinados, buscando entender e dar sentido lógico a um grande corpus documental, verificando o que funciona ou não funciona em um determinado contexto (Galvão e Ricarte, 2020; Kitchenham et al. 2009). Neste protocolo foram definidas as questões de pesquisa, as palavras-chave e os critérios para inclusão e exclusão de pesquisa científicas, além da extração dos dados.

Para a realização da caracterização das obras e dos processos relacionados aos serviços de engenharia (objetivo intermediário nº 2) foram propostas a pesquisa documental, a

modelagem de processos e a aplicação de um questionário. A pesquisa documental se vale de várias fontes de documentos, apresentando semelhanças com a pesquisa bibliográfica, devido ao fato de as duas modalidades se utilizarem de dados existentes, sendo a principal diferença a natureza das fontes (Gil, 2017). A modelagem de processos é realizada com a finalidade de conhecimento interno de determinados processos, relacionados às metodologias adotadas por uma organização, sendo possível obter uma visão sistêmica e um diagnóstico de como os processos adotados estão interligados (Rodrigues e Souza, 2015). O questionário é caracterizado por uma série de questões apresentadas a determinado respondente, por escrito (Vergara, 2004), sendo considerado um elemento importante da pesquisa, por fornecer subsídios reais de determinado universo ou da amostra que será analisada (OLIVEIRA, 2011).

Foi realizada pesquisa documental a partir dos arquivos do IFAM que fossem relevantes ao tema da pesquisa, como: plano diretor de obras dos campi, bancos de dados de projetos existentes, planos de gerenciamento de resíduos sólidos, notas técnicas, memoriais descritivos, relatórios técnicos, pareceres, ordens de serviço, dentre outros documentos. A partir desta pesquisa documental foi possível definir as características básicas das edificações do IFAM que sejam de relevância para a pesquisa, como por exemplo os tipos de resíduos que são gerados, quais os processos de construção empregados, quais gargalos de ineficiência, como os resíduos são acondicionados, quem são os responsáveis pela disposição final dentre outras características.

O levantamento das informações necessárias para a realização da modelagem de processos foi feito por meio de entrevista com os coordenadores que compõem o corpo técnico e administrativo da Diretoria de Infraestrutura (DINFRA) do IFAM. Esta técnica é a mais utilizada, sendo considerada adequada para registrar o que as pessoas sabem, além de possibilitar a obtenção de dados referentes aos mais diversos aspectos organizacionais (OLIVEIRA, 2021).

O questionário consiste em uma lista de questões dispostas a partir de seis categorias principais: a primeira é a caracterização do respondente, que contempla informações gerais sobre os servidores que são o alvo do questionário, sua participação na organização e os conhecimentos sobre a produção mais limpa; a segunda é a caracterização da organização, que inclui aspectos gerais organizacionais do IFAM; a terceira trata de questões de cunho mais geral sobre a produção mais limpa; a quarta categoria contém as questões que relacionam a produção mais limpa com a elaboração de projetos de obras públicas; a quinta categoria apresenta questões que relacionam a produção mais limpa à fiscalização de construções; a sexta categoria

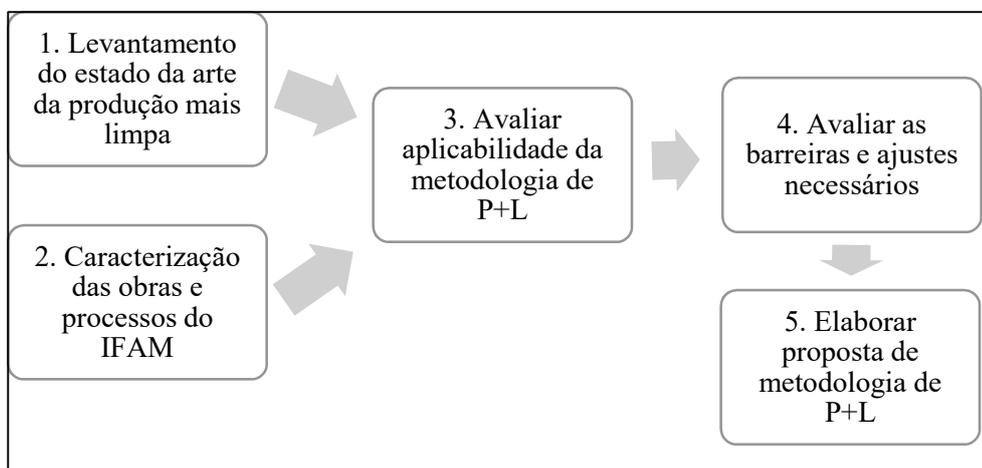
apresenta quais as possíveis barreiras e dificuldades para implementação da produção mais limpa para o caso específico de obras públicas. O questionário foi desenvolvido com base nos resultados da revisão sistemática da literatura, e apresenta questões abertas, questões fechadas, de múltipla escolha, e com respostas escalonadas em uma escala Likert de 0 a 5, sendo a assertiva “Discordo totalmente” atribuído ao número 1 e a afirmação “Totalmente de acordo” dada ao número 5, enquanto o número 0 corresponde ao retorno “ Não sei responder”.

Com base no levantamento do estado da arte da produção mais limpa e na caracterização das obras e processos dos serviços de engenharia do IFAM foi avaliada a aplicabilidade de uma metodologia de produção mais limpa já existente, a Produção mais Limpa em Edificações do CNTL SENAI RS, no contexto institucional do IFAM (objetivo intermediário nº 3). Esta avaliação é necessária pois, como visto acima, a administração pública apresenta algumas características que a distingue de organizações da iniciativa privada, e boa parte das pesquisas relacionadas à produção mais limpa são realizadas em contextos de empresas.

Devido às variadas mudanças que a implementação de um programa de produção mais limpa pode trazer a determinada organização é natural que surjam barreiras e resistências que dificultem a consecução do programa (Mello, 2002). Portanto, considerando a realidade institucional do IFAM, foram verificadas quais as barreiras que a aplicação de uma metodologia de produção mais limpa poderia acarretar (objetivo intermediário nº 4). Também foram verificados pontos de ajustes nas metodologias de produção mais limpa, principalmente em relação às limitações de natureza legal que o IFAM está sujeito por ser uma autarquia federal.

Por conseguinte, considerando as barreiras e as especificidades do estudo de caso, será proposta uma metodologia de produção mais limpa que esteja alinhada com a realidade do IFAM (objetivo intermediário nº 5). A figura 7 abaixo mostra a estrutura da metodologia.

Figura 7 – Estrutura da metodologia esquematizada.



Fonte: Autoria própria (2022)

Os objetivos nº 1 e 2 em conjunto permitem um conhecimento mais amplo, tanto do tema que será pesquisado (produção mais limpa), quanto do objeto de pesquisa (as obras de construção do IFAM), sendo os objetivos que embasarão todo o restante da pesquisa. Conforme mostrado na imagem acima, ambos objetivos poderão ser realizados concomitantemente, uma vez que *a priori* são processos independentes e que apresentam metodologias distintas. Para os objetivos posteriores de nº 3 a 5 é verificada uma abordagem sequencial, uma vez que cada objetivo necessita das informações levantadas e acumuladas dos objetivos anteriores

3.3 Planejamento e Condução da Revisão Sistemática da Literatura

A metodologia para o planejamento e condução da revisão sistemática da literatura adotada nesta pesquisa teve como base os processos de revisão sistemática de literatura propostos por Kitchenham et al (2004) e Santos e Barreto (2015). De forma sucinta, estes processos consistem na aplicação em três diferentes fases: o planejamento da revisão, a execução da revisão e a análise dos resultados. A princípio, as diretrizes destes processos são destinadas a pesquisadores da área de engenharia de software. Não obstante, pode ser verificado que estas são orientações generalistas, que possuem aplicabilidade satisfatória em outras áreas do conhecimento. A seguir, serão exploradas as diretrizes que compõem este processo, contextualizadas para a pesquisa que foi desenvolvida.

A pergunta inicial, que irá suscitar toda a realização da pesquisa, pode ser definida da seguinte forma: qual a necessidade da realização de uma revisão sistemática? Pesquisadores costumam adotar este tipo de revisão quando se faz necessário que critérios objetivos e consistentes sejam adotados, de forma a evitar que as informações que conduzirão à solução da pergunta de pesquisa sejam confusas e apresentem resultados inconsistentes (Gomes e Caminha, 2014). Para a presente pesquisa, foi verificada a relevância atual de temas relacionados à sustentabilidade, o que motivou a realização de uma revisão sistemática neste sentido. A partir desta relevância, dos interesses acadêmicos e competências do pesquisador, foi escolhido um eixo central, para embasar as questões da revisão sistemática, e temas adjacentes a este eixo, de forma a condicionar e moldar os resultados da pesquisa para a realidade que se deseja analisar. Assim, o tema escolhido está relacionado à produção mais limpa, tendo como temática central a produção mais limpa, entendida no contexto da administração pública, do ponto de vista da construção civil. Um dos objetivos intermediários da pesquisa é, portanto, realizar uma revisão sistemática a partir desta temática.

Por conseguinte, são definidas quais as perguntas que a revisão sistemática buscou responder. Estas questões estão diretamente relacionadas à temática escolhida, e buscam investigar como estes diferentes temas se inter-relacionam. A pergunta inicial parte do princípio que esta revisão é o primeiro contato do pesquisador com o tema, de forma que é necessário um conhecimento geral introdutório, que mostre como se deu a evolução da pesquisa da produção mais limpa, ambientando o pesquisador e fornecendo as ferramentas necessárias para o desenvolvimento da revisão. Assim, a primeira pergunta pode ser formulada da seguinte forma: “Qual o estado da arte da produção mais limpa? ”. As perguntas subsequentes relacionam a produção mais limpa com os temas adjacentes definidos, a construção civil e a administração pública. Por fim, é formulada questão que busca apurar qual relação entre a produção mais limpa e o conceito do *triple bottom line*. O quadro 1 abaixo apresenta as questões da revisão sistemática de forma sintetizada.

Quadro 1 - Questões da pesquisa.

Nº	Pergunta	String
1	Qual o estado da arte da produção mais limpa?	1
2	Como a produção mais limpa se relaciona com a construção civil?	2,3,4
3	Quais metodologias de produção mais limpa são aplicado atualmente na construção civil?	2,3,4
4	Como se dá a relação da produção mais limpa com a administração pública?	5,6,7
5	Qual a relação entre a produção mais limpa e o <i>Triple Bottom Line</i> ?	8

Fonte: autoria própria (2022)

Para o escopo da pesquisa, foi definida como base o portal de periódicos da CAPES, devido ao acesso garantido para discentes do Programa de Pós-Graduação em Gestão e Estratégia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Vale ressaltar que o procedimento para a realização de pesquisas nesta base é semelhante aos procedimentos realizados em outros bancos de dados. Portanto, a metodologia aqui apresentada pode ser reproduzida em outras bases científicas, a partir de poucas adaptações.

As palavras-chave foram definidas a partir das temáticas das questões de pesquisa, buscando a não utilização de termos genéricos e nem muito específicos, para não dificultar ou influenciar negativamente os resultados encontrados. Por se tratar de uma base de pesquisa nacional, as palavras-chave foram definidas no idioma português. Para o caso de pesquisas em bases na língua inglesa, seriam necessárias pesquisas adicionais para encontrar a tradução e os

sinônimos das palavras-chave em português. O quadro 2 abaixo mostra as oito palavras chave definidas.

Quadro 2 - Palavras-chave.

Nº	Palavras-chave
1	Produção mais Limpa
2	Construção Civil
3	Setor da Construção
4	Indústria da Construção
5	Serviço Público
6	Setor Público
7	Administração Pública
8	<i>Triple Bottom Line</i>

Fonte: autoria própria (2022)

Os critérios de inclusão e exclusão de artigos na revisão sistemática foram observados com base nas questões de pesquisa, conforme preconiza Kitchenham et al (2004). De forma geral, os critérios para a inclusão de artigos buscam restringir o idioma dos artigos pesquisados (para o escopo definido nesta revisão), além de otimizar o processo de seleção dos artigos, incluindo somente artigos que tenham pelo menos alguma das palavras-chave e que abordem as questões da pesquisa. O quadro 3 abaixo demonstra os critérios para inclusão de artigos.

Quadro 3 - Critérios para inclusão.

Nº	Critério
CI1	Trabalhos devem estar escritos em inglês ou português
CI2	Trabalhos devem conter palavras chave no resumo e/ou título e/ou nas palavras-chave
CI3	Trabalhos devem relacionar produção mais limpa com construção (<i>strings</i> 2,3 e 4)
CI4	Trabalhos devem abordar as questões de pesquisa
CI5	Trabalhos publicados nos últimos 10 anos (<i>string</i> 1)

Fonte: autoria própria (2022)

De forma semelhante, os critérios de exclusão de artigos buscam também otimizar o procedimento de pesquisa, suprimindo os artigos que não tenham interesse para a revisão. São excluídos artigos que não satisfaçam critérios de inclusão, que não sejam duplicados e que não estejam disponíveis para leitura. Por se tratar de trabalho acadêmico de nível de mestrado,

optou-se também pela exclusão de retorno de trabalhos de conclusão de curso ou monografias. O quadro 4 a seguir apresenta os critérios para a exclusão de artigos.

Quadro 4 - Critérios para exclusão.

Nº	Critério
CE1	Não serão selecionados trabalhos que não satisfaçam a nenhum critérios de inclusão
CE2	Não serão selecionados trabalhos com idioma diferente dos exigidos
CE3	Não serão selecionados trabalhos de artigos duplicados
CE4	Não serão selecionados trabalhos sem disponibilidade de conteúdo para leitura e análise de dados
CE5	Trabalhos de conclusão de curso ou monografias serão excluídos

Fonte: autoria própria (2022)

Por fim, com base na combinação das palavras-chave e seus sinônimos, com o auxílio de operadores booleanos, são definidos os *strings* de busca, que são os termos que serão utilizados na base do portal de periódicos CAPES para a realização da pesquisa propriamente dita. Para esta revisão sistemática, optou-se pela utilização somente do operador AND para combinar as palavras-chave, não utilizando o operador OR. Foi feita esta opção para que os dados dos resultados encontrados fossem apresentados de forma mais didática, separando individualmente cada resultado para oito *strings* diferentes.

Definido o protocolo da revisão, é seguida a realização das buscas propriamente ditas. Os *strings* definidos são preenchidos no campo de busca avançada no portal de periódicos da CAPES, configurando os parâmetros conforme definido no protocolo. Para cada um dos oito *strings*, formados pela combinação das palavras-chave, há uma quantidade de retorno de artigos. Vale ressaltar que este é um processo iterativo, e os *strings* de busca ainda estão sujeitos a alterações, dependendo do retorno dos artigos na base de pesquisa. É comum se verificar que uma determinada palavra-chave não tem ampla aplicação na redação de textos científicos, de forma que é preferível substituí-la por um sinônimo que resulte em um número de artigos encontrados mais satisfatório.

A seleção dos artigos se deu por meio da aplicação de dois filtros. O primeiro consistiu na leitura do título, resumo, abstract e palavras-chave dos artigos, aplicando os critérios de inclusão e exclusão. Caso o artigo analisado estivesse enquadrado em pelo menos um critério de exclusão, estaria fora dos resultados da revisão. Por outro lado, se fossem observados os critérios de inclusão, estaria contido nos resultados da revisão. O segundo filtro é uma análise mais pormenorizada, uma vez que uma leitura somente dos títulos e resumos não é suficiente para avaliar se o estudo analisado de fato é relevante para a revisão sistemática e responde de

forma satisfatória as questões da pesquisa. É feita uma leitura do artigo, não necessariamente de todo o artigo. Foi aplicada a técnica *do full-screening*, que consiste em “folhear” o artigo para tornar a seleção mais eficiente (Jaques et al. 2020).

A partir destes resultados é realizada a avaliação das qualidades dos artigos selecionados, ou seja, quão bem estes estudos respondem às perguntas da pesquisa. Foi atribuída uma escala de 1 a 5, sendo 1 o limite inferior, atribuído a trabalhos que não respondem de forma nenhuma às perguntas de pesquisa, e 5 o limite superior, que responde plenamente às questões. O quadro 5 abaixo apresenta as oito *strings* de busca pesquisadas na base periódicos da CAPES, mostrando o resultado da pesquisa, os trabalhos efetivamente selecionados e os critérios de inclusão e exclusão aplicados por meio dos filtros.

Quadro 5 - Resultados

Nº	String	Resultado	Selecionados	Crítérios
1	"produção mais limpa"	152	21	CI1, CI2, CI4
2	"produção mais limpa" AND "construção civil"	18	5	CI1, CI2, CI3, CI4
3	"produção mais limpa" AND "setor de construção"	5	0	CE3
4	"produção mais limpa" AND "indústria da construção"	2	0	CE3
5	"produção mais limpa" AND "serviço público"	3	0	CE1
6	"produção mais limpa" AND "setor público"	8	0	CE1
7	"produção mais limpa" AND "administração pública"	14	2	CI1, CI2, CI4
8	"produção mais limpa" AND " <i>Triple Bottom Line</i> "	12	2	CI1, CI2, CI4, CE3

Fonte: autoria própria (2022)

3.4 Modelagem de Processos

Os dados necessários para o mapeamento e modelagem dos processos foram obtidos por meio de entrevistas, realizadas com servidores que atuam no Departamento de Infraestrutura (DINFRA), na reitoria do IFAM.

Inicialmente foi analisado, com base em pesquisa documental de fluxogramas existentes, quais processos internos do IFAM eram efetivamente pertinentes para o escopo desta pesquisa. Considerando que, em sua maioria, os manuais de produção mais limpa apresentam medidas de oportunidade de aplicação de produção mais limpa na etapa da execução da obra, os processos relacionados a esta fase foram considerados para a realização do mapeamento.

Devido à particularidade do IFAM, que é uma autarquia federal com limitações legais, na qual a execução de obras é realizada de forma indireta, os processos relacionados à execução não são a realização da obra propriamente dita, e sim os processos de fiscalização e controle preconizados na legislação vigente. Portanto, os processos relacionados à execução selecionados para análise desta pesquisa são dois: Fiscalização e Medições.

O processo de Fiscalização foi selecionado para esta pesquisa pois está relacionado ao efetivo controle da execução da obra, verificando aspectos de qualidade, cumprimento do contrato, cronograma, dentre outros importantes aspectos importante para a metodologia de produção mais limpa. O processo de Medição, que trata dos procedimentos formais necessários para que a empresa executora seja remunerada pelos seus serviços, foi selecionado por ser uma das formas de controle da execução da obra mais afetiva, uma vez que envolve um crivo a mais no que se refere à execução da obra, além de apresentar um aspecto financeiro para as empresas que executam a obra, que pode garantir que as medidas de produção mais limpa planejadas sejam de fato realizadas.

Além das entrevistas realizadas, levando em consideração que a legislação que regula a execução e fiscalização de obras públicas é a mesma, os processos de Fiscalização e Medição foram mapeados também com base em literatura já existente de outros órgãos e organizações, como o Manual Orientativo de Fiscalização de Obras e Serviços de Engenharia, da Controladoria Geral do Estado da Paraíba, tendo em conta as particularidades que o IFAM adota, como o emprego de empresa terceirizada de fiscalização, devido às dificuldades logísticas características da região.

Os manuais de produção mais limpa também costumam apresentar oportunidades de aplicação relacionadas à etapa de planejamento de obras, sobretudo no que diz respeito aos projetos executivos de engenharia, como projetos arquitetônicos, estruturais, de instalações

hidráulicas, sanitárias, elétricas, pavimentação, urbanização, rede lógica, telefonia, paisagismo, acessibilidade, dentre outros. Esta foi, portanto, uma outra perspectiva necessária para a realização desta pesquisa, levando em consideração os aspectos de planejamento e elaboração de projetos.

Outrossim, considerando as características próprias do serviço público (legalidade, legitimidade, etc.) é excepcionalmente improvável que a aplicação de uma metodologia de produção mais limpa de forma improvisada e sem planejamento tenha quaisquer efeitos positivos na redução de desperdícios em obras, além de ser perfeitamente possível esta aplicação, desde que o planejamento da obra seja desenvolvido *pari passu* com a aplicação dos conceitos da produção mais limpa (CORREIA e CONCEIÇÃO, 2021).

Dessa forma, a etapa relacionada ao planejamento e elaboração de projetos foi adotada nesta pesquisa, com a particularidade do IFAM de que todo o planejamento e projeto estão contidos em um processo macro denominado Projeto Básico, e que, dependendo do grau de complexidade do projeto, sua elaboração é feita pelo próprio corpo técnico do IFAM ou por empresa terceirizada. Esta etapa contém todos as movimentações e trâmites necessários para a realização de um projeto para serviços de engenharia, envolvendo o *campus* que solicitou a elaboração do projeto, a Pró Reitoria de Planejamento e Administração, a Diretoria de Infraestrutura e a Procuradoria Federal.

As entrevistas foram conduzidas por meio de um roteiro com perguntas abertas, adaptado a partir de questionário elaborado pelo Conselho Nacional do Ministério Público (2016), que consta em Metodologia de Gestão por Processos. O questionário apresenta perguntas que buscam compreender como os processos se iniciam, como se dá o fluxo do processo e como este termina. As perguntas também partem do pressuposto de que o usuário, na figura do pró-reitor da PROPLAD está emitindo uma Ordem de Serviço para que a fiscalização de determinada obra se inicie (para os processos de Fiscalização e Medição). Para o processo de elaboração de Projeto Básico o usuário que está fazendo a solicitação pode ser considerado o diretor de determinado *campus*.

As entrevistas podem ser classificadas como semiestruturadas, uma vez que apresenta roteiro com perguntas abertas, com objetivo de estudar um fenômeno com uma população específica (servidores do IFAM que desempenham funções relacionadas às obras), havendo flexibilidade na sequência da forma com as perguntas são apresentadas ao entrevistado, com o entrevistador podendo realizar perguntas complementares de forma a entender de forma mais

clara o fenômeno que está sendo estudado (Manzini, 2012). O questionário utilizado para conduzir as entrevistas semiestruturadas pode ser encontrado no Apêndice A.

Para a realização das entrevistas semiestruturadas foram identificados quais os servidores envolvidos diretamente no fluxo de trabalho dos processos que esta pesquisa procura abordar. Foi constatado que, para os processos relacionados à Fiscalização e Medição, o servidor envolvido desempenha a função de Coordenador de Fiscalização de Obras e Serviços de Engenharia, enquanto que para o processo de Projeto Básico o servidor envolvido é o Coordenador de Planejamento e Projetos de Engenharia. Portanto, as entrevistas foram conduzidas pelo pesquisador de forma individual, na própria instituição, com a participação de cada um destes servidores, em horários previamente agendados.

Vale ressaltar que os processos foram modelados em seu estado atual (*AS IS*), uma vez que o escopo da pesquisa neste momento não é propor melhorias para os processos do IFAM, e sim entender como uma metodologia de produção mais limpa pode se adequar a estes processos. Além disso, os processos internos realizados pelos departamentos e coordenações que não sejam a DINFRA foram mapeados de forma mais simplificada, uma vez que também fogem do escopo definido nesta pesquisa.

Foi utilizada a notação BPMN (*Business Process Management Notation*) para a representação do fluxo do processo, que é uma notação adotada como padrão e amplamente aceita para modelagem de processos de negócios (Marques, 2018). A ferramenta escolhida para a realização da modelagem dos processos foi o *software Bizagi Modeler*®, por ser uma ferramenta disponibilizada de forma gratuita, que utiliza a notação escolhida BPMN, tornando mais simples e ágil o processo de modelagem e publicação dos processos estudados (CNMP, 2016). Assim, a partir dos resultados das entrevistas, os processos de Fiscalização, Medição e Projeto Básico foram modelados.

3.5 Questionário

A aplicação de questionário foi outro instrumento investigativo de pesquisa aplicado para a consecução dos objetivos deste trabalho, mais particularmente a caracterização de obras e processos relacionados aos serviços de engenharia. Este instrumento foi selecionado devido ao fato de ser prático, rápido, de relativo baixo custo (Pereira, 2014), além de possibilitar a obtenção de informações relevantes sobre a produção mais limpa e a realidade institucional dos servidores que atuam na ponta de lança nas atividades relacionadas às obras.

A primeira etapa para a aplicação desta metodologia foi a elaboração do instrumento de pesquisa. A partir de pesquisa bibliográfica inicial foi verificada a necessidade da divisão do questionário em categorias, uma vez que as metodologias de produção mais limpa costumam envolver mudanças nas organizações em diferentes níveis, e o instrumento de pesquisa precisa refletir estes níveis.

Portanto, o questionário foi subdividido em 6 categorias: a primeira trata da caracterização do respondente (4 questões), a segunda traz a categorização da organização (4 questões), a terceira apresenta aspectos gerais da produção mais limpa (2 questões), a quarta relaciona a produção mais limpa com a fase de elaboração de projetos (10 questões), a quinta relaciona com a fiscalização de obras (10 questões) e a sexta apresenta as barreiras para a aplicação da produção mais limpa (5 questões).

O questionário foi desenvolvido na plataforma *Google Forms*®, por ser uma opção de fácil acesso, que já é integrada com o sistema de e-mail institucional adotado pelo IFAM. O questionário apresenta questões abertas, questões fechadas, de múltipla escolha, e com respostas escalonadas em uma escala Likert de 0 a 5, sendo a assertiva “Discordo totalmente” atribuído ao número 1 e a afirmação “Totalmente de acordo” dada ao número 5, enquanto o número 0 corresponde ao retorno “Não sei responder”. O questionário é apresentado na íntegra no Apêndice B.

Também foi elaborado um texto introdutório, que apresenta a temática e os objetivos da pesquisa, além de explicitar algumas definições para facilitar o procedimento de resposta. A aplicação do questionário se deu por meio do envio por e-mail institucional aos participantes, que são servidores efetivos do IFAM, lotados em departamentos ou diretorias que estejam diretamente ligados a atividades relacionadas à construção, sendo obtidas 10 respostas.

As questões da primeira categoria têm como objetivo coletar informações sobre os servidores que participaram do questionário, como se dá sua participação no IFAM e quais seus conhecimentos prévios sobre a produção mais limpa.

A questão 1.1 questiona sobre a formação acadêmica do respondente, uma vez que a aplicação de uma metodologia de produção mais limpa requer conhecimentos de diferentes níveis acadêmicos, sendo, portanto, necessário determinar se o nível acadêmico dos servidores se mostra propício para a aplicação da produção mais limpa.

A questão 1.2 tem por objetivo investigar há quanto tempo os servidores atuam no IFAM, de forma a determinar qual o nível de experiência institucional os servidores possuem, uma vez que uma permanência mais longa na instituição aponta no sentido de os servidores terem um

conhecimento mais apurado da realidade institucional do IFAM, outro fator importante para a aplicação de uma metodologia de produção mais limpa.

A questão 1.3 apura se os servidores respondentes já desempenharam cargos ou funções de chefia no IFAM, sendo necessária pois a aplicação da produção mais limpa pode se tornar mais exequível se coordenadores forem sensibilizados de sua importância, além do fato de que servidores em funções de chefia têm mais oportunidades de implementar mudanças organizacionais nos processos.

A questão 1.4 inquirir sobre a participação dos servidores em cursos de capacitação relacionados à produção mais limpa, e tem como principal objetivo aferir se os respondentes já possuem algum conhecimento prévio sobre a temática, além de investigar prospectos para a realização de cursos no IFAM que tenham como tópico a produção mais limpa.

As questões da segunda categoria têm como finalidade a caracterização da organização, que inclui aspectos gerais organizacionais do IFAM.

A questão 2.1 indaga sobre a quantidade de servidores lotados no departamento que o respondente trabalha, e tem como objetivo determinar qual o tamanho do departamento, de modo que possa ser apontado a natureza do porte das atividades desenvolvidas no departamento, uma vez que departamentos com poucos servidores tendem a contratar serviços terceirizados, enquanto que departamento com mais servidores tendem a desenvolver suas funções de forma direta, além de outras características que variam de acordo com o tamanho do departamento, como o escopo e especializações dos projetos desenvolvidos.

A questão 2.2 pergunta se o IFAM possui metas relacionadas à gestão ambiental em obras, com o objetivo de determinar se estes objetivos de fato existem na instituição e, caso existam, estes podem ser compatibilizados com uma metodologia de produção mais limpa, uma vez que ambos tratam de temáticas semelhantes, como o gerenciamento de resíduos.

A questão 2.3 trata sobre a existência de algum responsável específico (departamento, diretor, coordenação, etc.) que trate da gestão ambiental em obras, uma vez que, caso haja um departamento específico para esta função no IFAM, a aplicação de uma metodologia de produção mais limpa pode se tornar mais prática no aspecto organizacional.

Por fim, a pergunta 2.4 questiona se há algum manual com práticas de Gestão Ambiental em obras no IFAM, já que este manual pode ser utilizado para enriquecer a presente pesquisa. Além destes aspectos, as perguntas de 2.1 a 2.4 também podem ser úteis para aferir o nível organizacional de preocupação com aspectos de sustentabilidade ambiental no IFAM.

As perguntas da terceira categoria tratam de questões de cunho mais geral sobre a produção mais limpa.

A questão 3.1 procura determinar o nível de conhecimento prévio do respondente sobre a produção mais limpa e se estes conhecimentos são utilizados na organização, apresentando opções que combinam respostas que variam de “desconhecia e não utiliza” até “utiliza plenamente”.

A questão 3.2 inquire o respondente sobre o seu próprio conceito pessoal de produção mais limpa, e tem como finalidade confrontar o conceito dos servidores que possuem algum conhecimento prévio sobre a produção mais limpa com os conceitos apresentados na literatura, de forma a determinar o nível de conhecimento dos respondentes.

As questões da quarta categoria relacionam a produção mais limpa com a elaboração de projetos, avaliando o nível de concordância com as afirmações a partir de uma escala Likert.

A questão 4.1 busca aferir se os servidores têm influência na concepção dos projetos, sendo importante para a temática da produção mais limpa porque uma parte importante das oportunidades de aplicação da metodologia está presente na etapa de planejamento e projeto, portanto, se os servidores tiverem uma influência considerável nesta fase, as mudanças propostas pela metodologia de produção mais limpa terão uma probabilidade maior de serem implementadas.

As questões 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5 apresentam afirmações relacionadas às práticas adotadas pelos respondentes durante a etapa de elaboração dos projetos. São afirmações que buscam analisar quais procedimentos usualmente adotados nesta fase, relacionando a preocupação dos projetistas com aspectos da gestão ambiental nas obras, a preferência pela especificação de materiais renováveis e/ou sustentáveis, se o IFAM realiza modificações nos projetos visando melhorias ambientais e se os materiais tóxicos e/ou poluentes são substituídos na etapa de projetos. Estas questões buscam avaliar se o IFAM já adota de forma espontânea medidas de produção mais limpa, além de analisar se o ambiente institucional se mostra propício para as mudanças propostas pela metodologia.

As questões 4.6, 4.7, 4.8 e 4.9 apresentam assertivas relacionadas ao planejamento do gerenciamento de resíduos e medidas de uso de insumos como água e energia elétrica na etapa de projetos. As afirmações avaliam se são previstas medidas de reutilização/reciclagem interna de resíduos de obras na fase de projeto, a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos das obras, se são planejadas medidas de minimização da geração de resíduos e se são planejadas medidas para uso eficiente de insumos de construção. Estas questões buscam avaliar

o nível de preocupação da organização com um gerenciamento e uso eficiente dos resíduos gerados nas obras e de insumos, além de verificar se medidas de produção mais limpa já são adotadas nos processos do IFAM

Por fim, a questão 4.10 apresenta múltiplas escolhas, com várias opções de medidas de produção mais limpa que podem ser adotadas na etapa de elaboração de projetos, tendo como objetivo determinar quais dessas medidas o IFAM já vem adotando de forma espontânea e sem formalmente aplicar uma metodologia de produção mais limpa. Esta questão irá auxiliar na compreensão do que já vem sendo feito na etapa de projetos e o que pode ser proposto para que haja melhorias nesta etapa, de forma que medidas de produção mais limpa efetivas possam ser adotadas na organização estudada.

A quinta categoria apresenta questões que relacionam a produção mais limpa à fiscalização de construções, também avaliando o nível de concordância com as afirmações a partir de uma escala Likert.

As questões 5.1 e 5.5 tratam diretamente sobre a condução da fiscalização no que diz respeito ao canteiro de obras, trazendo informações quanto à organização do e os espaços destinados aos resíduos nos canteiros., buscando determinar como a fiscalização do IFAM costuma lidar com este aspecto importante abordado em praticamente todas as metodologias de produção mais limpa.

As questões 5.3 e 5.4 abordam dois documentos importantes para o gerenciamento de resíduos em obras, o Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR), que garante a disposição final correta, e o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, que apresenta um diagnóstico dos resíduos gerados. Estes são aspectos importantes para metodologias de produção mais limpa, uma vez que a natureza dos resíduos gerados e reciclagem externa de resíduos faz parte dos fluxogramas apresentados nos manuais de produção mais limpa. Portanto, estas questões são importantes para caracterizar o processo de fiscalização de obras do IFAM

As questões 5.2, 5.6 e 5.7 discorrem sobre aspectos diretamente ligados aos resíduos das obras, indagando sobre o controle dos volumes de resíduos de construção civil (RCC) gerados no decorrer da obra, a percepção da população vizinha e da comunidade acadêmica quanto à emissão de resíduos e/ou poeira gerados nas obras, e sobre os procedimentos para manuseio, acondicionamento e disposição final de resíduos de construção perigosos como tintas, solventes e óleos. Estas questões são importantes para a produção mais limpa, pois o controle dos volumes de resíduos gerados faz parte das metodologias aplicadas, de forma que se possa ter um quadro completo do quantitativo de volume de resíduos que as medidas de produção mais limpa

conseguiram reduzir, além da importância do manuseio correto de resíduos perigosos e que possam afetar o bem-estar da comunidade, por meio de uma reciclagem externa devidamente realizada.

As questões 5.8 e 5.9 discutem medidas de utilização eficiente de insumos e de ações preventivas de não geração e/ou minimização da geração de resíduos nas obras fiscalizadas. Estes também são elementos importantes para uma análise de oportunidades de aplicação de produção mais limpa, uma vez que o nível ideal é justamente uma redução da geração de resíduos diretamente na fonte, em contraste com medidas de fim de tubo, que priorizam o tratamento dos resíduos.

A questão 5.10 apresenta um conjunto de opções quanto ao tratamento dos resíduos gerados nas obras fiscalizadas, que vão deste tratamento realizado pela própria empresa contratada para executar a obra, até a opção na qual nenhum tratamento é realizado. Estas opções são importantes para o nível 3 das metodologias de produção mais limpa, que preconizam como última opção a reciclagem externa dos resíduos ou disposição final. Portanto, para o entendimento das oportunidades de aplicação da produção mais limpa no IFAM, se faz necessária a abordagem apresentada nesta questão.

Por fim, a sexta categoria trata de questões relacionadas às possíveis barreiras e dificuldades para a implementação de uma metodologia de produção mais limpa para o caso específico das obras do IFAM, também em escala Likert.

As questões 6.1 e 6.2 apresenta as barreiras relacionadas à resistência a mudanças por parte dos servidores e do interesse da alta administração em aplicar a metodologia. Esta é uma pergunta significativa para uma pesquisa sobre produção mais limpa porque um dos principais motivos para a falta de sucesso na aplicação da metodologia é o desinteresse nos níveis gerenciais e a resistência à mudança. Portanto, é evidente que seja avaliado a percepção dos servidores quanto a este importante aspecto.

A questão 6.3 trata sobre o nível de conhecimento dos respondentes sobre metodologias de produção mais limpa, e se este nível de conhecimento é suficiente para aplicação da metodologia no IFAM. Em conjunto com as respostas que caracterizam o respondente será possível determinar qual nível de conhecimento dos servidores sobre a produção mais limpa, além da possibilidade de possíveis capacitações que envolvam esta temática.

Finalmente, as questões 6.4 e 6.5 tratam sobre duas barreiras que são características do IFAM, devido a sua natureza jurídica e de autarquia federal: a burocracia e limitações legais relacionadas ao serviço público. Sendo assim, esta questão visa avaliar a percepção dos

respondentes de como estas duas barreiras podem tornar mais difícil a aplicação de uma metodologia de produção mais limpa nas obras do IFAM, de forma que a metodologia proposta leve em consideração estes obstáculos.

O questionário aplicado é apresentado na íntegra no Apêndice B.

3.6 Metodologia de produção mais limpa adotada

Para a consecução dos objetivos da presente pesquisa foram analisados os guias e manuais de aplicação de metodologias de produção mais limpa disponíveis na literatura especializada. Estes manuais têm como principal finalidade prestar auxílio para os usuários na implementação da produção mais limpa, por meio do fornecimento de conhecimentos teóricos, estruturais conceituais, procedimentos e ferramentas (GUARDIA, 2016).

Portanto, foram pesquisados os manuais e guias de produção mais limpa, tanto os materiais elaborados por organizações nacionais quanto internacionais. Dentre o material analisado, foram verificados manuais voltados para uma utilização mais genérica, que abrange a utilização da produção mais limpa em diversas indústrias, além de guias mais específicos, voltados a setores de produção mais específicos, como o *Cleaner Production in Dairy Processing*, voltado para organizações no ramo de laticínios.

Assim, para os fins da presente pesquisa, que trata de obras e construções, foi selecionado o manual Produção Mais Limpa em Edificações, pelo CNTL SENAI-RS. Este é o manual mais comumente adotados em pesquisas que relacionam a produção mais limpa (Borges, 2016; Silva et al., 2017), uma vez que apresenta diversas características específicas da indústria da construção.

O manual Produção Mais Limpa em Edificações apresenta uma estrutura semelhante ao guia Implementação de Programas de Produção mais Limpa, tendo também uma metodologia dividida em cinco etapas: após uma visita técnica para pré-sensibilização do público alvo, a Etapa 1 é o Planejamento e Organização, a Etapa 2 é a Pré-avaliação, a Etapa 3 é a Avaliação propriamente dita, a Etapa 4 é o Estudo de Viabilidade e, por último, a Etapa 5 trata da Implementação. Para o desenvolvimento desta pesquisa foram consideradas seis etapas, com a etapa de visita técnica sendo a etapa 1, e as etapas posteriores com a numeração em ordem crescente.

Quanto ao conteúdo o manual de produção mais limpa escolhido, é possível verificar uma gama de conteúdo específicos da construção civil, que tornam este o guia mais adequado para a realização da presente pesquisa.

Inicialmente é apresentada uma extensa contextualização da indústria da construção civil no Brasil, incluindo as características do setor no contexto brasileiro, além de uma relação da legislação vigente relacionada a temática. É também apresentada uma síntese de processo específica para edificações, relacionando, de forma compreensível e detalhada, as principais etapas do processo construtivo de edificações (canteiro de obras, fundações, concretagem, etc.) com os insumos de entrada (madeira, aço, arame, concreto, argamassa, etc.) e as saídas (resíduos de madeira, resíduos de concreto, terra, vegetação retirada, etc.)

De forma semelhante é mostrado um quadro, elaborado com base em levantamento realizado junto a construtoras que participaram da implantação do programa, mostrando diversas oportunidades de produção mais limpa nas diversas etapas da construção. Também são apresentados vários estudos de caso, realizados dentro de obras residenciais, que apresentam medidas de produção implementadas e seus benefícios econômicos e ambientais, além de uma seção de dúvidas frequentes, com diversos esclarecimentos referentes a produção mais limpa e construção.

Portanto, todas estas características específicas, voltadas para a temática de construção, demonstram que este manual de produção mais limpa é o mais adequado para que os objetivos da presente pesquisa sejam atingidos.

4 CARACTERIZAÇÃO IFAM

Esta seção tem por objetivo discutir os resultados obtidos por meio da realização do mapeamento de processos e da aplicação de questionário.

4.1 Resultado Modelagem de Processos

Os processos analisados nesta pesquisa não foram localizados no âmbito institucional do IFAM, não havendo uma documentação formal nem representação gráfica que demonstre como se dá o fluxo processual, nem os setores responsáveis por cada etapa do processo. As subseções a seguir mostram respectivamente a modelagem realizado para os processos de fiscalização, medição e projeto básico.

4.1.1 Processo fiscalização

O processo de fiscalização tem início a partir do momento que é emitida Ordem de Serviço pelo Reitor, que nomeia a comissão de fiscalização, geralmente composta por três membros, podendo também haver membros suplentes caso os fiscais titulares fiquem impedidos de exercer suas funções por motivos de força maior, como enfermidades. Há ainda algumas reuniões e tratativas preliminares entre a comissão de fiscalização e a empresa que irá executar a obra, de forma a acertar detalhes como a mobilização de funcionários e materiais.

O primeiro processo trata da realização de visita semanal à obra, um intervalo de tempo geralmente recomendado pelos manuais de fiscalização de obras públicas, uma vez que permite um acompanhamento de forma eficaz das atividades em andamento na obra, de forma que os fiscais fiquem cientes das ocorrências que venham a acontecer no decorrer do cronograma. Vale ressaltar que dependendo do ritmo e das atividades executadas na obra, esta frequência de fiscalização pode sofrer variações.

Ocorre que o IFAM possui algumas particularidades no que se refere à logística. O deslocamento dos servidores para a realização da fiscalização *in loco* nas unidades do IFAM do interior envolve o deslocamento em grandes distâncias, a maioria das vezes no modal fluvial, o que resulta em viagens por vários dias, implicando em custos para a compra de passagens e diárias. Para que esta situação seja contornada também são nomeados servidores da unidade do IFAM onde será realizada a obra para a comissão de fiscalização. Devido ao fato destes servidores locais muitas vezes não possuírem conhecimentos técnicos necessários para o bom

acompanhamento e fiscalização de obras, também é contratada empresa terceirizada para a realização de fiscalização técnica, com profissionais habilitados, que são locados no município em que esteja ocorrendo a obra e que realizam a fiscalização *in loco*, transmitindo as informações relevantes da obra para a comissão de fiscalização por meio de relatórios semanais.

Portanto, a visita semanal à obra pelo fiscal fica condicionada a presença de fiscal terceirizado na obra: caso haja fiscal terceirizado, procede-se à análise do relatório semanal de fiscalização elaborado pelo fiscal terceirizado. Caso não haja fiscal terceirizado, é realizada a comunicação entre o membro da comissão de fiscalização local e o membro da comissão que não se encontra no local da obra, de forma que sejam repassadas informações sobre o andamento das atividades e as ocorrências, além de fotos e vídeos que comprovem a qualidade e a realização das atividades.

Em seguida é realizada a análise do cronograma da obra, verificando se a obra está de acordo com o cronograma ou não. Esta é uma análise relevante porque o atraso em obras é fonte de diversos prejuízos, como políticos e financeiros, além de gerar descontentamentos na comunidade acadêmica, sendo necessário esforços por parte da organização no sentido de sanar os problemas que causam o atraso. Caso a obra esteja sendo executada de acordo com o cronograma procede-se à etapa de análise dos projetos. Caso não esteja conforme cronograma, é procedida à apuração de responsabilidades.

Para a realização da apuração de responsabilidade são levadas em consideração as disposições legais presentes na legislação. Para os casos em que não há amparo legal, fica demonstrada a incapacidade da empresa de honrar o cronograma estabelecido na etapa de planejamento, havendo, portanto, uma evidente quebra de contrato que, após as devidas análises jurídicas, resulta na rescisão do contrato, com uma posterior contratação de outra empresa para dar prosseguimento à execução da obra. Se o atraso verificado na obra possuir amparo na legislação, por motivos tais como condições climáticas desfavoráveis, pedidos de alteração de projeto, dentre outras razões, é procedida a realização de formalização de aditivo de prazo, que estenderá o cronograma para a entrega da obra.

Por conseguinte, é realizada uma análise referente a alterações em projeto. Esta análise é necessária tendo em vista fatores imprevistos durante a etapa de planejamento de projeto que só são efetivamente observados quando a execução da obra se inicia, além de eventuais omissões, inexatidões e enganos verificados na etapa de elaboração dos projetos.

Caso, após a análise de alteração, seja verificado que os projetos não necessitem ser mudados, continua-se com o processo posterior. Caso contrário, seja observada a necessidade

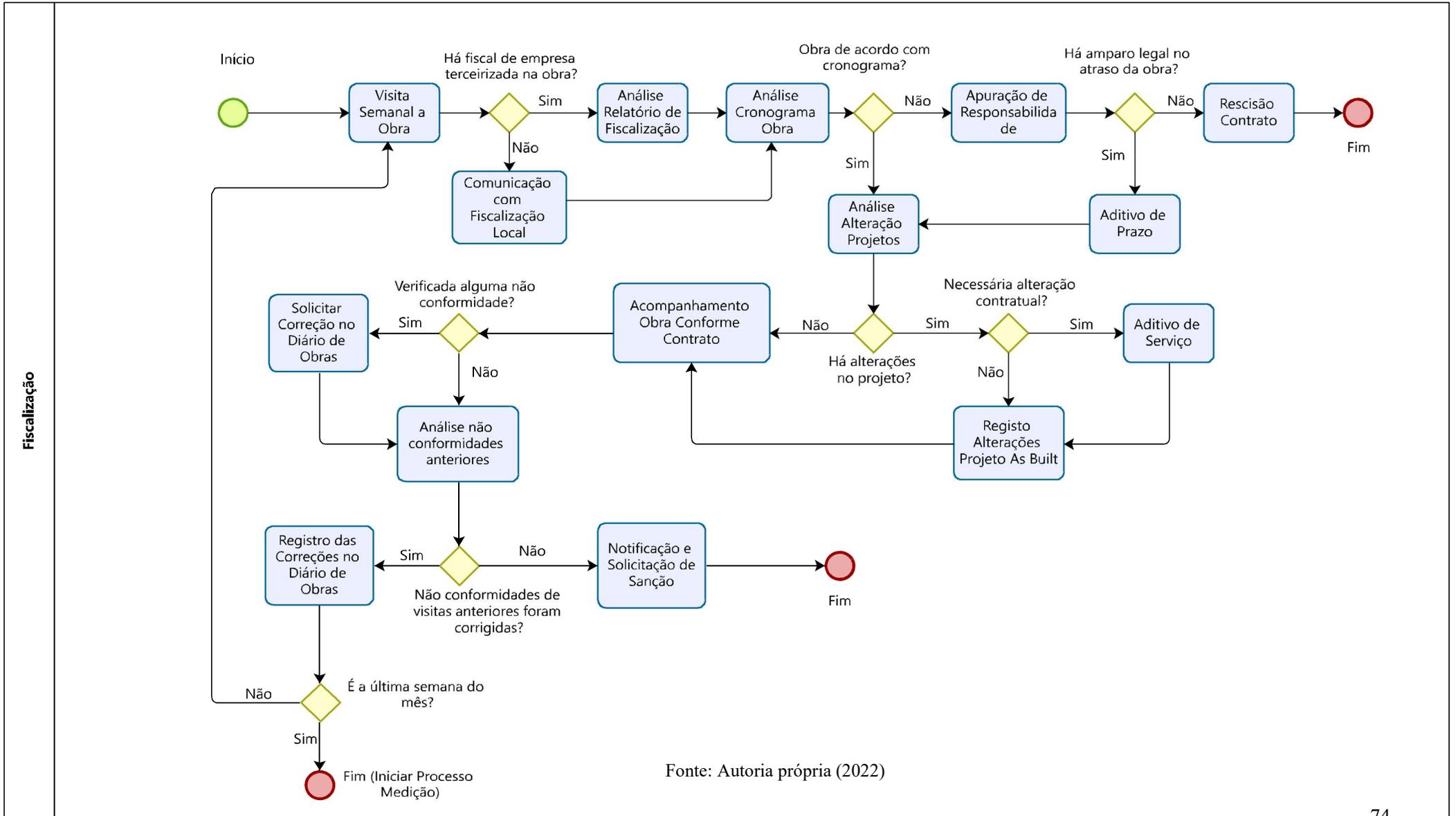
de alterações no projeto, é procedida uma verificação da necessidade de alteração contratual. Observa-se que algumas alterações em projeto são de pequena escala e que não mudam de forma drástica a natureza do projeto, sendo muitas vezes, por exemplo, algum elemento de projeto pouco especificado que necessita de um detalhamento mais apurado. Para alterações desta natureza não é necessário aditivo que altere as disposições do contrato, procedendo-se a etapa posterior de registro de alterações em projeto *as built*.

Para as situações que necessitem de alterações contratuais, é necessária a realização de aditivo de serviço, que justifique de forma detalhada as razões pelas quais o projeto sofreu alterações. Em seguida, é feito o registro de alterações no projeto *as built*, que tem por finalidade o registro de alterações físicas e econômicas realizadas durante o andamento da obra. A seguir, é realizado o acompanhamento da obra conforme os dispostos no contrato e no edital. Nesta etapa são verificadas as cláusulas contratuais referentes ao desempenho e à qualidade da obra e dos materiais empregados pela empresa, além da averiguação se os projetos definidos na etapa de projeto básico estão sendo fielmente executados. Caso não seja verificada nenhuma inconformidade, deve-se seguir para a análise das não conformidades observadas em visitas anteriores.

Caso seja verificado que quaisquer das cláusulas contratuais ou editalícias não estejam sendo fielmente cumpridas, é solicitada formalmente a correção da inconformidade por meio de anotação no diário de obras, com a determinação de um prazo para que a empresa que está executando a obra realize as devidas correções. Assim, na visita na semana seguinte (ou entrega de relatório de fiscalização da semana seguinte), será verificado se as correções das não conformidades foram de fato realizadas. Em seguida, caso não seja verificada nenhuma inconformidade relativa à visita semanal corrente, são analisadas as inconformidades das visitas semanais anteriores. Caso as não conformidades anteriores não tenham sido sanadas, deve-se proceder à notificação da empresa, além da aplicação das sanções previstas em contrato e/ou edital pelo não atendimento às determinações da fiscalização.

Caso as inconformidades detectadas nas visitas anteriores tenham sido corrigidas, é realizado o registro no diário de obras das correções que a empresa executora empreendeu. No caso de a visita ser na última semana do mês, é iniciado o processo de medição. Caso não seja a última semana, o processo retorna ao início, até que a visita semanal a obra seja durante a última semana do mês. A figura 8 a seguir apresenta o processo de fiscalização modelado.

Figura 8 - Modelagem processo fiscalização.



4.1.2 Processo medição

O processo de medição, que trata basicamente dos procedimentos formais necessários para que a empresa executora seja remunerada pelos seus serviços, tem início a partir do momento que o processo de fiscalização termina com a visita semanal da obra ocorrida na última semana de determinado mês. No âmbito dos processos realizado na DINFRA, o processo de medição pode ser subdividido a partir de dois participantes, representados pelas duas *lanes* mostradas no mapeamento consolidado: o fiscal do contrato, responsável pela realização da fiscalização e pelo cumprimento do contrato, e a empresa executora, responsável pela realização do objeto da contratação

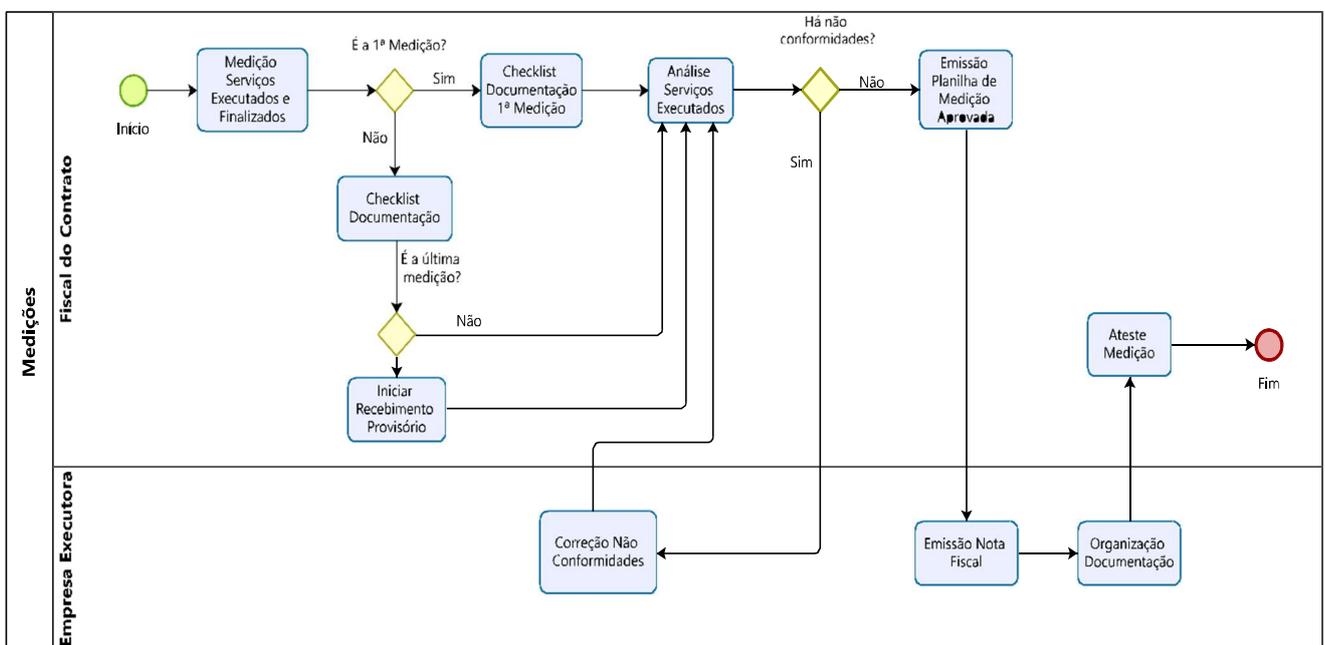
A partir do início, é dado o *start* no processo de medição dos serviços que foram executados em sua totalidade. A primeira verificação trata de qual é o número da medição. Esta é uma verificação necessária porque os procedimentos da primeira medição, incluindo o *checklist* da documentação, apresentam algumas diferenças entre si. Portanto, caso se trate da primeira medição, o *checklist* utilizado deve ser o correspondente à medição inicial. Caso não seja a primeira medição, é utilizado o outro *checklist* específico das demais medições. Outro ponto a ser levado em consideração é a possibilidade de a medição ser a última. Se isto ocorrer, antes de se proceder para os processos posteriores é necessário que seja iniciado o processo de recebimento provisório da obra, que trata basicamente de um aceite temporário da obra contratada.

Por conseguinte, é feita uma análise abrangente e pormenorizada dos serviços executados que constam na medição. São verificados quais serviços foram executados de forma completa, que apresentam a qualidade esperada e que obtiveram o desempenho adequado, nos termos especificados no projeto básico e contrato. Também é nesta etapa que a documentação referente à medição será analisada em conformidade com o respectivo *checklist*.

Caso o fiscal constate que há inconformidades, tanto nos serviços executados quanto na documentação apresentada pela empresa executora, é necessário que o processo seja repassado para a empresa para a correção das não conformidades. Essas correções podem envolver um acréscimo na documentação de medição que esteja faltando ou um mesmo uma correção executiva dos serviços realizados na obra, de forma que os critérios do projeto básico sejam atendidos. Assim, o processo é remetido novamente para o fiscal do contrato, para análise das correções realizadas, e só tem prosseguimento quando todas as inconformidades forem totalmente sanadas.

Em seguida, é realizada a emissão da planilha de medição aprovada, que apresenta todos os serviços medidos, as porcentagens de execução do serviço e os valores em moeda corrente correspondentes à porcentagem de execução dos serviços. O processo então retorna para a empresa executora, que emite nota fiscal de serviços com base nos valores aprovados pelo fiscal de contrato. A empresa também realiza a organização de toda a documentação, e repassa novamente o processo para que o fiscal do contrato realize o ateste de medição. A partir daí o processo tem fim na perspectiva do fiscal de contrato, com prosseguimento ainda em outros departamentos, que fogem do escopo desta pesquisa. A figura a seguir apresenta o processo de medição modelado.

Figura 9 - Modelagem processo medição.



Fonte: Autoria própria (2022)

4.1.3 Processo projeto básico

O projeto básico pode ser conceituado como o conjunto de elementos que sejam necessários e suficientes, com um nível de precisão apropriado, de forma a caracterizar determinada obra ou serviço (Brasil, 1993). Portanto, o processo para a elaboração do projeto básico trata das várias etapas e análises para que determinado projeto de obra ou serviço de engenharia seja realizado, envolvendo desde análises preliminares, planejamento, viabilidade técnica, elaboração de projetos executivos, dentre outros componentes necessários para a especificação do objeto de forma satisfatória. Este processo conta com a participação de quatro diferentes elementos, representados nas quatro diferentes *lanes* mostradas no mapeamento: a

administração local do *campus*, que solicita a elaboração do projeto básico, representada pela *lane* Gabinete Diretor; a Pró-reitoria de Planejamento e Administração, que realiza análises e verificações no processo, representada pela *lane* PROPLAD; a Diretoria de Infraestrutura, responsável pela realização de estudos técnicos, elaboração dos projetos executivos e documentação, representado na *lane* DINFRA; e a Procuradoria, que realização consultoria jurídica junto ao IFAM, representada na *lane* Procuradoria Federal.

O processo tem início no Gabinete do Diretor local, surgindo a partir das demandas locais do *campus*, trazidas pelo conjunto da comunidade acadêmica, incluindo discentes, docentes e servidores, junto à direção. Estas demandas consistem em melhorias na infraestrutura que alunos, professores e servidores utilizam, como por exemplo construção ou reforma de salas de aula, laboratórios, espaços de convivência, quadras poliesportivas, piscinas, dentre uma série de outros elementos necessários para o processo de ensino e aprendizagem. Em essência, é aquilo que o *campus*, na figura da direção, deseja realizar, para que haja melhorias no desempenho das atividades.

Seguido ao início do processo é realizada a formalização da demanda, por meio do Documento de Formalização de Demanda, que contém informações sobre qual setor está requisitando a elaboração do projeto básico, a descrição do serviço que será realizado, a justificativa da necessidade da contratação do serviço, o valor planejado, dentre outras informações importantes para o planejamento da demanda. Em seguida a direção emite a portaria de planejamento, nomeando a equipe responsável pelo planejamento da contratação, sendo composta por servidores que possuam as capacidades necessárias para completa realização das tarefas de planejamento da contratação, agregando conhecimentos técnicos e de utilização do objeto, licitação, contrato, dentre outros elementos (BRASIL, 2017).

Realizada a nomeação da comissão de planejamento, o processo é remetido para PROPLAD, onde são realizadas análises internas, cujo foco foge ao escopo desta pesquisa, que determinam se o processo de projeto básico está aprovado para sua continuidade ou não. Caso a elaboração do projeto não seja aprovada o processo tem seu fim. Caso o processo seja aprovado, é emitida então memorando que contém a ordem de serviço que autoriza o início da elaboração dos projetos executivos e da documentação necessária para que o projeto básico seja licitado.

Com o projeto aceito e ordem de serviço emitida, o processo retorna ao gabinete do diretor no *campus* local, onde a comissão de planejamento e fiscalização elabora o relatório situacional da obra, descrevendo informações importantes acerca do espaço físico onde a obra

será realizada, quais as condições da infraestrutura presente (abastecimento de água, coleta de esgoto, etc.), presença de vegetação de árvores de grande porte, e caso o projeto se trate de reforma ou conclusão de obra, as condições físicas dos serviços já executados, dentre outras informações pertinentes para as etapas posteriores.

O processo é remetido à DINFRA após a elaboração do relatório situacional. A primeira atividade realizada neste departamento é o estudo técnico preliminar, que pode ser definido como a etapa inicial do planejamento de contratação, caracterizando o interesse público envolvido juntamente com sua melhor solução, embasando o anteprojeto, o termo de referência ou projeto básico (Brasil, 2022) incluindo informações referentes à necessidade e requisitos da contratação, descrição da solução, estimativa das quantidades e valor da contratação, dentre outros dados importantes. Assim, o estudo técnico preliminar apresenta na sua conclusão a declaração e justificativa de viabilidade, analisando se a realização do projeto é viável ou não. Caso o projeto seja viável, o processo segue em frente para a próxima etapa. Caso o prosseguimento do processo não se mostre viável, é realizada uma análise das alterações no projeto. Esta análise tem por objetivo verificar se é possível realizar alterações para que o projeto se torne tecnicamente viável, e se estas alterações podem ser feitas de forma que o projeto não fique totalmente descaracterizado, isto é, não sofra alterações de tal natureza que o objeto não mude de forma intempestiva e impeça que as necessidades originais dos usuários sejam plenamente atendidas. Assim, caso estas alterações sejam possíveis, são realizadas modificações no projeto, de forma a torna-lo tecnicamente viável, sendo realizado novamente o Estudo Técnico Preliminar do projeto alterado, de forma a atestar formalmente a viabilidade do projeto. Caso não seja possível a realização de alterações para tornar o projeto tecnicamente viável sem descaracteriza-lo o processo tem fim.

Por conseguinte, com a viabilidade técnica do projeto formalmente atesta, é elaborado o mapa de riscos do projeto, que pode ser definido como documento elaborado com a finalidade de identificar os principais riscos que fazem parte dos procedimentos de contratações, além de ações de controle, prevenção e mitigação dos impactos (Brasil, 2017). Dessa forma, estas características são consolidadas em documento que atribui pontuações referentes ao impacto e probabilidade para os riscos para as diferentes fases e fatores que possam ameaçar a consecução do projeto.

A partir deste ponto, com o mapa de riscos definido, o processo retorna novamente para o gabinete do diretor, para que seja providenciado pela administração local do *campus* o título definitivo da área onde será implantada o projeto de obra, contendo informações como os

limites e confrontações do terreno, memorial descritivo, dados do perímetro, plantas de situação e locação, dentre outras informações, garantindo a posse legal do lote onde a construção será realizada. Caso a área onde será implantado o projeto não tenha título definitivo, a administração local do *campus* deverá atuar juntamente com a administração do município para que esta documentação seja providenciada. Assim, o processo só tem prosseguimento quando a situação do terreno estiver devidamente regularizada.

A partir da obtenção do título de regularização da área de implantação do projeto, o processo retorna a DINFRA para a elaboração do projeto básico ou termo de referência, elaborados a partir dos estudos preliminares e do gerenciamento de riscos, definidos como documentos que contenham os elementos técnicos suficientes para permitir uma avaliação de custo pela administração, com os elementos técnicos suficientes e necessários, com um nível apropriado para caracterizar o serviço que será contratado, orientando as futuras execução e fiscalização contratual (Brasil, 2017), incluindo declaração do objeto, fundamentação da contratação, requisitos de contratação, dentre outras informações relevantes.

A seguir, com base em toda a documentação gerada até este momento, é iniciada a elaboração do projeto arquitetônico executivo, que trata do planejamento, especificação e detalhamento de todos os elementos da construção, incluindo plantas baixas, cortes, elevações, esquadrias, pisos, forros pintura, revestimento, situação e locação, implantação, cobertura, terraplenagem, sistemas estruturais, equipamentos, comunicação visual, *layout*, canteiro de obras, dentre diversos outros elementos.

Com o projeto arquitetônico executivo finalizado é procedida a elaboração de todos os projetos complementares, que são complementários ao projeto arquitetônico e apresentam informações indispensáveis para a concretização do projeto, que costumam estar fora do escopo do projeto de arquitetura, incluindo projetos de topografia, terraplenagem, drenagem, pavimentação, fundações, estruturas (concreto, metálica, madeira), instalações hidráulicas, sanitárias, pluviais, elétricas, dados e voz, prevenção e combate a incêndio, ar comprimido, sonorização, dentre diversos outros.

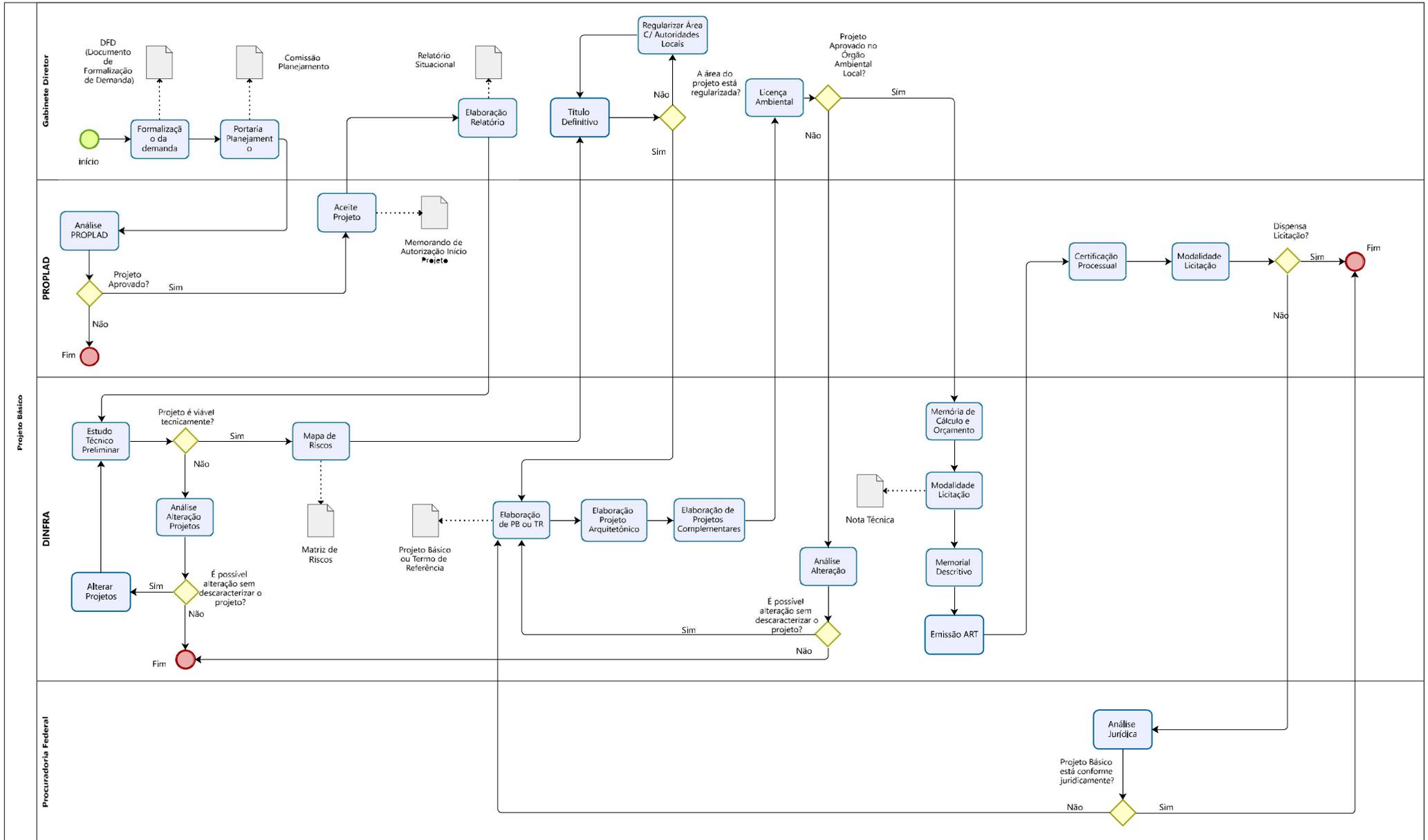
Assim, a etapa de elaboração de todos os projetos executivos é finalizada, e o processo é enviado novamente ao gabinete do diretor para aprovação dos projetos pelo órgão municipal competente, obtendo assim a licença ambiental dos projetos. Caso os projetos sejam aprovados, o processo tem prosseguimento. Caso, após análise do órgão regulador local, seja verificada a necessidade de alterações no projeto para aprovação, o processo é remetido novamente à DINFRA, onde haverá uma análise das mudanças necessárias para a aprovação.

Se não for possível realizar estas alterações sem que o projeto seja descaracterizado, o processo chega ao fim. Se estas alterações forem possíveis de serem realizadas sem que o projeto seja descaracterizado e não atenda mais às necessidades dos usuários, a DINFRA irá revisar novamente todos os projetos elaborados, alterando a documentação (projeto básico ou termo de referência), o projeto arquitetônico e todos os projetos complementares, enviado a documentação e os projetos revisados novamente para o gabinete do diretor para aprovação junto aos órgãos competentes municipais. Este processo é realizado até que os projetos elaborados pela DINFRA obtenham a licença ambiental

A partir da aprovação e licença ambiental o processo é remetido novamente para a DINFRA, onde serão elaborados os documentos complementares, cujo objetivo é caracterizar os elementos do projeto: orçamento, com a previsão dos custos dos serviços, mão de obra e materiais necessários para a execução da obra; a memória de cálculo, descrevendo detalhadamente os cálculos efetuados para a determinação dos quantitativos da planilha orçamentária; nota técnica, explicitando por meio de qual modalidade de licitação o projeto será realizado; memorial descritivo, com a especificação dos materiais, tecnologias de construção empregadas e os parâmetros de dimensionamento adotados. Daí são emitidas as Anotações de Responsabilidade Técnica (ART) dos engenheiros ou Registro de Responsabilidade Técnica (RRT) para arquitetos, comprovando e vinculado a responsabilidade técnica dos profissionais envolvidos na elaboração dos projetos.

Por conseguinte, com os projetos executivos finalizados, o processo é enviado para a PROPLAD para análise documental e certificação processual, verificando se toda a documentação enviada está de acordo com a legislação vigente. Também são verificados os parâmetros para determinação da modalidade de licitação. Caso seja possível a dispensa de licitação, o processo é finalizado e encaminhado para a coordenação responsável. Caso não seja possível a dispensa, o processo é remetido para análise jurídica na Procuradoria Federal. Na Procuradoria Federal é realizada a análise, à luz da legislação vigente, de toda a documentação que compõe o projeto básico. Caso a análise jurídica ateste que a documentação do projeto básico está em conformidade com a legislação, o processo tem fim. Caso sejam verificadas inconsistências jurídicas, o processo é remetido novamente a DINFRA para correções, desde a etapa da elaboração de projeto básico ou termo de referência até etapas posteriores. A figura 10 abaixo apresenta o processo modelado.

Figura 10 - Modelagem processo projeto básico.



Fonte: Autoria própria (2022)

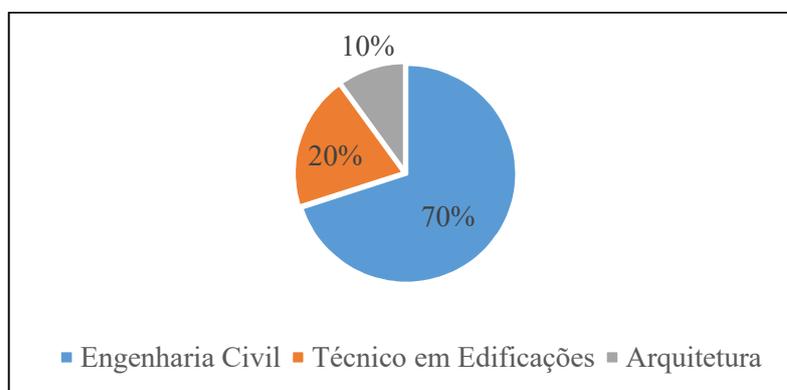
4.2 Resultado Aplicação Questionário

São apresentados a seguir os resultados obtidos por meio do questionário sobre produção mais limpa, aplicado com os servidores do IFAM. As respostas coletadas estão representadas por meio de gráficos, de modo a facilitar o entendimento, sendo apresentadas conforme estrutura discutida: caracterização do respondente, caracterização da organização, aspectos gerais da produção, produção mais limpa em projetos, produção mais limpa em fiscalização e barreiras para produção mais limpa.

4.2.1 Caracterização respondente

Quanto à formação acadêmica dos respondentes, é verificado que a maioria (80%) possui formação de nível superior em áreas relacionadas à tecnologia de obras e construção, como engenharia civil e arquitetura, com uma porcentagem consideravelmente menor (20%) possuindo formação de técnico em edificações. Além disso, os respondentes também possuem formação em nível de pós-graduação *latu sensu* (2) e *stricto sensu* (1), em áreas também relacionadas ao desempenho de atividades ligadas à construção, como por exemplo gerenciamento de obras, tecnologia e qualidade na construção civil e pavimentação asfáltica. Essas informações permitem induzir que os servidores possuem um nível acadêmico que se mostra propício para a aplicação de uma metodologia de produção mais limpa. Apesar da aplicação desta metodologia não significar necessariamente intervenções complexas que exija apurados conhecimentos acadêmicos, possuir um quadro de servidores especializados pode ser um diferencial positivo para a concretização da produção mais limpa na instituição.

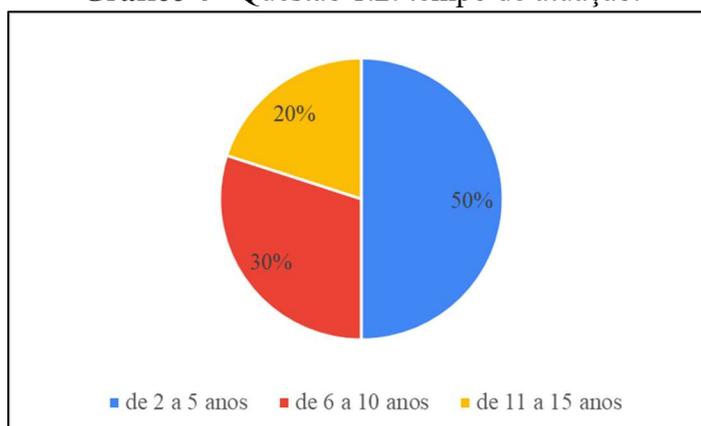
Gráfico 3 - Questão 1.1: formação acadêmica.



Fonte: Autoria própria (2022)

No que diz respeito ao tempo de atuação dos respondentes, foi constatado que nenhum servidor atua a menos de 2 anos na instituição, enquanto 50% já trabalha de 2 a 5 anos, 30% de 6 a 10 anos e 20% dos respondentes trabalham de 11 a 15 anos no IFAM. Estes resultados indicam que pelo menos 50% são servidores efetivos com estabilidade, enquanto os 50% restantes estão em vias de também obter a estabilidade. Os resultados também apontam que os servidores tendem a possuir um conhecimento apurado dos processos relacionados a obras e construção da instituição, uma vez que vem desempenhando suas funções por tempo considerável. Esta característica se mostra importante para o escopo da produção mais limpa, uma vez que sua aplicação requer conhecimento profundo dos processos produtivos empregados, de forma que seja possível detectar suas ineficiências e oportunidades de melhoria. Portanto, quanto ao tempo de atuação dos servidores, o ambiente organizacional também se mostra adequado para uma metodologia de produção mais limpa.

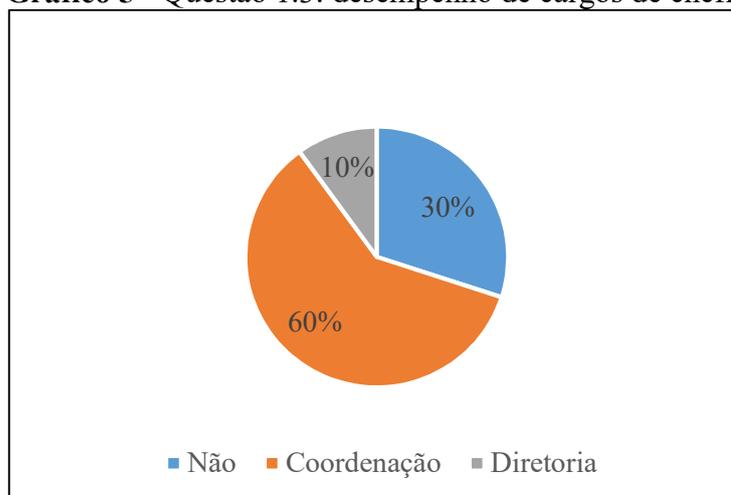
Gráfico 4 - Questão 1.2: tempo de atuação.



Fonte: Autoria própria (2022)

No que diz respeito ao desempenho de cargos ou funções de chefia pelos respondentes, foi constatado que a maioria (70%) já ocupou algum cargo gerencial: 60% já ocuparam cargos de coordenação, enquanto 10% dos servidores ocuparam cargos de direção, com 30% dos servidores que nunca ocuparam nenhum cargo em níveis gerenciais. Na perspectiva de uma metodologia de produção mais limpa, estes dados mostram um ambiente organizacional adequado para sua implementação, uma vez que o comprometimento gerencial é de suma importância para a sensibilização da alta administração, de modo a garantir o sucesso da aplicação do programa. Assim, uma porcentagem alta de servidores com conhecimentos técnicos que, mesmo com a rotatividade entre os cargos de chefia, exerce funções de coordenação, pode significar um aumento das chances de a produção mais limpa ser aplicada com êxito.

Gráfico 5 - Questão 1.3: desempenho de cargos de chefia



Fonte: Autoria própria (2022)

Quanto à participação dos servidores em cursos de capacitação relacionados à produção mais limpa, foi verificado que a vasta maioria dos servidores (90%) nunca fez qualquer treinamento relacionado a esta temática, enquanto apenas 10% realizaram uma capacitação relacionada, sendo um curso sobre produção mais limpa na indústria, realizado pelo SENAI/SESI, não relacionada diretamente ao tema da construção. Estes dados mostram que a maioria dos respondentes ainda não possuem conhecimentos prévios sobre o que é e como funciona a produção mais limpa, demonstrando ser necessário transmitir estes conhecimentos aos servidores do IFAM para que uma implementação da produção mais limpa seja viável na instituição.

Gráfico 6 - Questão 1.4: participação capacitação produção mais limpa



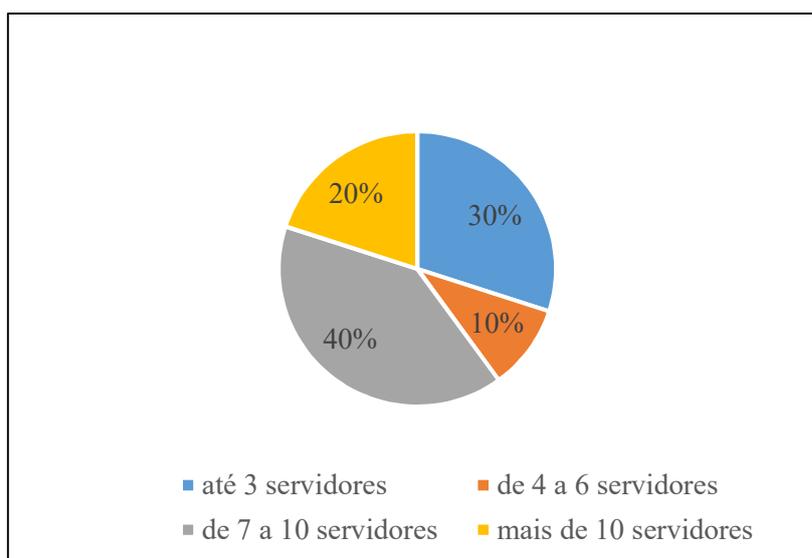
Fonte: Autoria própria (2022)

4.2.2 Caracterização organização

Em referência à quantidade de servidores que atuam nos departamentos, foi constatado que 30% possuem até 3 servidores, 10% tem de 4 a 6 servidores, enquanto 40% dispõem de 7 a 10 servidores, e departamentos com mais de 10 servidores representam 20% da amostra. Estes dados permitem deduzir que há uma diversidade numérica na composição dos departamentos relacionados a construções e obras no IFAM. Os departamentos com uma quantidade menor de servidores atendem exclusivamente às demandas de obras e construções do *campus* no qual o departamento está vinculado. Os departamentos com uma quantidade relativamente maior de servidores atendem a uma quantidade maior de *campi* do IFAM no interior do estado, que não possuem departamento específico que trate de construções e obras.

No que tange à produção mais limpa, é possível constatar que nos *campi* com departamentos menores, a aplicação da metodologia pode ser mais dinâmica, uma vez que a proximidade física entre o canteiro de obras e o *campus* tornam mais prática a supervisão dos processos e da aplicação da metodologia de produção mais limpa. Por outro lado, nos departamentos com número relativamente alto de servidores, que lidam com obras em municípios afastados da capital e que requerem longos deslocamentos para serem alcançados, a aplicação da produção mais limpa pode apresentar alguns percalços.

Gráfico 7 - Questão 2.1: quantidade servidores nos departamentos.

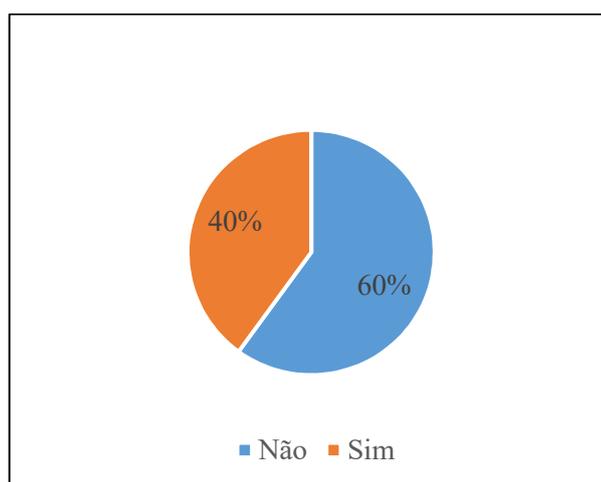


Fonte: Autoria própria (2022)

Acerca das metas relacionadas à gestão ambiental em obras, verificou-se que 60% dos respondentes afirmaram desconhecer objetivos neste sentido, enquanto 40% dos servidores

afirmaram que o IFAM possui estas metas. Os respondentes citaram alguns exemplos de objetivos relacionadas a esta temática, sendo possível destacar metas de redução de consumo de energia, minimização da produção de materiais que resultarão em resíduos, além de coleta e seleção de resíduos de obra para aproveitamento em obras futuras. É possível destacar que todas estas metas estão relacionadas com a produção mais limpa, pois visam a utilização de insumos, como energia e água, de forma mais eficiente, a redução na fonte da geração de resíduos (nível 1 de aplicação da produção mais limpa) e reciclagem externa (nível 2). Portanto, o IFAM já vem tomando pontualmente algumas medidas relacionadas à produção mais limpa, sendo patente uma preocupação com o gerenciamento de resíduos e uma utilização mais eficiente dos insumos, demonstrando assim uma sensibilidade já existente necessária para aplicação de uma metodologia de produção mais limpa.

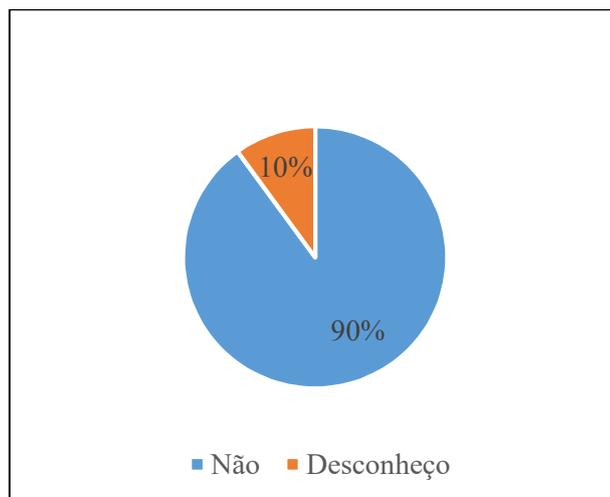
Gráfico 8 - Questão 2.2: metas relacionadas à gestão ambiental em obras no IFAM.



Fonte: Autoria própria (2022)

No que se refere a algum responsável específico (departamento, coordenador, etc.) que trate da gestão ambiental em obras, foi verificado que 90% dos servidores responderam que não existe tal departamento, enquanto 10% afirmou que desconhece a existência de responsável específico. Vale a pena ressaltar que dentre as respostas apresentadas é citada algumas vezes a intenção da alta gestão de estabelecer um departamento específico voltado para, sendo ainda necessários o planejamento e deliberação sobre o caso entre os gestores no conselho deliberativo do IFAM. Assim, esta intenção denota também uma sensibilidade para questões relacionadas à gestão ambiental, de sorte que pode ser observado um *mindset* na instituição que torna conveniente a produção mais limpa.

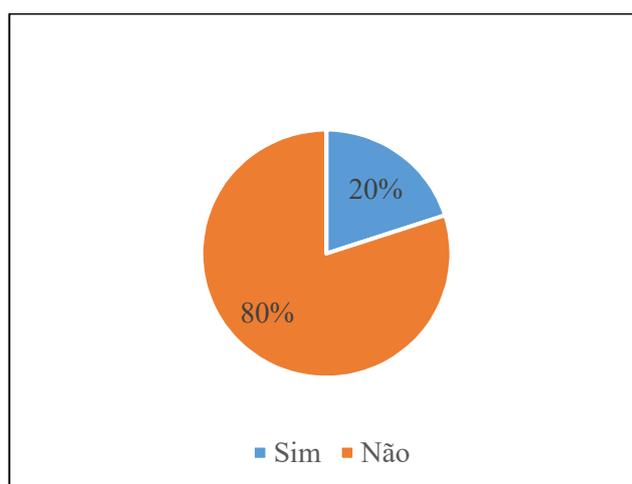
Gráfico 9 - Questão 2.3: responsável por gestão ambiental em obras no IFAM.



Fonte: Autoria própria (2022)

Quanto à existência de manual com práticas de gestão ambiental em obras no IFAM, foi verificado que 80% dos participantes afirmaram não ter conhecimento deste documento, e 20% afirmaram que a organização possui este manual. Apesar das respostas afirmativas quanto à existência do manual, os respondentes também mencionaram que o mesmo se encontra defasado, sendo necessárias atualizações. Também é mencionada a utilização de manuais complementares, como o Guia de Contratações Sustentáveis da CGU. Assim, o manual do IFAM que porventura exista se encontra ultrapassado, havendo a possibilidade de acréscimo e atualização de informações que agreguem a ele conceitos de produção mais limpa.

Gráfico 10 - Questão 2.4: manual de gestão ambiental no IFAM.

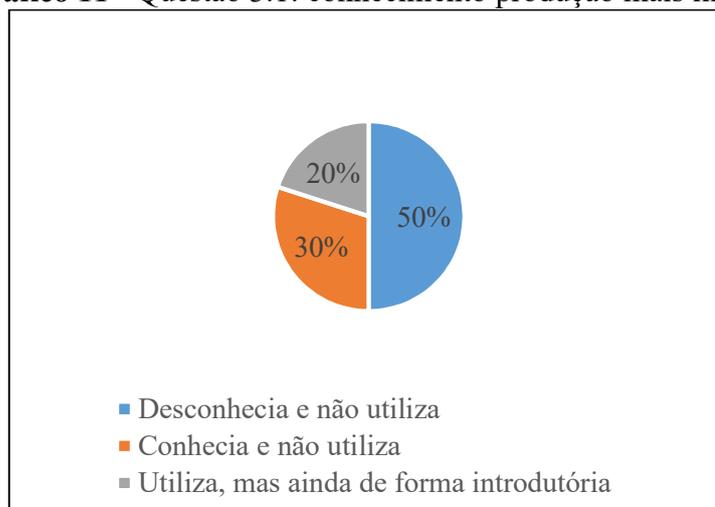


Fonte: Autoria própria (2022)

4.2.3 Aspectos gerais produção mais limpa

No que diz respeito aos aspectos gerais da produção mais limpa, foi constatado que 50% dos respondentes não possuem qualquer conhecimento prévio sobre a produção mais limpa e não a utilizam nos processos de trabalho; enquanto 30% afirmam conhecer o conceito, mas não utilizarem; e 20% dos servidores declaram possuir conhecimento do conceito da metodologia, mas ainda a utilizam de forma introdutória e não plena. Estas respostas estão relacionadas diretamente à falta de realização de treinamentos, capacitações e cursos que tenham como temática a produção mais limpa, de forma que a metodologia seja consolidada nos processos de trabalho dos servidores. Além disso, é possível constatar que alguns servidores já possuem conhecimentos relacionados à metodologia, mesmo que esta não seja aplicada de forma sistemática, o que pode estar associado à adoção de algumas práticas de produção mais limpa já adotadas de forma pontual no IFAM.

Gráfico 11 - Questão 3.1: conhecimento produção mais limpa.



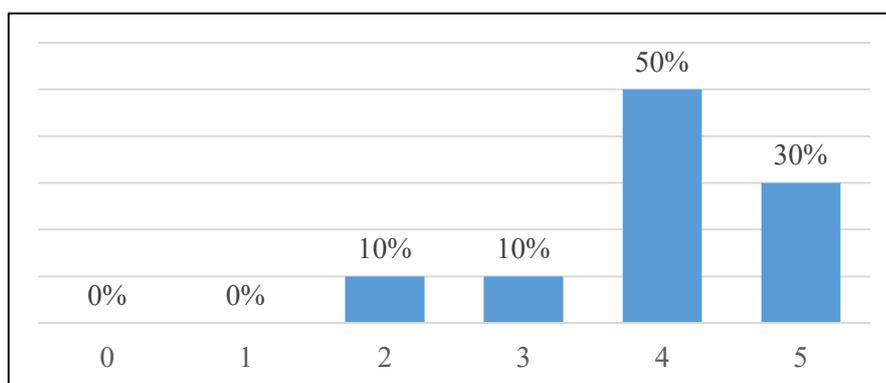
Fonte: Autoria própria (2022)

A questão seguinte dentro da seção de aspectos gerais da produção mais limpa trata sobre os conceitos da produção mais limpa apresentado pelos servidores que responderam o questionário. Os conceitos descritos com as próprias palavras dos respondentes relacionam a produção mais limpa a diversas concepções, como sustentabilidade, gerenciamento de resíduos, otimização de recursos, uso racional de matérias-primas e energia, degradação ambiental, dentre outras ideias, que de modo geral estão diretamente relacionadas às definições encontradas na literatura discutidas anteriormente. Portanto, o conceito de produção mais limpa dos servidores do IFAM está, de modo geral, alinhado com o conceito apresentado na literatura.

4.2.4 Produção mais limpa projetos

Quanto à etapa de projetos, foi apurado que a maioria dos respondentes apresentam respostas positivas quando à influência dos servidores na concepção dos projetos de edifícios, com 50% das respostas de acordo com a afirmação e 30% totalmente de acordo. Essa constatação representa um ambiente organizacional favorável para a produção mais limpa, uma vez que a etapa de projeto e planejamento apresenta uma parte importante das oportunidades de aplicação desta metodologia. Portanto, se os servidores com conhecimentos técnicos tiverem autonomia e influência suficientes nesta etapa, podem ser realizadas alterações em projetos visando melhorias relacionadas à produção mais limpa.

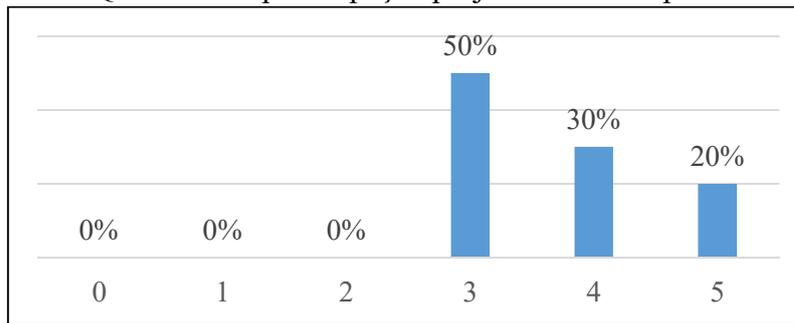
Gráfico 12 - Questão 4.1: influência dos servidores nos projetos.



Fonte: Autoria própria (2022)

No que concerne à preocupação dos projetistas com aspectos de gestão ambiental de obras durante a etapa de elaboração dos projetos, foi verificado que 50% dos respondentes não concordam nem discordam da afirmação, enquanto 30% estão de acordo e 20% estão totalmente de acordo. Os dados levantados por esta afirmativa permitem inferir que as percepções quanto à gestão ambiental na etapa de elaboração dos projetos ainda estão divididas, o que poderia ser amenizado com a realização de treinamentos e capacitações que demonstrem a importância dos conceitos de produção mais limpa e gestão ambiental, de forma a sensibilizar os servidores que atuam nesta etapa. Não obstante esta diferença entre posicionamentos, é verificado que 50% dos participantes apresentam uma percepção positiva quanto a preocupação dos projetistas quanto aos aspectos ambientais, o que demonstra que há indícios de uma conscientização presente no ambiente organizacional do IFAM, portanto propício para a aplicação de metodologia de produção mais limpa.

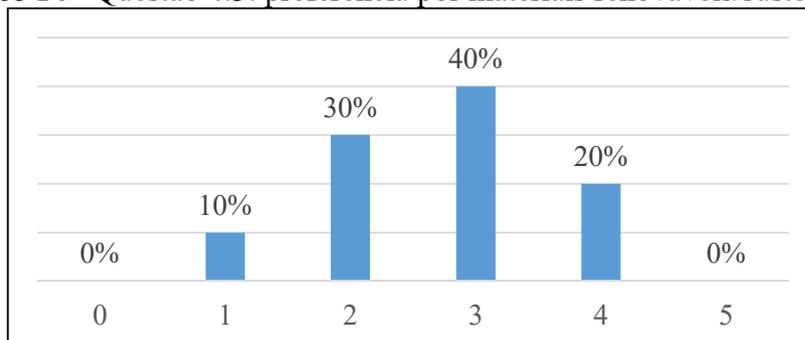
Gráfico 13 - Questão 4.2: preocupação projetistas com aspectos ambientais.



Fonte: Autoria própria (2022)

Relativo à preferência dos projetistas pela especificação de materiais renováveis e/ou sustentáveis na etapa da elaboração dos projetos, foi constatado que 40% dos respondentes não concordam nem discordam, ao passo que 10% discordam totalmente, 30% discordam e 20% estão de acordo. Estes dados apontam que uma parte dos considerável dos servidores ainda tender a apresentar uma preferência por materiais potencialmente não sustentáveis, alinhada às tecnologias de fim de tubo, que visa solucionar os problemas ambientais unicamente do ponto de vista tecnológico, o que se encontra em sentido diametralmente oposto aos conceitos da produção mais limpa, que prevê a substituição de materiais nocivos como modificações no produto. Assim, são necessários ajustes quanto à preferência dos materiais especificados pelos projetistas, de forma que as etapas da metodologia de produção mais limpa possam ser efetivamente aplicadas.

Gráfico 14 - Questão 4.3: preferência por materiais renováveis/sustentáveis.

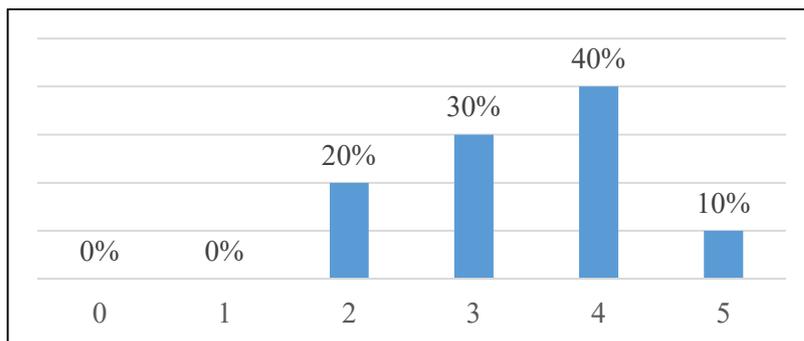


Fonte: Autoria própria (2022)

Quanto à realização de modificações nos projetos das edificações com o intuito de implementar melhorias e adequações ambientais, verificou-se que 30% dos respondentes não concordam nem discordam da afirmação, 20% discordam, 40% afirmar estar de acordo e 10% estão totalmente de acordo. Estes resultados mostram que uma parcela dos servidores (50%) apresenta uma atitude positiva quanto às alterações em projeto, que é uma etapa importante da produção mais limpa: a minimização de resíduos e emissões inclui, no nível de aplicação 1, a

redução na fonte por meio de modificações no produto ou nos processos, por meio de boas práticas de produção mais limpa, a substituição de matérias-primas e modificações tecnológicas, todas podendo ser realizadas na etapa de elaboração e planejamento do projeto. Dessa forma, é necessária uma mentalidade de maior abertura quando às modificações em projeto para aplicação da produção mais limpa possa ser efetiva.

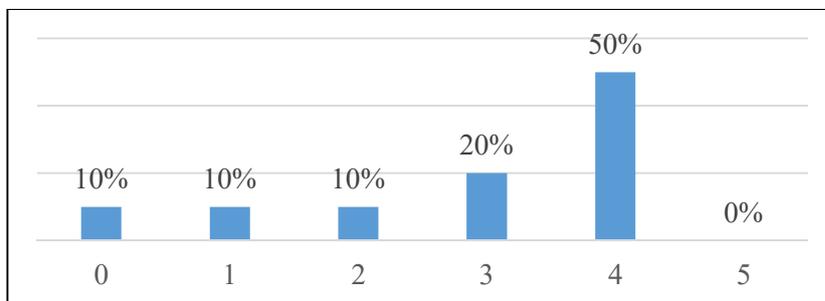
Gráfico 15 - Questão 4.4: modificações projeto visando melhorias ambientais.



Fonte: Autoria própria (2022)

No que diz respeito à substituição de materiais tóxicos e/ou poluentes na etapa de elaboração do projeto, é possível constatar que 20% dos respondentes não concordam nem discordam da afirmação, ao passo que 10% não sabem responder, 10% discordam totalmente, 10% discordam e 50% estão de acordo. Esta também é uma atitude positiva no que se refere à produção mais limpa, que precisa ser mais disseminada no decorrer da etapa de elaboração de projetos: enquanto as tecnologias de fim de tubo utilizam medidas limitadas de tratamento e filtragem dos resíduos, a produção mais limpa promove a prevenção da geração de resíduos, evitando materiais potencialmente tóxicos, sendo, portanto, o comportamento preferível.

Gráfico 16 - Questão 4.5: substituição materiais tóxico ou poluentes.

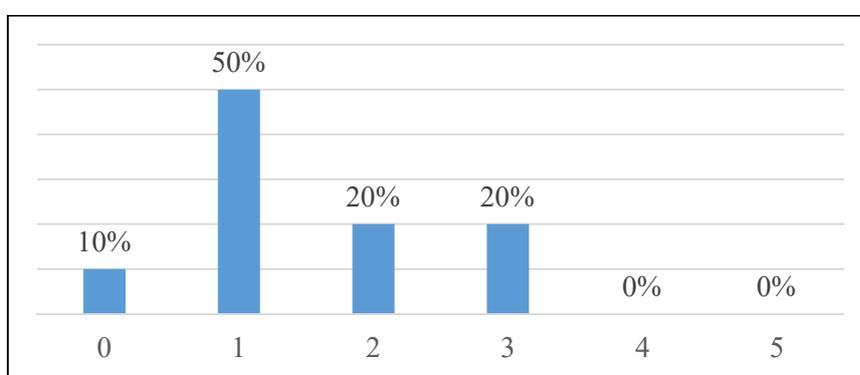


Fonte: Autoria própria (2022)

Com respeito planejamento, durante a etapa de elaboração de projeto, da reutilização ou reciclagem interna dos resíduos gerados no decorrer da obra, foi verificado que 20% dos respondentes não concordam nem discordam, 10% não sabem responder, 20% discordam e

50% discordam totalmente. Uma apuração dos resultados revela que não houve qualquer resposta no sentido positivo, que concorde parcialmente ou totalmente com a afirmação, permitindo inferir que a reutilização ou reciclagem interna de resíduos gerados no decorrer da obra não costuma ser aplicada no IFAM. Isso mostra um cenário desfavorável na perspectiva da produção mais limpa, uma vez que a reciclagem interna, referente ao nível de aplicação com prioridade 2, e a reciclagem externa, com nível 3, são basilares para aplicação de uma metodologia de produção mais limpa, sendo premente a necessidade de considerar estes níveis de aplicação na etapa de planejamento e elaboração do projeto.

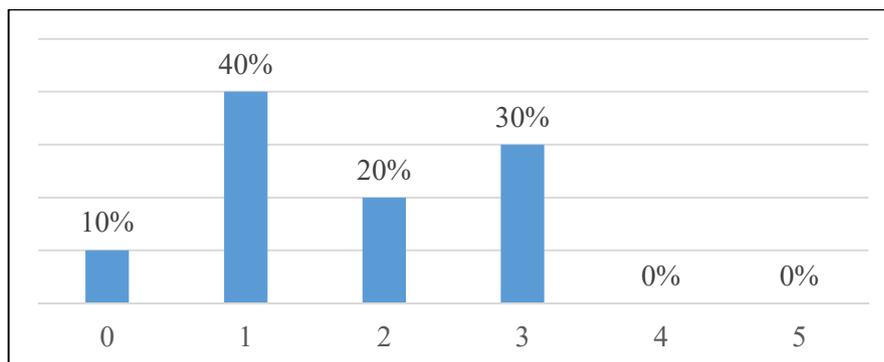
Gráfico 17 - Questão 4.6: previsão de reutilização de resíduos de obra.



Fonte: Autoria própria (2022)

Quanto à elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos das obras durante a etapa de elaboração do projeto, constatou-se que 30% dos respondentes não concordam nem discordam da afirmação, ao mesmo tempo que 10% não sabem responder, 20% discordam e 40% discordam totalmente. Nesta questão também é possível observar que a maioria dos respondentes apresentam uma percepção que tende a negativa, discordando parcialmente ou totalmente, o que leva a dedução de que o Plano de Gerenciamento das obras não costuma ser elaborado durante a etapa de elaboração do projeto. Este é um documento obrigatório de importância capital para o diagnóstico e disposição final dos resíduos da obra, sendo da mesma forma importante para a produção mais limpa, sobretudo na etapa 2 de aplicação da metodologia, que analisa o fluxograma do processo produtivo, e que prevê uma quantificação tanto das entradas (matérias-primas, água, energia, etc.) quanto das saídas (resíduos, efluentes, emissões, etc.), sendo a base para a elaboração dos balanços de materiais, estabelecimento de indicadores na fase 3 e, conseqüentemente, todas as etapas posteriores da metodologia. Portanto, a elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos se faz mister para a aplicação de uma metodologia de produção mais limpa.

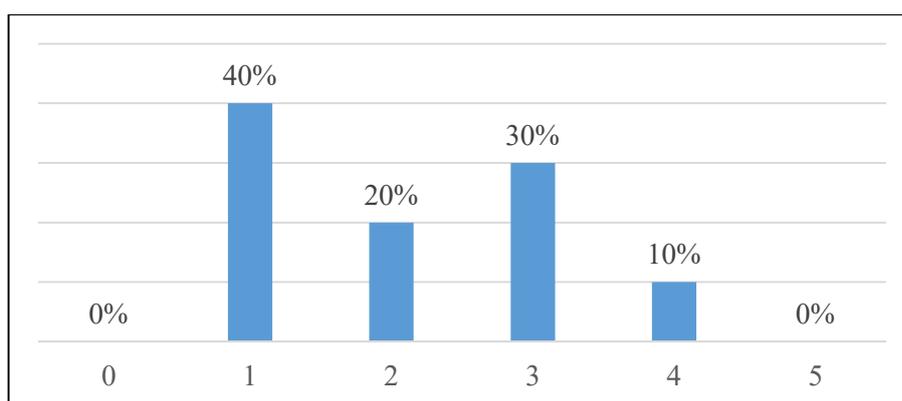
Gráfico 18 - Questão 4.7: plano gerenciamento de resíduos durante projeto.



Fonte: Autoria própria (2022)

No que se refere ao planejamento de medidas de minimização da geração de resíduos de obra durante a etapa de elaboração dos projetos, foi averiguado que 30% dos respondentes não concordam nem discordam da afirmação, ao passo que 40% discordam totalmente, 20% discordam e 10% concordam com a asserção. A percepção da maioria dos respondentes (60%) situa o planejamento da minimização dos resíduos na área de não concordância, total ou parcial, enquanto apenas 10% dos respondentes entende a afirmativa como parcialmente verdadeira. A análise destes dados leva a crer que medidas para a minimização da geração de resíduos não são usualmente idealizadas nesta etapa de elaboração do projeto. Do ponto de vista da produção mais limpa, a minimização de resíduos na fonte é uma das prioridades, com precedência sobre as outras medidas, sendo necessária sua consideração nesta etapa de elaboração do projeto.

Gráfico 19 - Questão 4.8: planejamento de minimização de resíduos.

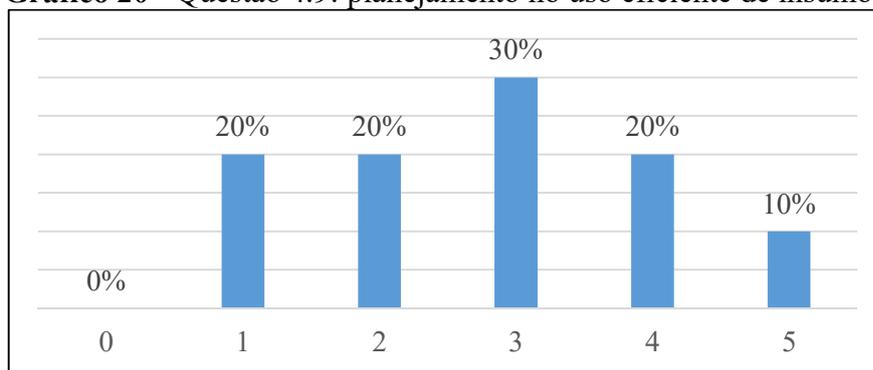


Fonte: Autoria própria (2022)

No que se refere ao planejamento de medidas de utilização eficiente de insumos, como água e energia elétrica, durante a etapa de elaboração dos projetos, foi verificado que 30% dos servidores que responderam à pesquisa não concordam nem discordam da assertiva, à medida que 20% dos respondentes discordam totalmente, 20% discorda, 20% estão de acordo e 10%

estão totalmente de acordo. A distribuição das respostas coletadas aponta no sentido de uma falta de concordância ou não na percepção dos servidores. Uma das possibilidades que explicam esta discrepância entre as percepções é que as medidas para o planejamento da utilização do uso eficiente de insumos durante a etapa de projeto são realizadas de forma variada entre os diversos contextos organizacionais, como por exemplo diferentes departamentos. Apesar desta possibilidade, a utilização eficiente de insumos é crucial para o sucesso da produção mais limpa, sendo um de seus principais objetivos nas diversas etapas da metodologia.

Gráfico 20 - Questão 4.9: planejamento no uso eficiente de insumos.



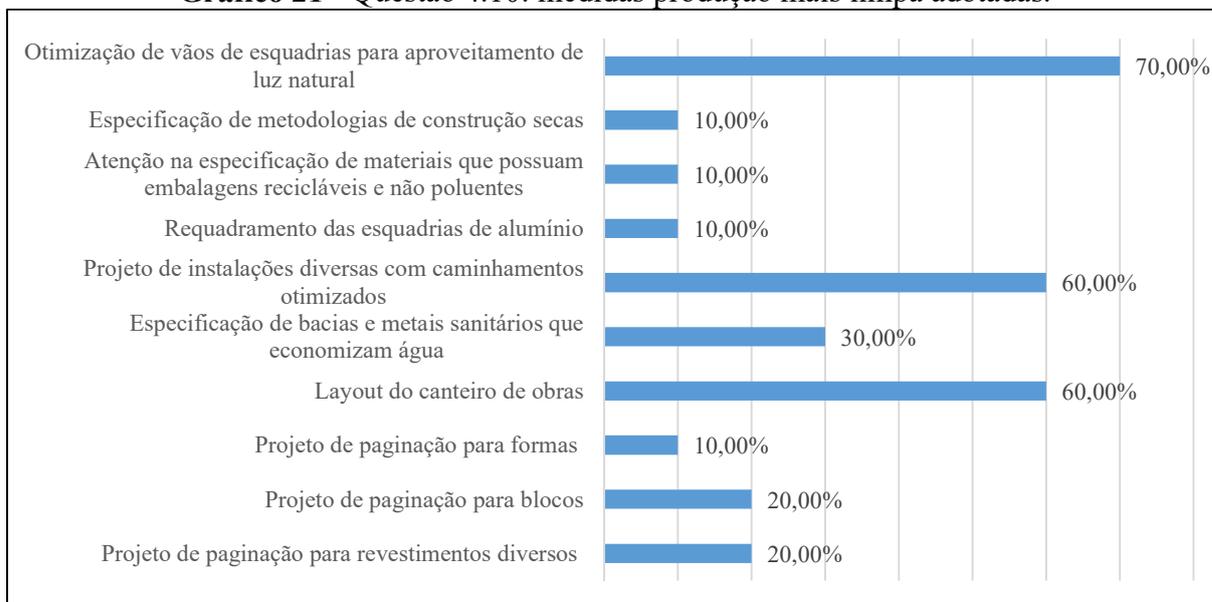
Fonte: Autoria própria (2022)

A questão que finaliza a categoria sobre a produção mais limpa e projetos apresenta várias opções de medidas desta metodologia que podem ser adotadas durante a etapa de projeto, de forma a verificar quais medidas o IFAM já vem adotando de forma espontânea, sem aplicar a produção mais limpa de forma sistemática. Foi verificado que 70% dos respondentes assinalaram a otimização de esquadrias para aproveitamento de luz natural; 60% apontaram a elaboração de projeto de instalações com encaminhamentos otimizados e layout de canteiro de obras; 30% notaram a especificação de bacias e metais sanitários que economizam água; 20% marcaram as opções de projeto de paginação de blocos e de revestimentos diversos; 10% assinalaram as opções de especificação de metodologias de construção secas, alteração na especificação de materiais, requadramentos das esquadrias de alumínio e projeto de paginação para formas.

Estes resultados demonstram as medidas que já possuem uma aplicação razoável no âmbito da elaboração de projetos do IFAM, com destaque para otimização de vãos de esquadrias, que permite aproveitamento de luz natural e consequente redução no consumo do insumo energia elétrica; e projeto de layout de canteiro de obras, que promove o *housekeeping* e reduz as perdas relacionadas ao mal acondicionamento de insumos e materiais. Além deste aspecto, estes resultados também mostram as medidas que ainda não são utilizadas de forma

assídua e que possuem potencial para aplicação, como projeto de paginação de revestimentos e especificação de metodologias de construção secas, de forma que seja possível a introdução de melhorias, além da implementação de uma metodologia de produção mais limpa na etapa de elaboração de projetos no IFAM.

Gráfico 21 - Questão 4.10: medidas produção mais limpa adotadas.



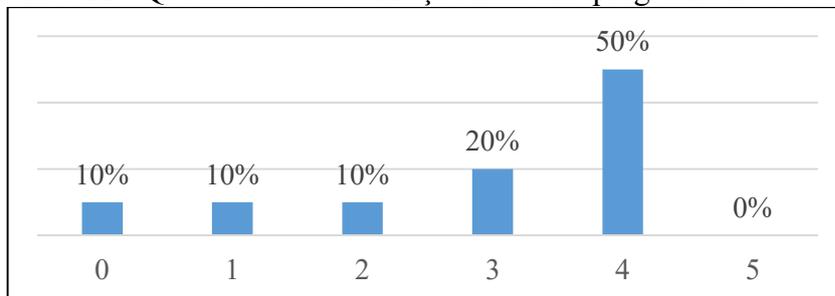
Fonte: Autoria própria (2022)

4.2.5 Produção mais limpa fiscalização

No que se refere à produção mais limpa na etapa de fiscalização, a primeira pergunta apresenta uma afirmativa sobre a fiscalização do *housekeeping* (relacionado à limpeza, organização e segurança) nos canteiros de obra. Foi analisado que 20% dos respondentes não concordam nem discordam da afirmativa, enquanto 10% não sabem responder, 10% discordam totalmente, 10% discordam e 50% estão de acordo com a assertiva. A discrepância nos resultados apresentados pode ser devido às diferenças entre os cenários organizacionais do departamento de engenharia, na reitoria, e os departamentos inseridos nos *campi*: enquanto os servidores dos *campi* possuem acesso diário às instalações da obra e podem fiscalizar o *housekeeping* de forma diária, os servidores lotados na reitoria dependem de observações de terceiros, que muitas vezes não são repassadas em tempo hábil, não sendo possível realizar uma fiscalização mais incisiva neste aspecto. Não obstante a organização do canteiro é um item importante, que costuma ser considerado tanto na elaboração do contrato como do edital da obra, além de ser parte significativa da metodologia de produção mais limpa, no nível de

aplicação 1, que compreende redução de emissões e resíduos na fonte por meio da modificação de processos. Portanto, a fiscalização do *housekeeping* precisa ser considerada.

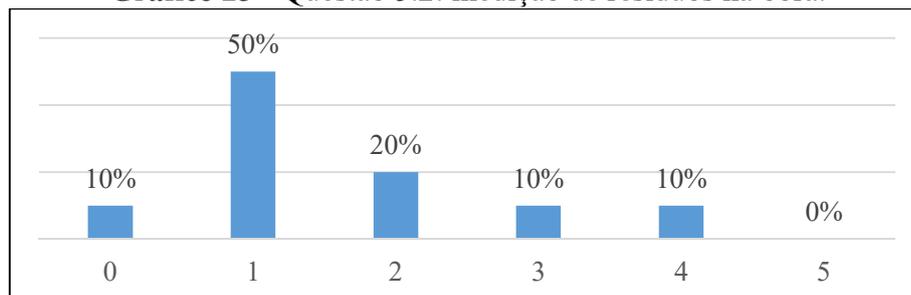
Gráfico 22 - Questão 5.1: fiscalização housekeeping canteiro de obras.



Fonte: Autoria própria (2022)

Quanto à realização da medição, pelos fiscais, dos volumes de resíduos da construção civil (RCC) gerados no decorrer da obra, foi constatado que 10% dos respondentes não discordam nem concordam com a afirmativa, ao passo que 10% não sabem responder, 50% discordam totalmente, 20% discordam e 10% estão de acordo. Um exame dos dados mostra que a maioria dos servidores (70%) optaram por resposta que discordam, parcial ou completamente, da realização da medição dos resíduos. Isto se deve ao fato de que medir resíduos de construção civil gerados no decorrer não costuma estar entre as atividades de fiscalização rotineiras, pois seu foco é mais usualmente a verificação da destinação final destes resíduos, e não o volume que estes resíduos ocupam. Apesar disto, a medição e quantificação de resíduos é uma etapa importante da produção mais limpa, que faz parte da etapa 3 de aplicação da metodologia, onde é elaborado o balanço material e estabelecidos os indicadores, de modo que seja realizada uma análise quantitativa de entradas (matérias-primas, água, energia e insumos diversos) e saídas (resíduos, efluentes, dentre outros). Estes dados permitem o levantamento do balanço de material, essencial para análise das causas de geração de resíduos. Logo, esta é uma etapa importante para a produção mais limpa, que precisa ser integrada nos processos de fiscalização de obras para que a aplicação desta metodologia seja possível.

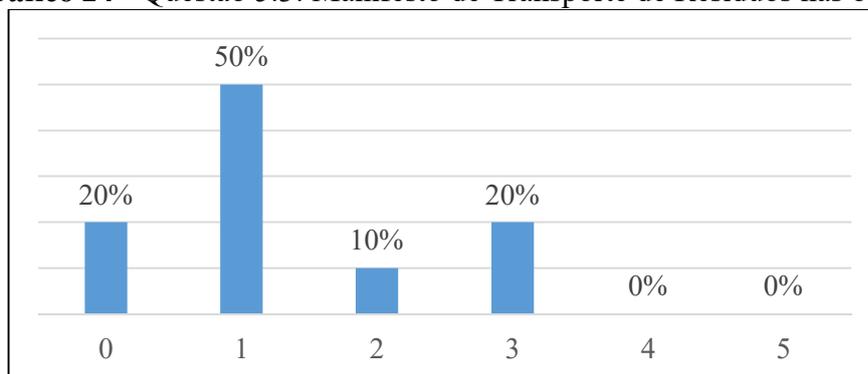
Gráfico 23 - Questão 5.2: medição de resíduos na obra.



Fonte: Autoria própria (2022)

Com respeito à solicitação, pela fiscalização, da entrega do Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) das obras fiscalizadas, foi observado que 20% dos respondentes não concordam nem discordam da afirmação, ao mesmo tempo que 20% não sabem responder, 50% discordam totalmente e 10% discordam da assertiva. Os resultados apresentados mostram que a maior parte dos respondentes (60%) optaram pela negativa total ou parcial da afirmação, com nenhuma resposta de concordância, o que permite inferir que em alguns casos esta documentação não é solicitada, pela fiscalização, às empresas que executam a obra. Esta é uma documentação importante para comprovar que os resíduos gerados e transportados receberão uma disposição final ambientalmente adequada. Além disso, na perspectiva da produção mais limpa, a comprovação da destinação final dos resíduos é importante para o nível 3 de aplicação da metodologia, que compreende a reciclagem externa à obra que está sendo realizada, ou a reintegração ao ciclo biogênico. Dessa forma, a solicitação desta documentação é importante para a aplicação da metodologia da produção mais limpa, fazendo-se necessário que a solicitação desta documentação seja realizada pela fiscalização.

Gráfico 24 - Questão 5.3: Manifesto de Transporte de Resíduos nas obras

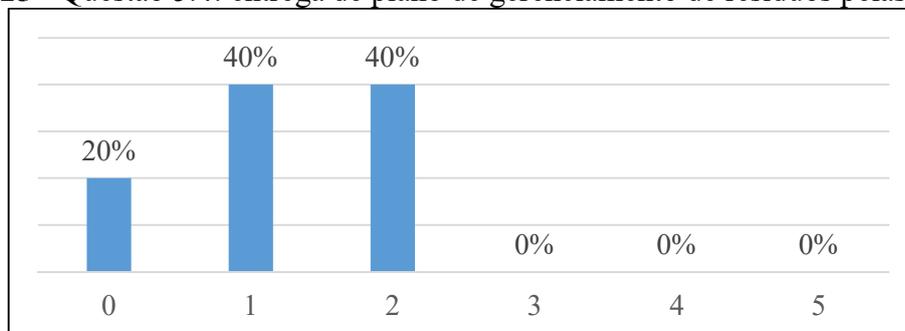


Fonte: Autoria própria (2022)

No que se refere à entrega de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos pelas empresas que executam as obras, foi observado que 20% dos respondentes não concordam nem discordam com a afirmativa, ao passo que 40% discordam e 40% discordam totalmente. Estes resultados apontam que a maioria dos participantes (80%) apresentam uma percepção de discordância com a afirmativa, parcial ou total, o que aponta no sentido de que as empresas que executam as obras não costumam entregar o Plano de Gerenciamento. Como mencionado anteriormente na questão que trata da elaboração do Plano na etapa de projeto, este documento é de suma importância para diferentes fases de aplicação de produção mais limpa. Apesar desta importância, foi verificado na seção anterior que este documento não costuma ser elaborado na fase de elaboração de projetos, e também não é usualmente entregue pelas empresas na fase de

execução da obra. Dessa forma, é possível observar um vácuo na elaboração do Plano de Gerenciamento, sendo necessário, portanto, uma atenção maior para este importante aspecto necessário para a aplicação de uma metodologia de produção mais limpa.

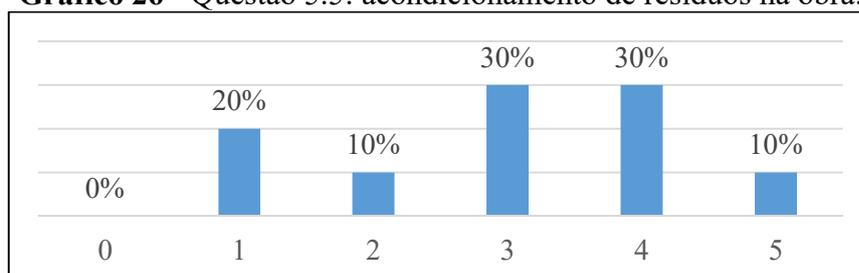
Gráfico 25 - Questão 5.4: entrega de plano de gerenciamento de resíduos pelas empresas.



Fonte: Autoria própria (2022)

Em relação aos espaços nos canteiros de obra destinados ao acondicionamento dos resíduos gerados, é possível verificar que 30% dos participantes não concordam nem discordam da afirmação, ao mesmo tempo que 20% discordam totalmente, 10% discordam, 30% concordam e 10% concordam totalmente. Também pode ser destacado que os resultados mostram que uma maioria (60%) apresenta um entendimento de concordância com a afirmação em diferentes níveis, enquanto uma minoria (30%) apresenta uma compreensão de discordância. Os dados apresentados apresentam uma multiplicidade de percepções, o que pode ser explicado pela diversidade dos tipos de obra realizadas no IFAM, indo desde obras de pequeno porte, por exemplo pequenas reformas, até obras de média e alta complexidade como construção de complexos e *campus*. As informações analisadas apontam no sentido de que nem todas as obras fiscalizadas possuem um acondicionamento nos canteiros adequado para os resíduos gerados. A partir do ponto de vista da produção mais limpa, o acondicionamento correto é utilizado para evitar os desperdícios relacionados à falta de organização do canteiro, além de permitir um processo de segregação mais prático. Deste modo, esta é uma faceta importante da metodologia, que pode ser considerada na etapa de fiscalização de obras.

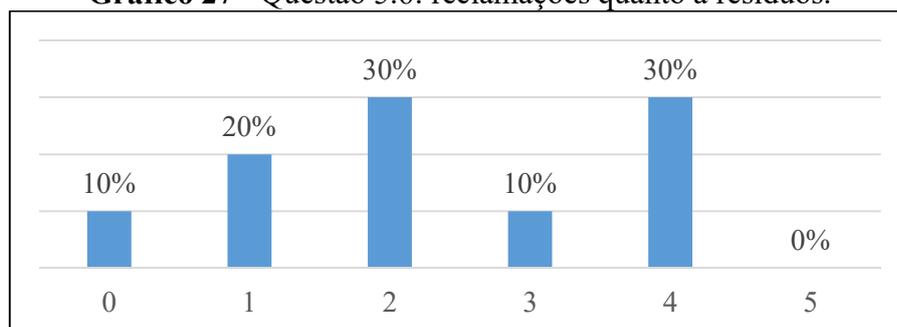
Gráfico 26 - Questão 5.5: acondicionamento de resíduos na obra.



Fonte: Autoria própria (2022)

Relativamente a reclamações quanto à emissão de resíduos ou poeira gerados nas obras, pela comunidade acadêmica ou moradores vizinhos, averiguou-se que 10% dos respondentes não concordam nem discordam da afirmação, ao passo que 10% não sabe responder, 20% discordam totalmente, 30% discordam e 40% estão de acordo. A falta de coincidência entre as perspectivas apresentadas pelos servidores provavelmente se deve, dentre outros fatores, ao fato de alguns *campi* do IFAM terem como áreas vizinhas outras edificações, enquanto outros *campi* não possuem essa particularidade. A porcentagem de concordância com a afirmativa aponta na direção de que os resíduos gerados nas obras incomodam os vizinhos ou a comunidade acadêmica, o que indica um acondicionamento inadequado destes resíduos, oriundo de gerenciamento de resíduos ineficiente. Portanto, pelo prisma da produção mais limpa, o gerenciamento efetivo dos resíduos dos processos produtivos das obras é fundamental para o sucesso na aplicação desta metodologia, sendo necessário incluí-lo na etapa de fiscalização.

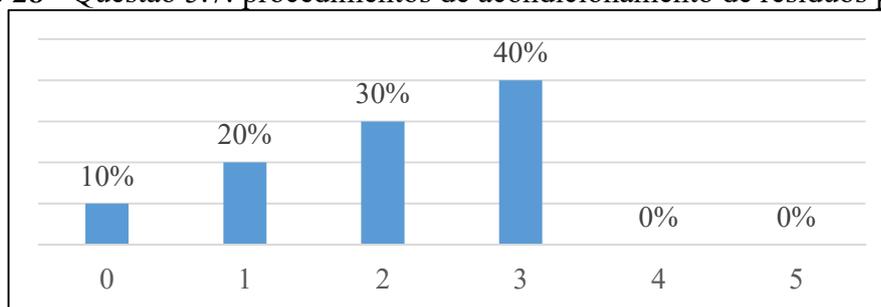
Gráfico 27 - Questão 5.6: reclamações quanto a resíduos.



Fonte: Autoria própria (2022)

A respeito de procedimentos especiais para manuseio, acondicionamento e disposição final de resíduos de construção classificados como perigosos nas obras fiscalizadas, o entendimento dos respondentes aponta que 40% não discordam nem concordam com a afirmativa, 10% não sabem responder, 20% discordam totalmente e 30% discordam. Os resultados apresentados apontam que um total de 50% dos respondentes discorda, total ou parcialmente, da assertiva apresentada na questão, o que sugere que em alguns casos não são empregados procedimentos diferenciado para o gerenciamento de resíduos perigosos, como tintas, solventes, óleos, telhas, materiais com amianto ou outros produtos nocivos. Quanto à produção mais limpa, já foi comentado que o gerenciamento de resíduos, incluindo o manuseio, acondicionamento e disposição final adequados são essenciais para sua plena implementação. Além disso, produtos compostos por matérias-primas perigosas representam uma das principais fontes que originam resíduos e emissões. Portanto, a adoção de procedimentos diferenciados para resíduos perigosos se revela uma necessidade para a aplicação da produção mais limpa.

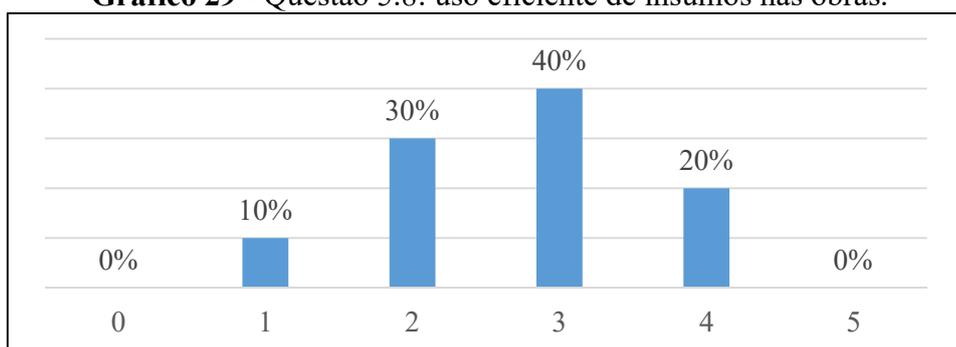
Gráfico 28 - Questão 5.7: procedimentos de acondicionamento de resíduos perigosos.



Fonte: Autoria própria (2022)

Quanto à aplicação de métodos de uso eficiente de insumos como água e energia elétrica nas obras fiscalizadas, os resultados apontam que 40% dos participantes não concordam nem discordam da afirmativa, 10% discordam totalmente, 30% discordam e 20% estão de acordo. Como em questões semelhantes analisadas anteriormente, a distribuição dos resultados aponta para uma diversidade de percepções, oriundas da diversidade dos ambientes organizacionais e dos tipos de obras fiscalizadas. Também é verificado que a utilização eficiente de insumos nas obras não é uma disposição definida explicitamente no contrato e edital da obra fiscalizada, de sorte que essa utilização eficiente depende principalmente de uma atitude diferenciada da empresa que está executando a obra, ou de uma iniciativa pessoal do fiscal. Dessa forma, para uma abordagem de produção mais limpa, a adoção de uso eficiente de insumos resulta na prevenção da geração de resíduos, efluentes e emissões, sendo necessário, portanto, fomentar esta disposição na etapa de fiscalização de obras

Gráfico 29 - Questão 5.8: uso eficiente de insumos nas obras.



Fonte: Autoria própria (2022)

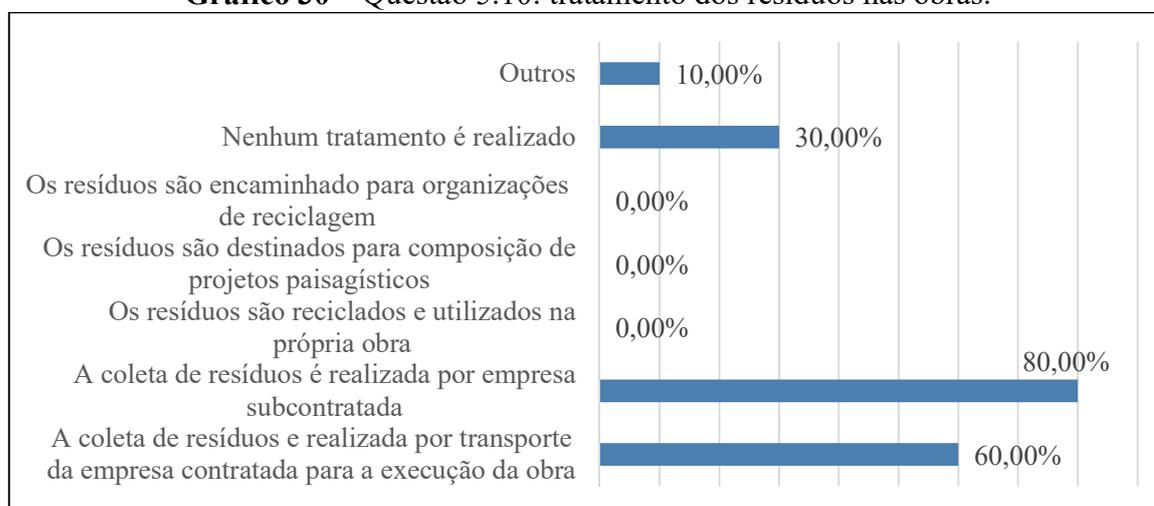
No que se refere às ações preventivas direcionadas a não geração ou minimização da geração de resíduos nas obras fiscalizadas, os participantes apresentaram respostas por extenso que descreveriam estas ações preventivas. No entanto, foi verificado que 80% das respostas foram no sentido de que não são observadas ações preventivas, enquanto que as respostas restantes listaram a reutilização de matéria prima de demolição pelo *campus* e a retirada do entulho da obra. Estas medidas estão mais relacionadas ao nível 3 de aplicação da produção

mais limpa, incluindo a reciclagem externa e disposição final dos resíduos, não respondendo diretamente à questão levantada. Portanto, não houve respostas positivas quanto a esta pergunta.

Finalmente, a questão derradeira da categoria que relaciona a produção mais limpa com a etapa de fiscalização apresenta uma lista de opções que representam formas de tratamento dos resíduos gerados nas obras fiscalizadas. Os resultados mostram que nenhum respondente selecionou as opções que enunciam que os resíduos são reciclados de forma interna na própria obra, que os resíduos são destinados para composição de projetos paisagísticos e nem que os resíduos são encaminhados para organizações de reciclagem. Enquanto isso, 80% dos respondentes assinalaram a opção de os resíduos são coletados por empresa subcontratada, 60% responderam que a coleta de resíduos é realizada por empresa de transporte, 30% escolheram a opção de que nenhum tratamento é realizado nos resíduos e 10% apontaram a opção que alguns resíduos são utilizados pelo *campus* em outros projetos.

Estes dados mostram que algumas opções possíveis para tratamento dos resíduos são descartadas e não utilizadas. Também é possível observar que já são empregadas medidas de produção mais limpa de nível 3 (reciclagem externa), e que a maior transporte dos resíduos para fora da obra é realizado por meio de transporte ou por empresa terceirizada, sem a garantia de que os resíduos transportados receberão o tratamento adequado, conforme foi verificado anteriormente pela falta do Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR). É importante salientar a porcentagem considerável de respostas que afirmam que nenhum tratamento é realizado nos resíduos, o que vai contra uma importante característica da produção mais limpa, no nível 3 de aplicação, que trata da reciclagem externa e da reintegração do resíduo ao ciclo biogênico, sendo necessário, portanto, repensar as soluções para tratamento que são adotadas.

Gráfico 30 – Questão 5.10: tratamento dos resíduos nas obras.

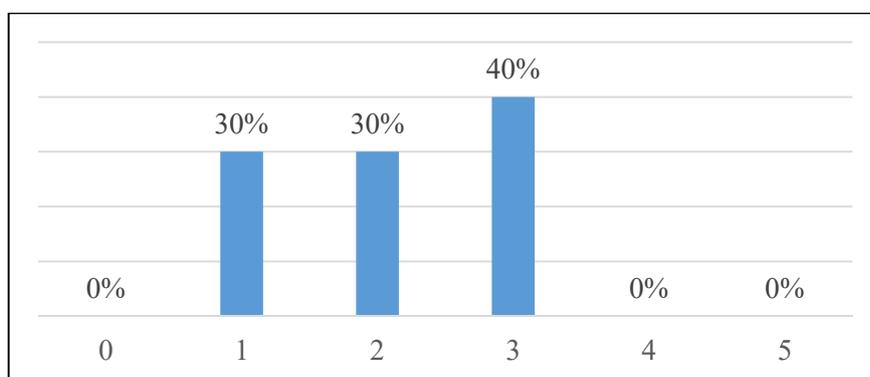


Fonte: Autoria própria (2022)

4.2.6 Produção mais limpa barreiras

No que se refere às barreiras para a aplicação da produção mais limpa, a primeira pergunta apresenta uma afirmativa sobre a resistência a mudanças, por parte dos servidores, para a implementação da metodologia. Foi verificado que 40% dos respondentes não concordam nem discordam da afirmativa, enquanto 30% discordam totalmente e 30% discordam. Estes resultados apontam que a maioria dos participantes (60%) apresenta uma percepção de discordância, seja total ou parcial, mostrando que os servidores podem apresentar uma atitude de aceitação das mudanças propostas por uma metodologia de produção mais limpa. Esses resultados são significativos porque a aplicação da metodologia perpassa por uma série de mudanças e alterações que impactam diretamente as atividades rotineiras dos servidores, como por exemplo as mudanças de nível 1 de redução na fonte, que incluem modificações nos produtos e processos, além de um requerido comprometimento para acompanhamento dos processos e indicadores, medição *in loco* dos resíduos gerados, dentre outras atividades. Portanto, se os servidores demonstrarem uma atitude de abertura às mudanças na proporção que estes dados apontaram, a aplicação da produção mais limpa terá uma probabilidade maior de ser bem-sucedida.

Gráfico 31 - Questão 6.1: resistência à mudança de servidores.

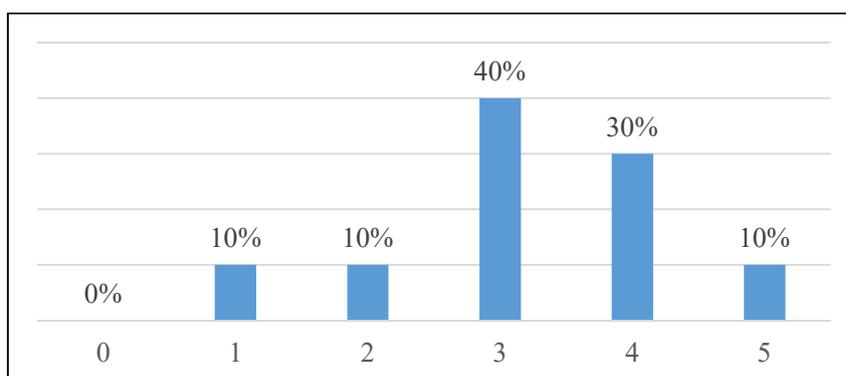


Fonte: Autoria própria (2022)

Quanto ao desinteresse da alta administração para implementação da produção mais limpa, foi constatado que 40% dos participantes não discordam nem concordam com a afirmação, ao passo que 10% dos respondentes discordam totalmente, 10% discordam, 30% concordam e 10% concordam totalmente. Os dados apontam uma falta de compatibilidade entre a percepção dos servidores, em que 20% dos respondentes apresentam uma postura de discordância total ou parcial e 40% mostram uma percepção de concordância parcial ou total, sendo possível explicá-la, dentre outros motivos, pela diversidade de gestores nos diferentes

departamentos que são analisados nesta pesquisa. Sob a perspectiva da produção mais limpa, a percepção que concorda com o desinteresse da alta administração pode tornar a aplicação da metodologia mais desafiadora, uma vez que esta é a etapa identificada como uma das mais difíceis da aplicação metodologia, pois é necessário um comprometimento gerencial grande da organização, sendo fundamental a sensibilização deste segmento para o sucesso do programa. Por outro lado, em análise à parcela menor que discorda com a referida assertiva, é possível destacar que a aplicação da metodologia pode ser posta em prática de modo mais compreensível nos casos em que pode ser observado o interesse da alta administração na implementação da produção mais limpa. Assim, na perspectiva do interesse da alta administração, a aplicação da produção mais limpa poderá se deparar com realidades institucionais que podem tornar mais prática sua aplicação.

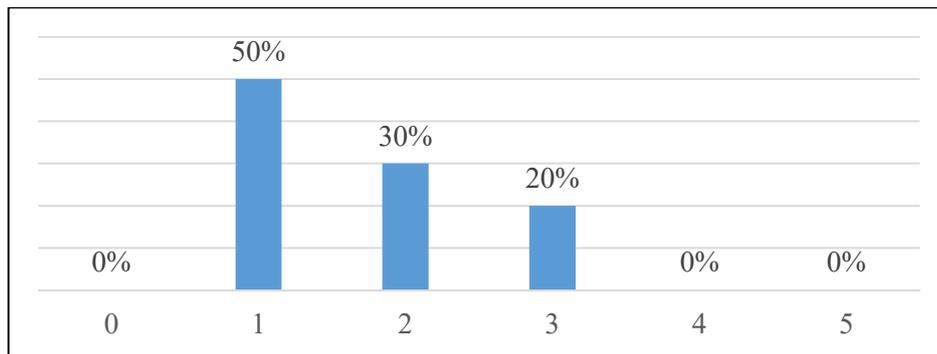
Gráfico 32 - Questão 6.2: desinteresse alta administração.



Fonte: Autoria própria (2022)

No que diz respeito aos servidores possuírem treinamento para aplicar uma metodologia de produção mais limpa, foi observado que 20% dos respondentes não concordam nem discordam da afirmativa, ao passo que 50% discordam totalmente e 20% discordam. Os dados apresentados mostram que ampla maioria dos servidores (80%) apresentam percepção de discordância com a afirmativa, indicando que o nível de conhecimento dos servidores sobre produção mais limpa ainda não é suficiente para a aplicação da metodologia. Estes resultados estão alinhados a outros resultados semelhantes apresentados nesta pesquisa, como a participação em capacitações relacionadas à produção mais limpa e o conceito e nível de utilização da produção mais limpa. Assim, para que a falta de conhecimentos sobre a produção mais limpa não seja uma barreira para a introdução desta metodologia, se faz necessário que os servidores obtenham uma compreensão melhor de como a metodologia funciona, quais as etapas desenvolvidas, quais os agentes envolvidos, dentre outras características, por meio de contato com manuais de produção mais limpa ou da participação em capacitações.

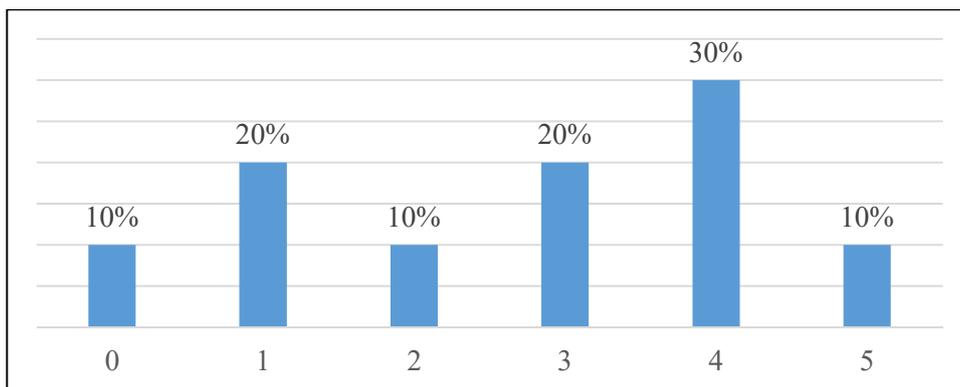
Gráfico 33 - Questão 6.3: treinamento para aplica produção mais limpa.



Fonte: Autoria própria (2022)

Quanto às dificuldades relacionadas à burocracia do serviço público para aplicação de uma metodologia de produção mais limpa, verificou-se que 20% dos respondentes não concordam nem discordam da afirmação, ao passo que 10% não sabem responder, 20% discordam totalmente, 10% discordam, 30% concordam e 10% estão totalmente de acordo. Os resultados apresentados demonstram que há uma discordância na percepção dos servidores, com 30% apresentando opinião de concordância total ou parcial e 40% com ponto de vista de discordância total ou parcial. Como foi verificado anteriormente na seção que trata sobre o mapeamento, os processos possuem uma sequência definida, que perpassa vários departamentos em sucessivas etapas de número relativamente alto. Além disso, os prazos para o trâmite dos processos e as análises realizadas costuma ser alto devido ao volume de atividades que os servidores precisam exercer. Portanto, há uma burocracia associada aos processos, que de certa forma pode influenciar negativamente a aplicação da produção mais limpa. A percepção dividida dos servidores, com 30% apresentando um posicionamento de discordância total ou parcial, e 40% de concordância total ou parcial, sugere que uma parcela dos respondentes entende que o trâmite processual e os prazos de análise não tendem a atrapalhar a metodologia de produção mais limpa, ao mesmo tempo que uma parte entende que estes aspectos burocráticos podem tornar mais difícil a implementação da metodologia. Não obstante, o rito processual é produto da legislação vigente, de forma que alterações no formato do processo são improváveis, sendo necessário considerar os processos existentes como um dado que, *a priori*, não pode ser mudado. Portanto, tomando como base a percepção dos participantes de falta de consenso, não é possível indicar a influência da burocracia como barreira para aplicação da produção mais limpa.

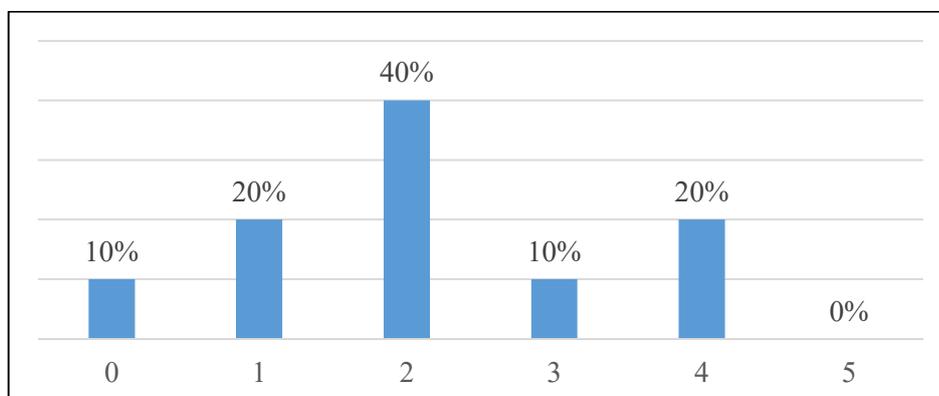
Gráfico 34 - Questão 6.4: influência da burocracia na produção mais limpa.



Fonte: Autoria própria (2022)

Por fim, quantos às limitações legais inerentes ao servidor público limitarem a aplicação de uma metodologia de produção mais limpa, foi constatado que 10% dos servidores não concordam nem discordam da afirmativa, ao passo que 10% não sabem responder, 20% discordam totalmente, 40% discordam e 20% estão de acordo. A maioria dos participantes (60%) apresenta uma postura de discordância total ou parcial, ao mesmo tempo que 20% apresentam uma percepção de concordância. A aplicação da produção mais limpa em atividades desenvolvidas no âmbito do serviço público ainda é um tema pouco desenvolvido na literatura, de sorte que há poucos parâmetros que permitam afirmar se os limites legais limitam ou não a metodologia, sendo esta questão um passo inicial que procura compreender a problemática. Dessa forma, com base no ponto de vista dos servidores participantes, as limitações legais não necessariamente limitam a adoção de uma metodologia de produção mais limpa no âmbito das obras do IFAM.

Gráfico 35 - Questão 6.4: influência da burocracia na produção mais limpa.



Fonte: Autoria própria (2022)

5 PROPOSTA DE METODOLOGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA IFAM

Esta seção tem por objetivo discutir a aplicação da produção mais limpa no contexto das obras do IFAM, tomando como base a caracterização da organização discutida na seção anterior, realizada a partir de modelagem de processos e aplicação de questionário. A metodologia que será analisada é apresentada no manual Produção mais Limpa em Edificações, elaborado pelo SENAI/RS. Em conformidade com a estrutura apresentada no manual, a metodologia será apresentada em subseções divididas em 6 etapas. A primeira etapa é visita técnica, a segunda é o planejamento e organização, a terceira é a pré-avaliação, a quarta e a avaliação, a quinta é o estudo de viabilidade e a sexta é a implementação. Em cada etapa serão discutidos: i) as fases de implementação descritas no referido manual; ii) uma análise da aplicabilidade da metodologia, por meio de uma discussão de como as etapas dispostas no manual se diferenciam dos processos aplicados no IFAM; iii) quais as modificações, adaptações e sugestões necessárias para que a etapa possa implementada no IFAM; e iv) avaliação de como os processos de projeto básico, fiscalização e medição podem ser redesenhados e modificados de forma a agregar a etapa de produção mais limpa no IFAM

5.1 Etapa 1 – Visita Técnica

5.1.1 Descrição manual produção mais limpa

O manual de Produção mais Limpa em Edificações apresenta a etapa de visita técnica como o primeiro passo para a implementação de um programa de produção mais limpa, que consiste em uma pré-sensibilização do público alvo (empresários e gerentes) por meio de uma visita que exponha os casos de aplicação da metodologia bem-sucedidos, ressaltando os benefícios econômicos e ambientais; o reconhecimento da prevenção da geração de resíduos como etapa anterior às opções de fim de tubo; o cumprimento das legislações ambientais por imposição dos órgãos públicos; os custos relacionados à aquisição e manutenção de equipamentos com tecnologia de fim de tubo, dentre outros fatores que sejam relevantes para o público alvo e que permitam a visualização dos benefícios da abordagem de produção mais limpa. O manual enfatiza que o principal objetivo da pré-sensibilização na etapa de visita técnica é que seja alcançado o comprometimento gerencial da empresa, que é um dos pilares da metodologia, sem o qual sua aplicação se torna impossível.

5.1.2 Análise aplicabilidade IFAM

A primeira diferença evidente entre as disposições mostradas no manual e o contexto organizacional do IFAM é o público alvo da pré-sensibilização realizada por meio da visita técnica. Para o caso do manual, que foi elaborado com empresas da iniciativa privada em mente, fica claro que o público alvo são os cargos mais elevados, em nível gerencial, incluindo diretores, empresários, gerentes, dentre outras figuras de relevo no contexto da empresa.

Por outro lado, pela condição de ser uma autarquia federal que faz parte da administração pública, o IFAM não possui equivalentes exatos dos cargos que fazem parte do público alvo da pré-sensibilização. Os cargos da alta administração do IFAM consistem basicamente do reitor, pró-reitores e diretores dos *campi*, que diferem sensivelmente do público alvo da pré-sensibilização da etapa de produção mais limpa da visita técnica. Além disso, os cargos da alta administração do IFAM são eletivos, realizados por meio de processo democrático que conta com a participação da comunidade acadêmica e servidores, com tempos de mandatos determinados por legislação.

Também é importante ressaltar que a modalidade de contratação utilizada para contratação de obras no IFAM é da execução indireta, de forma que os processos relacionados à execução da obra propriamente dita não são realizados pelos servidores, e sim pelas empresas contratadas. Assim, este público alvo também precisa ser considerado na etapa da realização da visita técnica.

Outro ponto que apresenta uma distinção importante é a questão da diferença entre a natureza das organizações. As organizações da iniciativa privada, que são o público-alvo do manual de produção mais limpa, possuem características inerentes como a busca da ampliação da margem de lucros, a competitividade entre os mercados, dentre outros princípios. Por outro lado, o IFAM, como autarquia que faz parte da administração pública, precisa atender a princípios constitucionais, tais como legalidade, economicidade, eficiência, legitimidade, dentre outros, que diferem sensivelmente das características das organizações privadas.

Esta diferença entre a natureza das organizações se reflete, dentre outros fatores, na pré-sensibilização do público alvo descrito no manual: os argumentos utilizados para demonstrar a importância da aplicação de uma metodologia de produção mais limpa no contexto das organizações privadas não têm o mesmo apelo no contexto de uma organização pública. Para citar um exemplo é possível destacar o argumento dos benefícios econômicos relacionados ao custo na aquisição e manutenção de equipamentos de fim de tubo. Para organizações do setor privado, cujo principal motivador é a maximização de lucros, o argumento da redução de custos

e benefícios econômicos se torna premente e tem um apelo considerável; ao passo que para a administração pública não representa, *a priori*, um poder de convencimento tão decisivo, uma vez que o princípio da economicidade, apesar de importante, não sobrepõe aos outros princípios da administração pública, não sendo o fator preponderante para a realização da pré-sensibilização da alta gestão.

Alguns dados obtidos por meio do questionário realizado com os servidores apontam aspectos a serem considerados na etapa de realização da visita técnica. A questão 6.1, que tratou da resistência dos servidores à mudança, aponta que a maioria dos servidores apresenta uma atitude de aceitação às mudanças que uma metodologia de produção mais limpa possa propor, o que denota uma receptividade para a realização da visita técnica e da pré-sensibilização com os servidores.

Ademais, também foi verificado que uma parcela significativa dos servidores participantes da pesquisa apresenta uma atitude positiva quanto à preocupação dos projetistas com os aspectos ambientais (questão 4.1), às mudanças em projeto que visem melhorias ambientais (questão 4.4) e substituição na etapa de projetos de materiais tóxicos ou poluentes (questão 4.5). Todos estes dados apontam no sentido que os servidores que desempenham funções relacionadas a serviços de obras e engenharia já possuem uma sensibilidade no que tange aos aspectos ambientais e de sustentabilidade, o que pode se tornar um ponto de partida proeminente para a realização visita técnica.

Por outro lado, os resultados do questionário também apontam que, segundo a percepção dos respondentes, uma parcela considerável entende que há desinteresse da alta administração para implementação de metodologias de produção mais limpa (questão 6.2). Isso não quer dizer que a aplicação do manual e a realização da visita técnica de pré-sensibilização sejam impossíveis, uma vez que este não é um entendimento da maioria dos respondentes; não obstante, significa que a realização da visita técnica com o objetivo de pré-sensibilizar a alta administração precisa levar em consideração esta percepção negativa dos servidores, apresentando argumentos sólidos de forma clara e convincente, garantindo o comprometimento gerencial para aplicação da produção mais limpa.

Outro elemento que é importante para o contexto organizacional do IFAM é a figura da empresa que irá executar a obra. Como mencionado anteriormente, a execução dos serviços de engenharia se dá de forma indireta, por meio de empresa contratada para a realização da obra. Apesar da empresa executar serviços de engenharia e construção de forma semelhante aos processos descritos no manual de produção mais limpa, os tipos de organização apresentam

diferenças consideráveis: enquanto a empresa da perspectiva do manual de produção mais limpa é diretamente responsável pela execução e participa do processo de forma integral, a empresa na perspectiva do IFAM é contratada somente para a execução, e participa deste processo exclusivamente nos termos do edital e do contrato, de forma a realizar somente as atividades previstas legalmente nestes documentos. Portanto, a sensibilização da empresa executora pode ser realizada, mas as atividades da empresa são limitadas aos dispositivos legais do contrato celebrado. Dessa forma, medidas de controle e fiscalização, que garantam a aplicação da metodologia de produção mais limpa, são mais efetivas do que a realização de uma visita técnica para pré-sensibilização e comprometimento gerencial.

5.1.3 Modificações, sugestões e adaptações

Considerando a análise de aplicabilidade realizada, são sugeridas algumas adaptações, de forma tornar viável, no contexto organizacional do IFAM, a aplicação da metodologia de produção mais limpa descrita no manual Produção mais Limpa em Edificações.

Como foi verificado anteriormente, há uma diferença evidente no público alvo das visitas técnicas que buscam promover a pré-sensibilização e o comprometimento gerencial. Assim, considerando os cargos do IFAM, que não são equivalentes aos cargos considerados no manual de produção mais limpa, é sugerida a realização de três visitas técnicas com três públicos-alvo distintos: a visita técnica com a alta gestão, incluindo reitor, pró-reitores e diretores de *campi*, a visita técnica com os servidores que trabalham com os processos relacionados a obras (engenheiros, arquitetos e técnicos em edificação) e visita técnica com as empresas que irão executar as obras.

A visita técnica realizada tendo como público-alvo a alta gestão tem como principal objetivo conseguir obter o comprometimento gerencial do IFAM em um nível organizacional mais elevado, de forma que os gestores entendam a importância da produção mais limpa e “comprem” da ideia de sua implementação. Seu foco é apresentar a produção mais limpa a um público que, *a priori*, não possui qualquer contato anterior com a temática. Como mencionado anteriormente, os benefícios econômicos, apesar de importantes, não são o principal foco da instituição. Portanto, outros aspectos da produção mais limpa devem ser enfatizados no decorrer desta visita técnica, sendo sugeridos os seguintes tópicos para serem abordados:

- Apresentação do contexto geral da produção mais limpa, incluindo seus benefícios ambientais e suas diferenças com as tecnologias de fim de tubo;

- Mostrar os aspectos legais da legislação vigente relacionados à produção mais limpa e o gerenciamento dos resíduos de obra, incluindo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a Resolução CONAMA Nº 307, que trata dos procedimentos para gestão de resíduos da construção civil;

- Demonstrar a sinergia existente entre a produção mais limpa e os princípios da Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P);

Assim, estes tópicos apresentam argumentos que procuram persuadir a alta administração sobre a importância da produção mais limpa, sobretudo no que se refere aos dispositivos legais, demonstrando que se trata de uma metodologia alinhada com as legislações específicas, e que o IFAM pode receber vários benefícios a partir da sua aplicação. Vale ressaltar que, devido ao fato de os cargos da alta gestão serem eletivos, os tempos de mandato são determinados e transitórios. Portanto, dada a transitoriedade destes cargos, será necessária a realização de novas visitas técnicas para a sensibilização dos servidores que fazem parte da alta administração.

A outra visita técnica realizada tem os servidores técnicos do IFAM (engenheiros, arquitetos, técnicos em edificações) como público-alvo. Estes servidores são os principais responsáveis pelos processos relacionados à elaboração do projeto básico, fiscalização de obras e realização de medições. Portanto, é importante que a produção mais limpa seja apresentada a estes servidores de forma prática e contextualizada com as atividades que eles realizam. Assim, são sugeridos os seguintes tópicos para serem tratados na visita técnica:

- Apresentação da metodologia de produção mais limpa em um contexto mais prático, relacionando diretamente a aplicação da metodologia com o setor de construção;

- Mostrar exemplos práticos, que estão presentes no manual estudado, de estudos de caso que demonstram a aplicação da produção mais limpa no contexto da construção civil, apresentando uma descrição, os indicadores e benefícios econômicos e ambientais resultantes da implementação da metodologia;

- Utilizar exemplos práticos que relacionem a produção mais limpa com as atividades realizadas no dia a dia dos servidores, como por exemplo nos processos de fiscalização, incluindo a cobrança do Manifesto de Transporte e Resíduos e Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos que, como verificado nas questões 5.3 e 5.4, não costumam ser solicitados pelos fiscais para as empresas que executam a obra.

Dessa forma, espera-se que os argumentos apresentados na visita técnica destinada aos servidores sejam convincentes e permitam uma sensibilização que resulte no comprometimento destes importantes agentes, demonstrando que a produção mais limpa pode ser efetivamente aplicada no contexto das atividades desenvolvidas por estes servidores, e que esta aplicação pode acarretar em benefícios diretos, incluindo redução dos resíduos gerados na obra, dentre outros benefícios.

Por último, a visita técnica para pré-sensibilização realizada com a empresa executora apresenta algumas diferenças em relação às visitas descritas anteriormente. Devido à diferença entre as organizações da iniciativa privada e da administração pública, os argumentos utilizados para garantir o comprometimento gerencial da empresa executora são diferentes dos argumentos utilizados na visita técnica realizada com servidores do IFAM. Como analisado previamente, a empresa executa a obra no regime jurídico de contratação indireta, participando deste processo de forma restrita aos aspectos legais do contrato e do edital. Portanto, não faz sentido falar em visita técnica de pré-sensibilização para comprometimento quando a empresa executora tem suas atividades restringidas aos aspectos legais. Por outro lado, como será verificado mais detalhadamente nas etapas posteriores, a empresa executora pode auxiliar na identificação de oportunidades para implementar medidas de produção mais limpa, devido à sua *expertise* atuando diretamente na execução da obra. Assim, considerando estas características, são sugeridos os tópicos a seguir para serem discutidos na realização da visita técnica com a empresa executora:

- Apresentação geral da metodologia de produção mais limpa, de forma prática e contextualizada com as atividades relacionadas à construção civil, dando ênfase no aumento da eficiência, redução de desperdícios e dos benefícios econômicos decorrentes;
- Mostrar os aspectos legais do contrato, edital e projeto básico que estejam relacionados ao cumprimento da produção mais limpa (como, por exemplo, a obrigação contratual de manter a organização do canteiro de obras para diminuir desperdício de materiais e insumos, relacionado à etapa do *housekeeping*, no nível 1;
- Discutir como as oportunidades de melhorias e aplicação de medidas de produção mais limpa podem ser identificadas durante a execução das obras e repassadas para a análise do ecotime.

Dessa forma, é esperado que a empresa executora também faça parte do público-alvo da realização da visita técnica de pré-sensibilização, e que os argumentos abordados permitam que a empresa conheça os aspectos gerais da metodologia, compreenda como identificar oportunidades de melhorias e aplicação de medidas de produção mais limpa durante a execução das obras e também fique a par das obrigações contratuais relacionadas à implementação da metodologia.

Vale a pena ressaltar que as visitas técnicas que incluem como público-alvo a alta administração e os servidores técnicos do IFAM podem ser realizadas em amplo espaço de tempo, não estando necessariamente atreladas a algum processo específico, sendo necessárias apenas considerações sobre a logística para sua realização, uma vez que as distâncias entre os *campi* são grandes e as opções de modais de transporte são reduzidas. Por outro lado, a realização da visita técnica com a empresa executora só pode ser realizada após a conclusão do processo de licitação, a partir do qual emerge a empresa vencedora que irá executar a obra.

5.1.4 Modificação e redesenho do processo

A visita técnica para a pré-sensibilização dos servidores se trata de uma etapa preliminar da metodologia de produção mais limpa, de forma que pode ser realizada antes dos processos apresentados nesta pesquisa (projeto básico, fiscalização e medição). A visita técnica realizada com a empresa executora pode ser realizada entre a finalização do processo de licitação e início do processo de fiscalização. Portanto, a realização das visitas técnicas não impacta diretamente nenhum processo analisado nesta pesquisa, de forma que não são necessárias modificações ou redesenho destes processos.

5.2 Etapa 2 – Planejamento e Organização

5.2.1 Descrição manual produção mais limpa

O manual de Produção mais Limpa em Edificações apresenta a etapa seguinte para a implementação de um programa de produção mais limpa. Nesta etapa, é considerado que o comprometimento gerencial, a partir da sensibilização, já foi estabelecido na etapa anterior, uma vez que a obtenção de resultados consistentes do programa depende de forma decisiva desse comprometimento.

São identificadas nesta etapa as barreiras que possam dificultar o desenvolvimento e a implementação do programa, sendo essencial identifica-las na etapa de planejamento e organização. Também são verificadas soluções adequadas para que estas barreiras sejam sanadas e superadas.

É estabelecida, em seguida, a amplitude que o programa de produção mais limpa terá no contexto da empresa, sendo necessário definir, em conjunto com a direção, a abrangência do programa: se incluirá toda a empresa, se será iniciado em determinado setor crítico, dentre outras questões.

Por conseguinte, é realizada a formação do ecotime, que consiste em um grupo de trabalho composto por profissionais da empresa, tendo como objetivo conduzir a implementação do programa de produção mais limpa, incluindo a realização do diagnóstico, a implantação do programa, a identificação de oportunidades e implementação de medidas de produção mais limpa, o monitoramento e a continuidade do programa. No caso específico da indústria de construção, o manual cita como exemplo da formação do ecotime um grupo de profissionais, incluindo engenheiro de obra, mestre de obra, comprador da empresa, estagiário e consultor.

5.2.2 Análise aplicabilidade IFAM

A principal diferença verificada nesta etapa, entre o contexto de aplicação do manual e a realidade organizacional do IFAM, é a formação do ecotime, decorrente do regime jurídico de contratação indireta empregado na execução de obras do IFAM. Como foi verificado na etapa anterior, a participação da empresa executora nos processos do IFAM se resume a execução do objeto nos termos legais do contrato e do edital, com os servidores do IFAM sendo os responsáveis pela fiscalização e controle da empresa executora. Ao passo que, no contexto apresentado no manual, a própria empresa é a principal interessada no processo como um todo, além de realizar todos os procedimentos para a execução da obra de forma integral. Assim, dessa considerável diferença decorre que a formação do ecotime no contexto organizacional do IFAM não pode seguir as mesmas orientações dispostas no manual, sendo necessária a análise de formas de incorporar os servidores técnicos, os servidores locais, os profissionais terceirizados e a empresa executora na composição de um ecotime.

O manual de produção mais limpa também cita o perfil dos profissionais que costumam compor a equipe do ecotime, incluindo engenheiro, mestre de obra, compradores, apontadores, dentre outros. No contexto do IFAM, os resultados obtidos por meio do questionário, na questão

1.1 que trata da formação acadêmica dos servidores, apontam que 70% dos servidores possuem graduação em engenharia civil, 20% técnicos em edificações e 10% em arquitetura, além de alguns servidores também terem pós-graduação nos níveis *latu sensu* e *stricto sensu*. Assim, apesar de não haver uma lista de servidores que se enquadre perfeitamente no modelo apresentado no manual, é possível afirmar que os servidores do IFAM possuem as atribuições necessárias para compor a formação de um ecotime na instituição.

Outro ponto que corrobora com a capacidade dos servidores em fazer parte do ecotime são os dados apresentados no questionário, na questão 1.2 que trata do tempo de atuação dos servidores no IFAM. Os resultados apontam que 50% dos servidores atuam no IFAM de 2 a 5 anos, enquanto 30% atuam de 6 a 10 anos e 20% de 11 a 15 anos. Estes dados indicam que os servidores possuem experiência técnica e profissional necessárias para atuar no ecotime, além de possuir o conhecimento do contexto organizacional do IFAM e dos procedimentos internos da instituição, de modo a viabilizar a realização das funções do ecotime, como a realização do diagnóstico dos procedimentos da organização e a identificação das barreiras organizacionais que podem dificultar a implementação do programa.

Não obstante a formação acadêmica e experiência técnico-profissional adequadas dos servidores para a formação do ecotime, ainda é verificado que alguns dos profissionais citados no manual como exemplo de formação para o ecotime não fazem parte do quadro de servidores do IFAM, como mestre de obras, consultor, etc. Estes são profissionais que fazem parte do quadro efetivo da empresa que executa a obra e estão diretamente relacionados à concretização da obra propriamente dita, não fazendo parte do rol de servidores do IFAM disponíveis para a composição do ecotime.

Outro ponto que merece consideração na formação do ecotime é a disponibilidade de servidores técnicos disponíveis para compor o grupo de trabalho nos *campi* IFAM do interior. A questão 2.1, que trata da quantidade de servidores técnicos, aponta que 30% dos departamentos que tratam de obras possuem até 3 servidores. Esses números se referem aos departamentos localizados nas unidades do IFAM nos municípios do interior, e refletem a concentração maior de servidores técnicos na capital. Este fator pode tornar a formação dos ecotimes mais limitada, uma vez que a quantidade de servidores disponíveis para compor os grupos de trabalhos nos *campi* do interior será menor, ao passo que há mais *campi* IFAM no interior do estado do que na capital. Dessa forma, há uma discrepância entre oferta e demanda de servidores técnicos para formação do ecotime.

O questionário realizado também permitiu analisar informações acerca do nível de conhecimento dos servidores sobre a metodologia de produção mais limpa. Estas informações são importantes para a discussão sobre a formação do ecotime porque o conhecimento sobre o programa e suas aplicações são essenciais para os servidores que irão compor o grupo de trabalho. Assim, os dados levantados na questão 3.1, que trata sobre o nível de conhecimento dos servidores sobre a produção mais limpa, apontam que 50% dos participantes não possuem qualquer conhecimento prévio sobre a produção mais limpa. Além disso, na questão 1.4, que trata da participação dos servidores em capacitação relacionada à produção mais limpa, é verificado que a ampla maioria (90%) nunca realizou qualquer tipo de treinamento relacionado a esta temática. Portanto, é preciso uma consideração maior sobre o nível de conhecimento dos servidores do programa de produção mais limpa, de modo que a formação dos ecotimes possa ser realizada.

No que se refere às barreiras para a implantação do programa de produção mais limpa, o manual analisado não apresenta uma listagem exaustiva dos obstáculos usuais na indústria da construção, sendo dado um enfoque maior nas barreiras e dificuldades relacionadas ao comprometimento gerencial, motivação, participação, cobrança, providência dos meios, além da dificuldade de as empresas possuírem os dados e informações sobre seus processos e produtos.

Apesar das referidas diferenças no aspecto organizacional das empresas, o IFAM compartilha algumas das mesmas barreiras e dificuldades das organizações da iniciativa privada, além de também apresenta algumas barreiras adicionais, resultantes das suas características próprias de autarquia federal. É verificado no IFAM o desafio do comprometimento gerencial, tanto da alta administração quanto dos servidores, que são agentes essenciais para que a implementação do programa de produção mais limpa ocorra. Também são constatados desafios relacionados ao nível de conhecimento sobre produção mais limpa, por parte dos servidores técnicos, da mesma forma que há barreiras no que se refere à burocracia dos processos internos do IFAM e das limitações legais inerentes às organizações que fazem parte do serviço público. Valem ressaltar que, à medida que o ecotime estiver composto e iniciar suas atividades práticas de diagnóstico de produção mais limpa, é provável que surjam barreiras e dificuldades não consideradas na pesquisa, que devem ser identificadas e analisadas pelo ecotime.

5.2.3 Modificações, sugestões e adaptações

Tendo em vista as observações relacionadas a aplicação do programa de produção mais limpa no contexto do IFAM, são sugeridas algumas modificações de forma a tornar viável a implementação da metodologia descrita no manual adotado.

Devido ao contexto descentralizado do IFAM, no qual há vários *campi* espalhados pelo interior do estado, há vários departamentos que desempenham funções relacionados às obras espalhados nos municípios do interior, de forma que não há uma centralização das informações importantes para a condução das atividades do ecotime, tais como o volume de resíduos gerados nas obras, a quantidade de insumos utilizados nos processos produtivos, dentre outros elementos relevantes para a metodologia de produção mais limpa. Assim, dada esta particularidade do IFAM, é necessário que estas importantes informações sejam reunidas de alguma forma e se tornem acessíveis para as equipes dos ecotimes.

Para que a esta barreira seja sanada, é sugerido que as informações necessárias para o ecotime estejam concentradas na figura de um único servidor ou departamento, que presidirá a formação do ecotime. Para tanto, foi verificado no questionário realizado, na questão 2.3, que trata do responsável pela gestão ambiental em obras, que a estrutura organizacional do IFAM não possui nem departamento nem responsável específico com estas atribuições. Apesar disso, algumas respostas ressaltam que faz parte das intenções da alta gestão estabelecer um departamento específico para tratar da gestão ambiental, sendo necessários ainda o planejamento e deliberação sobre o caso pelos gestores do conselho do IFAM. Assim, as discussões sobre este futuro departamento a ser estabelecido podem incluir as atribuições de coordenação e funções do ecotime, de forma a centralizar as informações necessárias para a aplicação do programa de produção mais limpa.

Enquanto este departamento ainda não for inserido na estrutura organizacional do IFAM, se faz necessária a presença provisória de um coordenador dos ecotimes, que terá a atribuição de integrar os ecotimes de cada *campus* e conduzir os procedimentos do manual de produção mais limpa, tais como reuniões para a realização dos diagnósticos, identificação de oportunidades, dentre outros encargos. Assim, são sugeridas a criação de ecotimes inseridos nos departamentos dos *campi* responsáveis pelas obras de cada unidade, com as atribuições de realizar diagnósticos, implantar o programa, identificar oportunidades de inserir medidas de produção mais limpa, monitorar e dar continuidade ao programa. Também é sugerida a inserção do coordenador dos ecotimes na estrutura organizacional do IFAM, com a função de coordenar

o processo de implementação do programa, concentrar as informações indicadores, integrar e permitir a troca de informações entre os diferentes ecotimes, dentre outras funções.

Como verificado anteriormente, a formação do ecotime não pode ser exatamente a mesma descrita no manual de produção mais limpa, uma vez que os profissionais listados neste manual não fazem parte da estrutura organizacional do IFAM. Portanto, para a composição do ecotime, é sugerido que sejam escolhidos os servidores técnicos, que possuam formação relacionada à área de construção civil, e que apresentem em suas atribuições atividades relacionadas às obras do IFAM.

Levando em consideração que para cada obra há uma comissão de fiscalização composta por três servidores, que acompanham o andamento da obra, realizando o controle do cronograma físico-financeiro e a supervisão dos processos de construção empregados, deve ser dada preferência de que pelo menos um destes membros da comissão façam parte do ecotime. Este membro pode trazer contribuições importantes no que se refere ao diagnóstico das atividades, levantamento dos dados quantitativos de entrada e saída, sugestões de modificação do processo, dentre outras atividades, uma vez que sua participação na comissão de fiscalização o ajuda a ter uma compreensão adequada dos procedimentos produtivos e dos processos realizados.

Ainda assim, nem todos os *campi* do IFAM possuem servidores técnicos que podem realizar estas funções no contexto do ecotime, uma vez que a maior concentração destes servidores ocorre na capital do estado, de forma que podem faltar servidores técnicos para compor os ecotimes nos municípios do interior. Para contornar este problema, é sugerido que os servidores locais também façam parte do ecotime nos *campi* dos municípios do interior. Mesmo sem conhecimentos profundos sobre a temática de construção civil, estes servidores podem contribuir na composição do ecotime, sob orientação dos servidores técnicos e do coordenador dos ecotimes, desenvolvendo atividades *in loco*, no canteiro de obras, uma vez que os servidores técnicos não poderiam realizar devido às distâncias de deslocamento. Assim, os servidores locais podem desenvolver atividades *in loco*, tais como verificação dos dados de armazenamento e acondicionamento de materiais e insumos; medição e quantificação das saídas, tais como resíduos, efluentes e emissões; dados da situação ambiental da empresa, dentre outras atribuições que requerem a presença do membro do ecotime na obra.

Para o estabelecimento do ecotime no IFAM, considerando a necessidade de comunicação e formalização dos atos da administração pública, é recomendado que a nomeação dos servidores que farão parte do grupo de trabalho seja realizada por meio de ordem de serviço

emitida pelo gabinete da reitoria, de forma semelhante ao procedimento já realizado no IFAM para o estabelecimento das comissões de fiscalização de obras.

Assim, o procedimento sugerido para determinação da equipe do trabalho pode ser sintetizado da seguinte forma: é emitida a ordem de serviço numerada, com a data da expedição do documento, designando os servidores que farão parte da formação do ecotime, descrevendo o nome completo dos servidores, sua lotação e qual função terão no grupo. É recomendado também que, além dos membros titulares do ecotime, sejam nomeados membros suplentes, de forma que, caso haja alguma razão para que um dos servidores titulares esteja impossibilitado de desempenhar suas funções (licença médica, férias, etc.), outro membro suplente possa assumir o andamento dos trabalhos juntamente com a comissão.

Devido à impossibilidade de que prestadores de serviços terceirizados sejam nomeados para a composição da comissão de fiscalização de obras, dado o evidente conflito de interesses que possa advir desta situação, é pressuposto que sua nomeação também não possa ser realizada para a composição da equipe de trabalho do ecotime. Portanto, a composição da comissão incluíra exclusivamente os servidores com formação técnica e os servidores locais.

Não obstante, essa restrição quanto à nomeação não impede que os colaboradores de empresas terceirizadas colaborem com as atividades desenvolvidas pelo ecotime e com a implementação do programa de produção mais limpa. Como verificado anteriormente, o IFAM costuma contratar empresas terceirizadas para realizar a fiscalização de obras que apresentem dificuldades logísticas para acesso, com o fiscal terceirizado realizando uma fiscalização diária *in loco*, no canteiro de obras. Esta presença diária na obra é imprescindível para o acompanhamento das atividades, e também pode ser utilizada em favor da implementação da produção mais limpa: o servidor local, no desempenho das funções relacionadas ao ecotime (quantificação de materiais, medição de insumos, etc.) pode ser auxiliado pela fiscalização terceirizada, que pode fornecer instruções técnicas na realização destas atividades e tornar o trabalho da equipe do ecotime mais dinâmico e produtivo.

De maneira semelhante, os funcionários da empresa contratada para executar a obra não podem ser nomeados para compor o ecotime, pela mesma razão relacionada ao conflito de interesses que resulta desta situação. Entretanto, estes funcionários podem contribuir para as atividades da equipe de trabalho do ecotime e para implementação da produção mais limpa. Como verificando anteriormente na etapa 1, foi sugerida a realização de visita técnica com a empresa executora, que apresente a metodologia de produção mais limpa e discuta os benefícios econômicos as oportunidades e melhorias, com o objetivo de uma sensibilização da empresa.

Dessa forma, mesmo que os funcionários da empresa executora não façam parte formalmente da composição do ecotime, os canais de comunicação entre a empresa e a equipe de trabalho devem estar sempre abertos para que a empresa possa contribuir para a implantação do programa de produção mais limpa por meio do seu *know-how* dos processos construtivos, sugerindo modificações nos processos, identificando oportunidades de melhorias, dentre outras possíveis recomendações.

Outra das principais atribuições do ecotime está relacionada à identificação das barreiras relacionadas à implementação do programa de produção mais limpa, com a proposta de soluções adequadas para que sejam sanadas. Os obstáculos apontados nesta pesquisa, que também foram inseridos no questionário, podem servir de pontapé inicial para as discussões do ecotime sobre as dificuldades do programa, sendo necessária uma análise mais abrangente pela equipe de trabalho para complementar a lista de barreiras e propor respostas adequadas.

Para a solução das barreiras identificadas nesta pesquisa são propostas algumas medidas e adaptações que visam tornar mais exequível a implantação do programa de produção mais limpa. No que se refere às barreiras de resistência dos servidores às mudanças do programa, é proposto que a realização da visita técnica sensibilize os servidores quanto à necessidade de aumentar a eficiência dos processos produtivos e reduzir os resíduos gerados, de forma que os servidores entendam que as mudanças são em prol de um bem maior e tenham uma atitude mais aberta em relação às melhorias. De forma semelhante, a visita técnica com os gestores que fazem parte da alta administração também tem como objetivo principal vencer a barreira do desinteresse pelo programa, de forma que seja obtido o comprometimento gerencial, garantindo a motivação, participação, meios, dentre outros aspectos importantes para o sucesso do programa.

A barreira relativa à falta de conhecimentos dos servidores sobre a temática da produção mais limpa pode ser sanada a partir da ação do ecotime, que pode funcionar como um propagador do programa com outros servidores. A partir de um treinamento prévio com uma parte da equipe do ecotime, podem ser realizadas comunicações e troca de informações entre os servidores, de modo que as práticas de produção mais limpa possam ser disseminadas nas obras do IFAM como um todo. No que se refere às barreiras relativas à burocracia e restrições legais, ainda há poucos parâmetros na literatura para que seja afirmado que a produção mais limpa é mais limitada no âmbito da administração pública. No entanto, é evidente que uma burocracia exacerbada, com prazos para trâmites processuais muito extensos pode prejudicar a implementação da produção mais limpa, sendo necessário um estudo mais aprofundado dos

processos relativos à obras e construção para que os gargalos e dificuldades sejam contornados, propondo uma modelagem *to be* do processo, que permita a otimização das atividades nos ditames da legislação vigente. Esta modalidade de modelagem de processos foge ao escopo da presente pesquisa; mas a modelagem *as is*, realizada anteriormente no capítulo referente a caracterização do IFAM, pode ser utilizada como base para que o ecotime realize esta avaliação dos processos

5.2.4 Modificação e redesenho do processo

A nomeação da equipe do ecotime só faz sentido a partir do momento que o projeto básico recebeu a aprovação da PROPLAD, possui as informações preliminares elencadas no relatório situacional, foi objeto do Estudo Técnico Preliminar e recebeu um parecer favorável quanto à viabilidade técnica. A partir deste ponto, antes que o Departamento de Infraestrutura (DINFRA) inicie a elaboração do projeto básico propriamente dito, pode ser realizada a nomeação dos servidores que irão compor a comissão do ecotime. As ações práticas realizadas pelo ecotime no decorrer da obra, tais como a medição dos insumos de entrada e resíduos de saída, podem ser realizadas na etapa de fiscalização, durante a visita semanal à obra, ou por meio da comunicação com servidor fiscal local ou com o fiscal terceirizado. Dessa forma, a elaboração do projeto básico e a fiscalização das obras *as is* podem ser remodelados de forma a incluir estes processos adicionais do programa de produção mais limpa. O processo remodelado será incluindo ao final deste capítulo, apresentando de forma integral as mudanças aqui propostas.

5.3 Etapa 3 – Pré-avaliação

5.3.1 Descrição manual produção mais limpa

A etapa 3 do manual de produção mais limpa trata do Fluxograma do Processo Produtivo, da realização do diagnóstico ambiental e do processo de seleção do foco de avaliação.

Uma análise pormenorizada do fluxograma do processo permite que seja visualizado e definido o fluxo qualitativos das matérias-primas, água, energia e produtos auxiliares no processo produtivo, além da visualização de quais tipos de resíduos, efluentes, substâncias,

emissões e calor residual são gerados durante o processo. Dessa forma, o fluxograma funciona como uma ferramenta para obtenção dos dados necessários para a composição de uma estratégia de minimização da geração de resíduos, efluentes e emissões.

Com o levantamento do fluxograma do processo produtivo da empresa levantado, o grupo de trabalho do ecotime irá realizar o levantamento de dados quantitativos, ambientais e de produção existentes, por meio de fontes de informações já disponíveis. Para o caso de quantitativos de materiais e insumos, podem ser utilizadas estimativas do setor de compras, cálculo de materiais para orçamento, dentre outras aferições.

O levantamento dos dados quantitativos deve incluir a quantificação das entradas (matérias-primas, água, energia e outros insumos), dando um maior enfoque para água e energia, sem que sejam detalhadas por etapa do fluxograma; a quantificação de saídas (resíduos, efluentes, emissões, subprodutos e produtos), mas sem que sejam detalhados por etapa do fluxograma; os dados da situação ambiental da empresa; e os dados referentes à estocagem, armazenamento e acondicionamento.

Com as informações do diagnóstico ambiental e a planilha de aspectos ambientais e impactos devidamente preenchida, é selecionado, dentre todas as atividades e operações da empresa, o foco de trabalho. Estes dados são analisados levando em consideração os regulamentos legais, o quantitativo de resíduos gerados, a toxicidade dos resíduos, além dos custos envolvidos.

No setor da construção civil, o foco da avaliação está usualmente relacionado aos itens onde tradicionalmente ocorrem as maiores perdas e que, por conseguinte, geram um volume maior de resíduos. Dentre estes itens e serviços, é possível destacar bloco, madeira, cerâmica, argamassas, dentre outros.

5.3.2 Análise aplicabilidade IFAM

A primeira consideração sobre a aplicabilidade da etapa de pré-avaliação do programa de produção mais limpa no contexto do organizacional desta pesquisa é que o IFAM não possui em seus registros e documentos o fluxograma do processo produtivo, nem o fluxograma qualitativo nem o quantitativo, de forma que o preenchimento das tabelas subsequentes de matérias-primas, insumos e auxiliares, subprodutos, resíduos, efluentes e emissões, que fazem parte do diagnóstico ambiental, não pode ser realizado.

Outro ponto que merece ressalvas é que, como discutido anteriormente, as obras do IFAM são executadas de forma indireta pelas empresas executoras contratadas. Disto resulta que,

para cada obra a ser realizada nos diferentes *campi* do IFAM, empresas diferentes se sagram vencedoras do processo licitatório. Assim, há uma grande variedade de empresas que prestam serviços de engenharia para o IFAM, incluindo diferenças no porte das empresas, nas especializações, nos tipos de profissionais que fazem parte do seu quadro, dentre outras dessemelhanças.

Para a aplicação do programa de produção mais limpa, essa variabilidade implica em possíveis diferenças nos processos produtivos de cada empresa, de forma que pode haver discrepâncias, qualitativas e quantitativas, entre os fluxogramas dos processos produtivos das empresas. A título de exemplo é possível citar a produção de concreto para obras: algumas empresas realizam um processo manual da mistura do cimento, água e agregados miúdo e graúdo, que resulta no concreto “virado” manualmente; ao mesmo tempo que outras empresas empregam betoneiras mecânicas para realizar o processo de mistura dos insumos, havendo um consumo de energia elétrica maior do que as empresas que realizam o processo manual. Neste caso, existem diferenças tanto qualitativas (emprego de betoneira mecânica) quanto quantitativas (kWh de energia elétrica da betoneira mecânica).

Ainda sobre a análise dos processos produtivos, é possível verificar que o ecotime poderá não ter todas as informações necessárias para o preenchimento dos fluxogramas qualitativos e quantitativos dos processos produtivos nas etapas preliminares de planejamento do projeto básico. As informações referentes aos quantitativos de saída só podem ser obtidas de maneira empírica e experimental, sendo necessária a realização de medições *in loco*, no canteiro de obras, de forma a determinar os volumes dos resíduos sólidos, efluentes, emissões, calor residual, etc., resultantes dos processos produtivos realizados. Assim, o ecotime precisará discutir maneiras de realizar estimativas dos quantitativos de saída dos processos produtivos, de modo que a realização do diagnóstico ambiental para definir o foco de trabalho seja possível no contexto organizacional do IFAM.

Em relação ao foco de aplicação do programa de metodologia de produção mais limpa descrito no manual, também é possível debater algumas diferenças com o contexto de obras do IFAM. Diferentemente da situação considerada no manual, na qual a empresa é o elemento integral da aplicação mais limpa, o contexto desta pesquisa considera a relação entre dois agentes, o IFAM e a empresa executora, para a implementação do programa de produção mais limpa. Estes dois agentes possuem responsabilidades diferentes para que a realização da obra se concretize: enquanto o IFAM tem o dever legal de realizar o planejamento, a elaboração do

projeto básico, a fiscalização e os pagamentos pelo serviço, a empresa tem o dever de executar propriamente a obra, conforme as diretrizes do projeto básico e da fiscalização.

Daí se depreende que a empresa executora tenha naturalmente um conhecimento mais apurado de seus próprios processos produtivos, uma vez que este é o *metier* no qual a empresa se especializou e foi contratada para realizar. Portanto, este conhecimento deve ser utilizado de forma produtiva pelo ecotime do IFAM, de modo que seja possível coletar os dados qualitativos e quantitativos necessários para o preenchimento do fluxograma qualitativo e quantitativo do processo produtivo e da seleção do foco de avaliação.

As limitações relacionadas à utilização das informações obtidas por meio da empresa executora se dão devido fluxo temporal dos processos adotados pelo IFAM analisados nesta pesquisa, mais particularmente os processos de projeto básico e fiscalização: a empresa executora só é contratada após a finalização do projeto básico e do processo licitatório, e antes da realização do processo de fiscalização. Portanto, as eventuais contribuições que a empresa executora possa realizar para que o ecotime elabore o fluxograma do processo produtivo e realize a pré-avaliação só podem acontecer, cronologicamente, após o início da obra, o que acaba limitando o acesso aos dados necessários para implementação do programa.

Alguns dos dados desta pesquisa, obtidos por meio da realização do questionário com servidores, apontam alguns pontos relacionados à realização da pré-avaliação de produção mais limpa. O primeiro aspecto está relacionado ao fluxograma quantitativo do processo produtivo, mais particularmente a medição dos resíduos gerados nestes processos. Na questão 5.2, que trata da medição do volume de resíduos de construção civil (RCC) gerado no decorrer da obra, foi constatado que a maioria dos servidores não executa estas medições, de forma que o volume dos resíduos gerados na execução das obras não é conhecido. Este é um ponto importante para o programa de produção mais limpa, visto que os dados do volume de resíduos e emissões gerados vão embasar todo o diagnóstico ambiental, a planilha de aspectos e impactos e a seleção do foco de avaliação, além de, conseqüentemente, todas as etapas posteriores da metodologia. Portanto, visando a implementação do programa de produção mais limpa, a medição dos resíduos deve ser incorporada na rotina dos servidores fiscais e membros do ecotime.

Outro ponto importante para a etapa de pré-avaliação, relacionado à estocagem, armazenamento e acondicionamento, é discutido no questionário. As questões 5.1, 5.5, 5.6 e 5.7, que tratam respectivamente da organização, limpeza, segurança e *housekeeping* do canteiro de obra; dos espaços destinados para acondicionamento dos resíduos gerados; de reclamações de moradores vizinhos sobre os resíduos e de procedimentos especiais para manuseio,

acondicionamento e disposição de resíduos de construção perigosos, apontam que estes aspectos não são levados em consideração uniformemente nos *campi* do IFAM, que nem todas as obras possuem um acondicionamento de resíduos adequado, que há reclamações sobre o gerenciamento dos resíduos gerados nas obras e que em alguns casos não são empregados procedimentos diferenciados para acondicionamento de resíduos perigosos. Todas estas situações apresentadas podem dificultar o gerenciamento, a estocagem, o armazenamento e o acondicionamento dos resíduos, tendo como consequência tornar toda a realização da etapa de pré-avaliação mais complexa e custosa, sendo necessário que o ecotime discuta formas de melhorias nestes aspectos mostrados.

Por fim, o manual de produção mais limpa apresenta como último passo da etapa 3 de pré-avaliação a prioridade para a seleção do foco de avaliação. São mencionados os critérios com precedência: regulamentos legais, a quantidade de resíduos gerados, a toxicidade dos resíduos e os custos envolvidos. No entanto, não é afirmado claramente quais destes critérios tem prioridade em relação aos outros, de sorte que pode haver conflitos na realização das atividades que serão alvo da análise de produção mais limpa. Além disso, devido às diferenças já discutidas entre as organizações da iniciativa privada, que são o foco do manual, e as autarquias que fazem parte da administração pública, alvo desta pesquisa, há uma diferença na determinação dos focos de análise. Portanto, é necessário repensar qual a importância e a prioridade destes critérios para seleção do foco de avaliação no contexto organizacional do IFAM.

5.3.3 Modificações, sugestões e adaptações

Levando em consideração as análises aqui apresentadas que avaliam a aplicabilidade da metodologia de produção mais limpa no contexto organizacional do IFAM, são feitas sugestões de modificações e adaptações que buscam tornar a implantação do programa viável.

A primeira proposta de adaptação tem como objetivo contornar a falta de informações referentes ao fluxograma qualitativo da etapa de pré-avaliação. Como já foi visto, o IFAM ainda não possui um fluxograma qualitativo dos processos produtivos consolidado, com os serviços que costumam ser realizados no decorrer das obras de construção. Para auxiliar na elaboração destes fluxogramas, é sugerida a utilização de uma documentação de referência chamada Cadernos Técnicos de Composições, elaborado pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), uma produção conjunta entre o IBGE e a Caixa

Econômica Federal que tem por objetivo fornecer preços e custos de serviços da construção civil que auxiliem na elaboração de orçamentos. Toda esta documentação é de domínio público.

Estes Cadernos Técnicos apresentam de forma detalhada uma grande variedade de serviços usuais do setor de construção civil, descrevendo quais materiais, insumos, equipamentos e matérias-primas são necessários para que os serviços sejam realizados, além de apresentar uma descrição pormenorizada das etapas produtivas de execução empregadas. Dessa forma, a partir de uma análise prévia de compatibilização entre os dados analisados, o ecotime poderá utilizar as informações contidas nos Cadernos Técnicos, preenchendo o fluxograma do processo produtivo com as informações qualitativas extraídas diretamente do Caderno, especificando as etapas empregadas no processo produtivo, os materiais, insumos e matérias-primas empregados.

Apesar da variedade de informações de interesse para o programa de produção mais limpa presentes nos Cadernos Técnicos, não há informações quantitativas de materiais e insumos suficientes para o preenchimento efetivo do fluxograma quantitativo do processo produtivo, de forma que é necessário o emprego de outras estratégias para que esta etapa da pré-avaliação possa ser realizada.

No processo de elaboração do projeto básico, analisado no capítulo dedicado à caracterização do IFAM, há a etapa de elaboração de memória de cálculo e orçamento. Durante esta etapa, é realizada uma estimativa teórica da quantidade de materiais e insumos que serão utilizadas nos processos construtivos, de forma que seja possível precificar estes serviços. Dessa maneira, nesta etapa do projeto básico são obtidos dados quantitativos que, apesar de serem estimados teoricamente, apresentam uma porcentagem de erros que pode ser desprezada. Por conseguinte, estes dados quantitativos obtidos durante a elaboração do projeto básico, na fase de confecção da memória de cálculo e da planilha orçamentária, podem ser utilizados no preenchimento do fluxograma quantitativo dos processos produtivos. Assim, é possível elaborar os fluxogramas qualitativos e quantitativos de entradas dos processos produtivos, a partir de informações retiradas das fases do processo de elaboração do projeto básico, preliminares à execução da obra.

O manual de produção mais limpa também apresenta a sugestão de obter as informações quantitativas de materiais e insumos por meio das estimativas do setor de compras da empresa. No entanto, dadas as características organizacionais do IFAM, esta é uma opção de obter dados que não está disponível pois a empresa executora só é contratada após o processo de licitação,

que ocorre após a etapa de planejamento e elaboração do projeto básico da obra. Portanto, esta opção não é viável para o contexto do IFAM.

Quanto ao preenchimento dos dados qualitativos e quantitativos do fluxograma do processo produtivo referentes às saídas (resíduos, efluentes, emissões, subprodutos e produtos), foi verificado que estes dados só podem ser medidos de maneira empírica no decorrer da obra. Para o contexto do IFAM, isso significa que o fluxograma não pode ser preenchido totalmente na etapa de planejamento e elaboração do projeto básico, que é a etapa onde o ecotime irá realizar a pré-avaliação da produção mais limpa, sendo necessária a proposição de outras estratégias para definir o fluxograma e o programa de produção mais limpa tenha sequência.

Uma opção para contornar estes problemas seria uma estimativa teórica das perdas relacionadas aos serviços de engenharia, de forma que seja estimada uma porcentagem de materiais e insumos que se tornam resíduos ou emissões no decorrer do processo produtivo, e seja realizado o preenchimento do fluxograma. Por exemplo: para serviços de execução de revestimentos cerâmicos em parede, costuma ser adotada uma perda estimada de 16% das pastilhas cerâmicas, o que significa que 16% deste insumo se torna resíduo sólido no decorrer do processo produtivo.

Não obstante, esta opção para determinar a quantificação das saídas apresenta algumas limitações. A primeira é que nem todos os serviços e materiais empregados na construção civil apresentam taxas calculadas de perdas disponíveis para consulta. A segunda é que há uma relativa variação nos processos construtivos empregados pelas diferentes construtoras, de forma que cada uma apresenta índices de produtividade e perdas diferentes entre si. A terceira é que o IFAM apresenta uma variação no porte das obras que são executadas, de modo que alguns processos produtivos empregados na construção podem apresentar determinadas variações de escala.

Assim, com a finalidade de contornar estas adversidades que impedem o preenchimento fidedigno dos dados quantitativos referentes à quantificação de saídas, é proposta a utilização de obras piloto para a realização da pré-avaliação pelo ecotime, para que sejam determinados os fluxogramas quantitativos dos processos produtivos, permitindo a realização da pré-avaliação da produção mais limpa e a continuidade para as etapas posteriores do programa. Portanto, as obras piloto serão utilizadas como referência para a seleção dos processos produtivos que farão parte do foco de avaliação da produção mais limpa de obras posteriores.

Para a realização desta proposta, o ecotime deve escolher obras representativas do perfil de construções do IFAM, incluindo obras de pequeno a grande porte, além dos vários tipos de

construções que costumam ser realizadas, como reforma, ampliação, implantação, etc. Esta escolha visa ampliar a amostra dos processos produtivos empregados, de forma a estabelecer uma média representativa dos índices de perdas associados aos materiais e insumos. Também busca representar a variação dos processos construtivos e da produtividade das diferentes construtoras contratadas pelo IFAM.

Após a seleção das obras que irão compor o piloto da pré-avaliação, o ecotime deverá elaborar parcialmente o fluxograma qualitativo e quantitativo dos processos produtivos, com as informações que são possíveis de obter na etapa de planejamento e projeto básico. Por conseguinte, quando o projeto básico for finalizado e a empresa vencedora do processo licitatório for definida, será iniciada a efetiva execução do objeto, isto é, da obra. A partir deste ponto, o ecotime, com o auxílio dos servidores locais, poderá realizar as medições dos resíduos, efluentes, emissões, subprodutos e produtos *in loco*, nos canteiros de obra, de forma a complementar os dados qualitativos e quantitativos necessários para o preenchimento total do fluxograma do processo produtivo. Assim, espera-se que este fluxograma seja representativo das obras e processos produtivos empregados no IFAM, e que permita a realização do diagnóstico ambiental, da análise de aspectos e impactos, da seleção do foco de avaliação e de todos os passos subsequentes do programa de produção mais limpa.

A seleção do foco de avaliação permitirá a determinação dos processos produtivos do IFAM que tenham o maior potencial para melhorias e reduções de perdas. Por conseguinte, estes processos, escolhidos após a avaliação do ecotime, terão os seus dados do fluxograma das obras piloto replicados nas obras que serão realizadas futuramente. Assim, é possível a montagem de um banco de dados, que contenha as informações qualitativas e quantitativas dos processos produtivos empregados no IFAM, incluindo os fluxogramas, as planilhas de diagnóstico ambiental e de aspectos e impactos, permitindo que o ecotime realize toda a etapa de pré-avaliação da produção mais limpa no decorrer do processo de elaboração do projeto básico para cada uma das obras realizadas do IFAM.

Além desta opção de avaliação de obras pilotos para que seja determinado o fluxograma dos processos produtivos, há também a possibilidade de consulta a dados de estudos de aplicação da metodologia de produção mais limpa já realizados em outras obras. O próprio manual abordado nesta pesquisa afirma que, usualmente, o foco da avaliação da produção mais limpa está relacionado aos serviços que ocorrem com as maiores perdas, e que consequentemente geram uma maior quantidade de resíduos, sendo destacados os serviços que utilizam blocos, madeira, cerâmicas, argamassas, etc. Além disso, o manual também aborda

alguns estudos de caso realizados dentro de obras residenciais, que fornecem dados que podem ser utilizados pelo ecotime do IFAM. Dentre os estudos de caso apresentados é possível destacar a minimização de desperdício de madeira para formas durante a etapa de execução de estrutura de laje, a redução do desperdício de tijolos na etapa de execução de alvenaria, dentre vários outros.

Avançando na etapa de pré-avaliação, após a elaboração do fluxograma do processo produtivo são preenchidas as tabelas de matérias primas e de subprodutos, que fazem parte do diagnóstico ambiental. Estas tabelas apresentam informações qualitativas e quantitativas retiradas diretamente do fluxograma, apenas formatadas de uma maneira diferente, acrescentando as informações relativas aos custos relacionados às matérias primas e aos subprodutos. Estes custos podem ser determinados pelo ecotime por meio da realização da cotação de preço das matérias-primas, água, energia e auxiliares. Para o contexto específico da administração pública do IFAM, estes custos também podem ser determinados por meio da utilização da documentação disponibilizada pelo SINAPI, que oferece estimativas mensais de custo dos principais insumos utilizados na construção civil. Assim, de posse de todas estas informações e dados, o ecotime pode dar prosseguimento ao programa de produção mais limpa, realizando o diagnóstico ambiental.

Por conseguinte, é preenchida a planilha de aspectos e impactos. Os dados para a realização deste preenchimento também são provenientes das etapas anteriores da pré-avaliação. Em seguida, é realizada a seleção do foco de trabalho dentre todas as atividades realizadas, com base na prioridade para seleção. O manual de produção mais limpa analisado cita os seguintes critérios: toxicidade, custo, quantidade e regulamentos legais. No entanto, o manual não especifica uma escala de prioridades de forma clara. Portanto, considerando as orientações necessárias para que o ecotime realize a pré-avaliação no contexto organizacional do IFAM, é sugerido que sejam priorizados em primeiro lugar os regulamentos legais, uma vez que este é um aspecto importante pelo fato de o IFAM fazer parte da administração pública e necessitar cumprir a legislação vigente; em segundo lugar a toxicidade, devido aos riscos que o acondicionamento inadequado podem acarretar na comunidade acadêmica e vizinhos; em terceiro lugar a quantidade de resíduos gerados, importante para definir aspectos ligados à estocagem, armazenamento e acondicionamento; e, em quarto lugar, o custo, que deve ser considerado na planilha orçamentária elaborada no decorrer do projeto básico.

5.3.4 Modificação e redesenho do processo

Levando em consideração que os dados necessários para o preenchimento do fluxograma qualitativo e quantitativo dos processos produtivos devem ser obtidos tanto na etapa de elaboração do projeto quanto na etapa de fiscalização, a realização da etapa 3 de pré-avaliação da produção mais limpa no contexto organizacional do IFAM deve ser realizada nos respectivos processos de projeto básico e fiscalização, que constam na caracterização do IFAM realizada no capítulo anterior.

A quantificação das entradas do fluxograma (matérias-primas, água, insumos, etc.) pode ser realizada no decorrer do processo de projeto básico, após a nomeação do ecotime. Além disso, também são necessários para o preenchimento do fluxograma os dados quantitativos provenientes da memória de cálculo e do orçamento da obra, de modo que a realização da pré-avaliação também necessita ser realizada após esta etapa.

Os dados necessários para a elaboração do fluxograma quantitativo das saídas (resíduos, efluentes, emissões, etc.) são obtidos durante o andamento da obra, no contexto da fiscalização realizada pelo ecotime, por meio de medições *in loco*, podendo ser realizadas durante o processo de fiscalização de obras, sobretudo durante a realização da visita semanal à obra.

O processo remodelado será incluindo ao final deste capítulo, apresentando de forma integral as mudanças aqui propostas.

5.4 Etapa 4 – Avaliação

5.4.1 Descrição manual produção mais limpa

A quarta etapa descrita no manual de produção mais limpa trata da realização da avaliação propriamente dita. Nesta fase são elaborados o balanço de materiais e os indicadores, além da identificação das causas da geração de resíduos, estipulando quais as opções de produção mais limpa viáveis.

Esta etapa tem início a partir do levantamento dos dados quantitativos, que foram detalhados nas etapas dos processos produtivos priorizadas no decorrer da atividade de seleção de foco de avaliação, discutida na fase anterior de pré-avaliação. Dessa forma, os itens avaliados na presente etapa são os mesmos da atividade de realização do diagnóstico ambiental e de processo, o que permite uma comparação qualitativa entre os dados existentes antes da implantação do programa de produção mais limpa e aqueles levantados no decorrer do

programa. Portanto, os dados analisados nesta etapa incluem: análise qualitativa das entradas e saídas; quantificação das entradas e saídas; dados da situação ambiental da empresa e dados referentes à estocagem, armazenamento e acondicionamento das entradas e saídas.

A determinação dos indicadores é de suma importância para a avaliação da eficiência da metodologia utilizada, além de permitir o acompanhamento do desenvolvimento das medidas de produção mais limpa implementadas. Com a análise dos indicadores atuais da empresa e os indicadores estabelecidos durante a etapa de qualificação é possível realizar uma comparação entre os indicadores, de forma a determinar a efetividade das medidas de produção mais limpa aplicadas na empresa.

Em seguida, os dados levantados são utilizados para o preenchimento do balanço material, sendo realizada uma avaliação, pelo ecotime, das causas da geração de resíduos na empresa. O manual apresenta os principais fatores que originam os resíduos e emissões, divididos em 8 categorias: operacionais, matérias-primas, produtos, capital, causas relacionadas aos resíduos, recursos humanos, fornecedores/parceiros comerciais e *know-how* do processo.

Tendo como base as causas de geração de resíduos descritas nas categorias, é possível a realização de modificações em vários níveis de atuação e aplicação de estratégias que visem ações de produção mais limpa, devendo ser dada prioridade a medidas que busquem eliminar ou minimizar a geração de resíduos, efluentes e emissões nos processos produtivos em que são geradas. Portanto, a principal meta desta etapa é definir estratégias que evitem a geração de resíduos na fonte, podendo incluir modificações tanto no processo de produção quanto no próprio produto.

Na perspectiva dos resíduos, efluentes e emissões, levando em consideração os níveis e as estratégias de aplicação, a metodologia de produção mais limpa pode ocorrer de duas formas: por meio da minimização, ou redução na fonte, de resíduos, efluentes e emissões, ou através da reutilização (reciclagem interna e externa) de resíduos, efluentes e emissões.

5.4.2 Análise aplicabilidade IFAM

Devido ao fato da etapa 4 de avaliação estar diretamente ligada à etapa anterior de pré-avaliação, as mesmas considerações quanto à aplicabilidade no contexto organizacional do IFAM realizadas anteriormente também são válidas para esta etapa. Assim, neste espaço também é ressaltada a ausência de dados qualitativos e quantitativos para realização da análise de entradas (matérias-primas, água, energia e outros insumos) e saídas (resíduos, efluentes, emissões, subprodutos e produtos), além do fato de o IFAM realizar a execução das obras de

modo diferente ao considerado no manual de produção mais limpa discutido nesta pesquisa: enquanto o manual considera que as obras são realizadas de forma direta pelas empresas, o IFAM realiza a contratação das construtoras de forma indireta, seguindo as disposições encontradas na legislação vigente. Por conseguinte, todas as observações realizadas na etapa anterior concernentes à obtenção dos dados necessários para a análise quantitativa e posterior balanço de material pelo ecotime também são válidas para esta etapa de avaliação.

Outro ponto que merece destaque para o contexto organizacional do IFAM é a identificação dos indicadores. O manual destaca que os identificadores são fundamentais para que seja realizada uma avaliação da eficiência da metodologia de produção mais limpa implantada. Além disso, também pode ser utilizado no IFAM como um argumento na realização das visitas técnicas, descritas em detalhes neste capítulo, na etapa 1.

Como foi discutido, a realização das visitas técnicas é imprescindível para a obtenção do comprometimento gerencial, e no caso do IFAM foi sugerida a realização de três visitas com três públicos-alvo diferentes: a alta gestão (reitor, pró-reitores, diretores de *campus*), servidores técnicos e empresas executoras.

Portanto, a apresentação dos indicadores de produção mais limpa, que demonstrem as melhorias alcançadas por meio da implementação do programa, incluindo redução de ineficiências e geração de resíduos dentre vários outros, pode ser um argumento importante para a sensibilização dos públicos-alvo das visitas técnicas, sobretudo para a alta administração. Como foi comentado, os cargos da alta gestão são eletivos e costumam ter uma certa rotatividade, o que faz com que seja necessária que as visitas técnicas de sensibilização sejam realizadas mais de uma vez com este público-alvo. Esta é, portanto, uma boa oportunidade para apresentação de indicadores que demonstrem a eficiência das medidas de produção mais limpa empregadas nas obras, de modo a granjear o apoio e o comprometimento gerencial da alta administração, parte essencial para o sucesso do programa de produção mais limpa.

Também merece destaque, durante a etapa de avaliação, a análise das causas de geração de resíduos pelo ecotime. O contexto considerado na análise do manual de produção mais limpa é da empresa que realiza a obra de forma direta, o que implica um conhecimento mais apurado pelo ecotime da empresa dos processos produtivos empregados na construção, o que facilita a identificação das causas de ineficiências e geração de resíduos; ao passo que, no contexto organizacional do IFAM, o ecotime, que é formado por servidores e técnicos, *a priori* não tem um conhecimento tão aprofundado dos processos empregados pela empresa executora

contratada, de forma que a avaliação das ineficiências e causas para geração de resíduos pode resultar em uma análise incompleta.

Assim, é também de suma importância que o ecotime obtenha o comprometimento gerencial com a empresa executora, por meio da realização da visita técnica de sensibilização. Com o apoio da empresa executora durante a etapa de avaliação, as tarefas relacionadas à análise dos processos produtivos resultarão na proposta de medidas efetivas e que sejam exequíveis pela empresa, buscando eliminar ou minimizar a geração de resíduos, efluentes e emissões.

Outro ponto que merece destaque na etapa de avaliação é a realização das medidas de produção mais limpa que propõem mudanças nos processos produtivos. No contexto apresentado no manual de produção mais limpa analisado, a empresa é a responsável integral pela execução da obra e implementação da produção mais limpa. Já no contexto do IFAM, a empresa é responsável somente pela execução da obra, enquanto o ecotime, composto por servidores do IFAM, é responsável pela implantação do programa de produção mais limpa. Portanto, para implementação da produção mais limpa nas obras do IFAM, é necessário levar em consideração como as mudanças dos processos produtivos propostas pelo ecotime podem ser concretizadas pela empresa executora da obra, de forma que não haja conflitos entre as sugestões de melhorias do ecotime e a administração da empresa.

Quanto aos dados levantados, por meio de questionário aplicado aos servidores do IFAM, pertinentes à etapa de avaliação da produção mais limpa, é possível verificar algumas características organizacionais relacionadas aos principais fatores na origem de resíduos sólidos e emissões.

A questão 6.3, que trata da do treinamento da produção mais limpa para os servidores, está relacionada ao fator recursos humanos e como a falta de qualificação pode contribuir para a geração de resíduos e emissões. Os resultados da pesquisa apontam que os servidores respondentes ainda não têm um nível de conhecimento sobre a produção mais limpa adequado para a implementação do programa, de forma que é necessária uma compreensão melhor do funcionamento da metodologia para que as causas das emissões de resíduos sejam detectadas e o programa possa ser implementado no IFAM.

A questão 4.3, que aborda a preferência pela especificação de materiais renováveis e sustentáveis na etapa de elaboração dos projetos, está associada ao fator utilização inadequada de matérias-primas, mais especificamente no uso de materiais de menor custo, abaixo do padrão de qualidade e falta de especificação de qualidade. Os dados do questionário indicam que uma

parcela considerável dos servidores ainda tende a preferir materiais não sustentáveis, que estejam alinhados às tecnologias de fim de tubo que visam solucionar os problemas ambientais na perspectiva tecnológica. Esta é uma atitude que desalinha com as orientações da etapa de avaliação, que precisa ser ajustada.

A questão 4.6, que se refere à previsão da reciclagem interna dos resíduos gerados no decorrer da obra, está relacionada às modificações nos vários níveis de atuação e aplicação de estratégias visando ações de produção mais limpa, mais particularmente às estratégias de minimização de resíduos e emissões no nível 2. As informações obtidas por meio do questionário indicam que a maioria dos servidores não prevê a reutilização ou reciclagem interna dos resíduos gerados no decorrer da obra, o que acaba gerando um desacordo entre as disposições do manual de produção mais limpa e o contexto organizacional do IFAM.

A questão 4.7, que trata da elaboração do plano de gerenciamento de resíduos sólidos para as obras, está diretamente relacionada às causas da geração de resíduos, incluindo a inexistência de separação dos resíduos, a desconsideração pelo potencial de reuso de determinados resíduos, o manuseio inadequado, dentre outras. Os resultados do questionário apontaram que o plano de gerenciamento não costuma ser elaborado na etapa de projeto, o que implica em um ponto negativo para a implementação da produção mais limpa no IFAM, uma vez que este plano é de suma importância para aspectos do programa, como o acondicionamento e a disposição final dos resíduos. Portanto, é necessária uma atenção maior na elaboração do plano de gerenciamento de resíduos.

As questões 4.8 e 4.9, que tratam respectivamente de medidas de minimização da geração de resíduos e de uso eficiente de insumos e materiais, estão associadas ao nível 1 do programa de produção mais limpa, que trata da minimização de resíduos e emissões. As respostas apresentadas no questionário apontam que estas medidas não costumam ser adotadas no contexto organizacional do IFAM, indicando mais uma situação que requer a atenção do ecotime para que a produção mais limpa possa ser implementada no IFAM.

A questão 5.10, que aborda os métodos de tratamento de resíduos empregados nas obras do IFAM, está diretamente relacionada ao nível 3 de aplicação do programa de produção mais limpa, que inclui o reuso de resíduos e ciclos biogênicos. Os dados obtidos por meio das respostas dos servidores apontam que algumas opções para o tratamento de resíduos não estão sendo plenamente utilizadas no IFAM, havendo, portanto, possibilidades para que o ecotime proponha medidas de tratamento alinhadas ao programa de produção mais limpa.

Por fim, a questão 4.10 apresenta algumas possibilidades para a aplicação da produção mais limpa no IFAM. Os resultados apontam que algumas medidas do programa já possuem uma razoável aplicação, mesmo que os servidores ainda não tenham conhecimentos aprofundados da metodologia de produção mais limpa. Também são verificadas medidas que ainda não são plenamente utilizadas, mas que têm potencial de aplicação no contexto do IFAM.

Todas as questões e respostas aqui discutidas estão diretamente relacionadas à etapa 4 de avaliação da produção mais limpa, e buscam fornecer o *status quo* do contexto do IFAM, de forma que o ecotime possa estabelecer quais os pontos fortes e quais necessitam de uma atenção maior.

5.4.3 Modificações, sugestões e adaptações

Tendo em vista as análises aqui realizadas sobre a aplicação do programa de produção mais limpa no IFAM, são sugeridas a seguir algumas adaptações de modo a tornar a implementação do programa viável no contexto organizacional considerado nesta pesquisa.

Para a etapa 1, que trata da realização de visitas técnicas com os públicos-alvo definidos, é sugerido que sejam abordados os indicadores de produção mais limpa definidos na etapa de avaliação. Como foi verificado anteriormente, a etapa 1 é de suma importância para a obtenção do comprometimento gerencial, sem o qual a implementação do programa não seria possível. Portanto, com o intuito de tornar esse processo de sensibilização mais efetivo e apresentar dados que demonstrem melhorias para a alta gestão, é recomendado que os dados dos indicadores de produção mais limpa, que demonstrem a efetividade do programa na redução de ineficiências e da geração de resíduos, sejam abordados na etapa 1 de visita técnica. A partir da apreciação destes dados, espera-se que os servidores que fazem parte da alta administração (reitor, pró-reitores e diretores de *campus*) possam se sensibilizar com os desperdícios, prejuízos e ineficiências observados na execução das obras, além de se motivarem com as melhorias e ganhos de eficiência proporcionados pela aplicação do programa de produção mais limpa.

Vale a pena ressaltar que, devido ao fato de a metodologia de produção mais limpa ainda não ser aplicada no IFAM, ainda não existem dados e indicadores que atestem as melhorias alcançadas por meio do programa, de forma que este argumento para sensibilização e comprometimento gerencial não poderia ser utilizado na etapa 1 de visita técnica.

Assim, para solucionar esta situação, é proposto que, enquanto não forem obtidos indicadores próprios das obras do IFAM, sejam utilizados dados de estudos de caso que demonstrem os benefícios da aplicação da produção mais limpa. O próprio manual analisado

nesta pesquisa apresenta estudos aplicados em diversas construções, que demonstram diversas melhorias e benefícios alcançados por meio da produção mais limpa, como benefícios econômicos e ambientais da paginação na aplicação de azulejos e cerâmicas e de gesso acartonado por aproveitamento de chapa. Dessa forma, todos estes argumentos podem ser utilizados de forma provisória na etapa de pré-avaliação, enquanto o IFAM não possuir seus indicadores próprios de produção mais limpa.

Outro ponto que necessita de alguns esclarecimentos adicionais é a modificação nos vários níveis de atuação da produção mais limpa, incluindo modificações de produto e processos. O manual do programa analisado nesta pesquisa apresenta esta etapa de modificações logo após a identificação dos principais fatores na origem dos resíduos e emissões, de modo que possam ser realizadas as avaliações técnica, econômica e ambiental na etapa posterior.

Acontece que, como já foi mencionado anteriormente, o contexto considerado no manual de produção mais limpa analisado é diferente do IFAM: no manual, a empresa considerada é responsável integral pela execução da obra e implementação da produção mais limpa, enquanto no IFAM é realizada a execução indireta, com a empresa executora sendo responsável pela execução da obra e o IFAM sendo encarregado pela implementação da produção mais limpa, por meio do ecotime composto pelos servidores. Disto resulta que as propostas de mudança de processos produtivos e produtos podem encontrar resistência por parte da empresa construtora contratada para realizar a execução das obras do IFAM, uma vez que as empresas podem compreender de forma errônea as propostas de melhorias como uma intervenção indevida do ecotime em seus processos produtivos, o que pode acabar comprometendo a relação entre a empresa e o ecotime. Além disso, também podem surgir dúvidas de ordem legal sobre a obrigação da empresa construtora em realizar as modificações e melhorias propostas pelo ecotime, o que pode acabar comprometendo esta etapa de implementação da produção mais limpa e, conseqüentemente, todo o restante do programa.

Para dirimir estes problemas, é enfatizada a proposta de realização de visita técnica no contexto da etapa 1, tendo como público alvo a gerência e os colaboradores da empresa executora, de forma a estreitar sua relação com o ecotime, sensibilizar quanto às ineficiências e oportunidades de melhoria, e garantir seu comprometimento gerencial com o programa de produção mais limpa.

Também é sugerido que seja considerada a possibilidade de modificações de produtos e processos durante a elaboração do projeto básico, edital e contrato da obra. Estas

modificações, que são resultado da análise realizada no processo de avaliação, são identificadas a partir dos principais fatores na origem dos resíduos e emissões, e representam oportunidades de redução na produção de resíduos e melhorias ambientais. Portanto, deve ser previsto no edital que as modificações propostas pelo ecotime, desde que se mostrem viáveis tecnicamente, ambientalmente e economicamente, devem ser obrigatoriamente realizadas pela empresa que está executando a obra, de forma que a fiscalização da obra e o ecotime terão o amparo legal necessário para que as modificações propostas pela produção mais limpa possam ser realizadas, e que as melhorias e benefícios provenientes da aplicação do programa possam ser concretizados.

5.4.4 Modificação e redesenho do processo

Para as modificações de processo necessárias à etapa 4 de avaliação da produção mais limpa, deve ser seguida a lógica da sequência processual, ou seja, a avaliação deve ser realizada posteriormente ao processo de pré-avaliação. Dessa forma, a etapa de avaliação deve ser realizada no processo de elaboração do projeto básico, após a realização da pré-avaliação, de forma que sejam obtidos os dados quantitativos de entradas (matérias-primas, água, energia e outros insumos) necessários para a realização da análise quantitativa. De maneira semelhantes, os dados quantitativos necessários para a quantificação das saídas (resíduos, efluentes, emissões, subprodutos e produtos) devem ser obtidos no decorrer da execução da obra, isto é, durante a etapa de fiscalização, após a realização da pré-avaliação.

Assim, a partir dos dados obtidos nestes dois processos, pode ser realizada a análise quantitativa de entradas e saídas do processo produtivo, além da identificação dos indicadores de produção mais limpa. Os processos remodelados com as mudanças propostas serão apresentados de forma integral ao final deste capítulo.

5.5 Etapa 5 – Estudo de Viabilidade

5.5.1 Descrição manual produção mais limpa

A etapa seguinte descrita pelo manual de produção mais limpa consiste na realização de avaliações técnica, econômica e ambiental. Estas avaliações buscam determinar, dentre as atividades selecionadas para o foco de avaliação e para possíveis modificações nos vários níveis de aplicação da produção mais limpa, quais as oportunidades viáveis.

O primeiro passo para a realização da etapa de estudo de viabilidade consiste na avaliação técnica, ambiental e econômica, dentre as opções de produção mais limpa levantadas, com o objetivo de obter um aproveitamento eficiente das matérias-primas, água, energia e outros insumos, por meio da não-geração, minimização, reciclagem interna e externa, conforme os níveis de aplicação da produção mais limpa analisados anteriormente.

Em seguida, o manual apresenta algumas observações a serem consideradas em cada etapa das avaliações, nos aspectos técnicos, ambientais e econômicos.

Para a realização da avaliação técnica, o manual salienta a importância da consideração dos impactos das medidas de produção mais limpa sobre os processos, a produtividade e a segurança, dentre outros fatores. Também são considerados os testes de laboratório e ensaios que podem ser necessários quando a opção propor alguma mudança significativa no processo existente. É levada em consideração as experiências semelhantes que outras companhias tiveram a partir das opções de mudanças semelhantes a que está sendo estudada, assim como os funcionários e departamentos que sejam diretamente atingidos pela implementação das opções. De modo semelhante, são analisadas as demandas de mudanças de pessoal, as operações adicionais e pessoal de manutenção, bem como o treinamento adicional dos técnicos e de outros funcionários que estejam envolvidos nas mudanças propostas.

Quanto à avaliação ambiental, o manual frisa a importância dos fatores relacionados à quantidade de resíduos, efluentes e emissões que serão reduzidos. De modo semelhante, também é levada em consideração a qualidade dos resíduos, efluentes e emissões que tenham sido eliminados, verificando se estes elementos contêm menos substâncias tóxicas e componentes reutilizáveis. Por fim, deve ser avaliada a redução na utilização de recursos naturais (insumos, matérias-primas) decorrente da implementação das opções de produção mais limpa.

No que se refere à avaliação econômica, o manual de produção mais limpa salienta como importante a consideração de quais investimentos serão necessários para que as opções sejam implementadas. Também aponta os custos operacionais e receita dos processos existentes e os custos operacionais e receitas projetadas decorrentes das ações de produção mais limpa a serem implementadas. Por fim, também põe em evidência quais as economias da empresa com a redução/eliminação de multas, provenientes da implantação das opções de produção mais limpa.

Por fim, os resultados encontrados no decorrer das atividades de avaliação técnica, ambiental e econômica permitirão a seleção das medidas de produção mais limpa viáveis, conforme os critérios estabelecidos pelo ecotime, o que permitirá a geração dos estudos de caso.

5.5.2 Análise aplicabilidade IFAM

Em detida análise quanto à aplicabilidade da etapa 5 de estudo de viabilidade da produção mais limpa no contexto do IFAM, é possível constatar que a principal diferença entre as condições consideradas no manual analisado e o contexto considerado nesta pesquisa é a natureza das avaliações de viabilidade realizadas, decorrente das diferenças intrínsecas existentes entre as empresas da iniciativa privada (consideradas no manual) e o contexto organizacional do IFAM (considerado nesta pesquisa).

Assim, a partir destas diferenças, é possível depreender que as considerações de viabilidade consideradas no manual, que permitem a avaliação nos aspectos técnicos, ambientais e econômicos das opções de produção mais limpa, não abrangem de forma plena as características próprias e particularidade do IFAM. Portanto, para a realização da etapa 4 de estudo de viabilidade da produção mais limpa, devem ser considerados aspectos de viabilidade complementares aos observados no manual de produção mais limpa, que permitam avaliar a exequibilidade do programa no contexto de uma organização que faz parte da administração pública, e que está sujeita à legislação vigente no que tange às obras e serviços de engenharia.

Em relação aos processos internos do IFAM mapeados no decorrer desta pesquisa, é observado que, durante o processo de elaboração do projeto básico, são feitas algumas considerações relacionadas à viabilidade do empreendimento.

A primeira atividade realizada quando o processo chega à Diretoria de Infraestrutura (DINFRA) é a realização do Estudo Técnico Preliminar (ETP). Como foi anteriormente visto, o ETP tem como principal finalidade definir qual a melhor solução para atender a demanda posta, solicitada pelo gabinete do diretor do *campus*. Dentre os produtos finais do ETP, é possível destacar em sua conclusão a declaração e justificativa de viabilidade, que busca analisar se determinado projeto é viável, além de fundamentar esta justificativa.

Além desta análise de viabilidade realizada no ETP, também é verificada a realização de uma análise de cunho ambiental no decorrer do processo de elaboração do projeto básico. Após a elaboração do projeto arquitetônico e dos projetos complementares pela DINFRA, o processo do projeto básico é remetido para o órgão ambiental municipal competente, onde será realizada a obra, para que os aspectos ambientais deste projeto sejam avaliados e o projeto

receba uma aprovação. Esta avaliação não trata diretamente da viabilidade ambiental do projeto nos termos propostos pelo manual de produção mais limpa, não obstante representa uma etapa onde aspectos ambientais semelhantes aos considerados no manual são analisados.

Por conseguinte, o IFAM já realiza, em alguma medida, análises que buscam avaliar as condições de viabilidade da obra. Esta viabilidade, *a priori*, não trata diretamente das opções de produção mais limpa, uma vez que a metodologia ainda não é aplicada de forma sistemática no IFAM. Por outro lado, os critérios de avaliação das viabilidades técnica, ambiental e econômica já utilizados nos processos do IFAM podem ser transportados e compatibilizados com os critérios de viabilidade considerados no manual de produção mais limpa analisado, de forma que o ecotime possa realizar a etapa 5, de estudo de viabilidade do programa, em conformidade com as exigências do ETP e do manual.

No que se refere aos dados levantados por meio da pesquisa, o questionário aplicado aos servidores apresenta a questão 6.5, que trata de como as limitações legais inerentes às atividades do servidor público podem limitar a adoção de uma metodologia de produção mais limpa no contexto do IFAM. Esta questão apresenta como resultado que a maioria dos servidores tende a apresentar uma percepção de que a implementação do programa de produção mais limpa não é necessariamente restringida pelas limitações legais intrínsecas ao serviço público, de forma que a implementação da metodologia nas obras e serviços de engenharia do IFAM pode ser viável.

Vale ressaltar que o questionário realizado também permitiu avaliar a formação acadêmica dos servidores, os quais apresentam, em sua maioria, formação de nível superior, além do tempo de atuação no IFAM, em que todos atuam a pelo menos 2 anos, com boa parte já exercendo funções no IFAM entre 6 a 10 anos. A partir destes dados, é possível depreender que os servidores têm conhecimentos técnicos e experiência profissional no contexto do IFAM adequados para avaliar como as limitações legais inerentes às atividades do setor público podem limitar a adoção de uma metodologia de produção mais limpa.

Por outro lado, também foram analisadas as questões 1.4 e 6.3 do questionário realizado nesta pesquisa, que tratam respectivamente da participação dos servidores em capacitações relacionadas à temática da produção mais limpa e do nível necessário de conhecimento dos servidores para a aplicação do programa no IFAM. Estas questões indicam que os servidores, em sua maioria, ainda não participaram de nenhuma capacitação relacionada à produção mais limpa, e também que os servidores ainda não possuem um nível de conhecimento adequando para implementação do programa. Portanto, apesar dos servidores possuírem conhecimentos

técnicos e familiarização com a realidade institucional do IFAM, ainda não apresentam conhecimentos aprofundados sobre a metodologia da produção mais limpa para avaliar de forma definitiva sua implantação no IFAM.

5.5.3 Modificações, sugestões e adaptações

A partir das considerações aqui realizadas sobre a aplicação do programa de produção mais limpa no contexto do IFAM, são feitas algumas proposições e adaptações para que a implementação deste programa se torne exequível no contexto considerado na presente pesquisa.

Como foi analisado anteriormente, o principal objetivo da etapa 5 é determinar quais propostas de mudanças e melhorias de produção mais limpa são viáveis e devem ser realizadas e quais modificações não apresentam a exequibilidade necessária e devem ser descartadas. Para o contexto do IFAM, foi verificado que a avaliação proposta no manual do programa, que busca analisar a viabilidade técnica, ambiental e econômica, se mostra insuficiente, uma vez que não leva em consideração as particularidades e aspectos organizacionais característicos do IFAM. Portanto, para a realização da etapa 5 de estudo de viabilidade da produção mais limpa nas obras do IFAM, é sugerido que o ecotime realize uma análise de viabilidade que considere alguns aspectos adicionais, que não constam originalmente no manual do programa aqui estudado, de forma a complementar o enfoque considerados no manual e permitir determinar a viabilidade das medidas de melhoria e redução de desperdícios no IFAM.

Para tanto, além dos aspectos considerados no manual (técnicos, econômicos e ambientais), é sugerido que o ecotime também leve em conta uma avaliação de viabilidade organizacional do IFAM. A seguir são propostos alguns pontos, que não são exaustivos, e que permitem o início das discussões, pelo ecotime, de como determinar se as medidas de melhoria e produção mais limpa definidas nas etapas anteriores do programa são viáveis no contexto de obras do IFAM.

Primeiramente, levando em consideração os princípios de legalidade que norteiam a administração pública, deve ser avaliado se as melhorias propostas pela metodologia de produção mais limpa incorrem em algum tipo de legalidade, à luz da legislação vigente referente às obras públicas. Para ilustrar esta situação é possível citar um exemplo relacionado ao preço dos materiais de construção empregados em obras. Há imposições legais que obrigam que seja adotado um preço menor ou igual ao preço de referência tabelado do SINAPI,

elaborado por meio de pesquisa de mercado realizada por uma parceria da Caixa Econômica e do IBGE, já citado anteriormente neste capítulo da pesquisa.

Assim, é possível que se incorra em alguma legalidade caso sejam tomados preços superiores ao tabelado nas planilhas do SINAPI. Caso seja verificada como opção de produção mais limpa a substituição de um material, com preço menor, por outro material com preço maior, se torna necessária uma análise criteriosa pelo ecotime, que justifique a mudança proposta em face da diferença de preços entre os materiais. Assim, além de uma análise de viabilidade econômica, ambiental e econômica da substituição do material considerado no exemplo, também é necessária que o ecotime elabore uma justificativa legal para que esta substituição possa ser efetivamente realizada no contexto de obras do IFAM.

Outro aspecto necessário para avaliar a viabilidade das opções de produção mais limpa no IFAM está relacionado em como as mudanças propostas pelo programa podem impactar a planilha orçamentária da obra. De acordo com a legislação vigente, mais especificamente a Lei Nº 8.666, que institui normas para licitações e contratos da administração pública, as mudanças em projeto que aumentem os encargos da empresa obrigam que a Administração reestabeleça o equilíbrio econômico-financeiro, por meio de aditamento. Para o programa de produção mais limpa, isto quer dizer que qualquer opção de mudança ou melhoria que, de alguma forma, implique em um aumento em relação aos custos considerados inicialmente na planilha orçamentária, resultará na necessidade de realização de aditivo de serviços.

As situações que envolvem aditamento de serviços em obras públicas costumam ser evitadas, uma vez que esta mudança na planilha orçamentária inicial implica em um processo de aditamento complexo, que envolve análises de diversos setores e que requer justificativas jurídicas bem embasadas, o que pode acabar tornando o processo moroso e, conseqüentemente, prejudicando o cronograma dos serviços da obra, resultando em atrasos em sua entrega. Portanto, as mudanças de produção mais limpa que implicarem na realização de aditamentos no contrato são questionáveis, e tendem a ser rejeitadas pela equipe de fiscalização, que não deseja atrasos na obra.

Assim, as oportunidades de produção mais limpa que resultem na realização de aditivo de serviços tendem a não ser viáveis no contexto do IFAM. Para que esta situação seja resolvida, o ideal é que todas as mudanças de produção mais limpa sejam previstas no decorrer da etapa de elaboração do projeto, de forma que seja possível antever todos os custos relacionados na planilha orçamentária da obra e não seja necessário o aditamento do contrato. O emprego de obras piloto, sugerido na etapa 3 de pré-avaliação, pode auxiliar a resolver esta problemática,

uma vez que nesta abordagem são utilizados dados de obras anteriores, que apresentam processos produtivos semelhantes, de modo que a avaliação possa ser realizada na etapa de planejamento e elaboração do projeto básico, o que significa que as oportunidades de produção mais limpa são identificadas antes da execução da obra, tornando desnecessário, portanto, o emprego do aditamento de serviços na planilha orçamentária.

As mudanças e melhorias propostas, que impliquem alterações nos documentos do projeto básico, como os projetos arquitetônicos e complementares, também podem trazer dúvidas quanto à sua viabilidade. Da mesma forma que mudanças de produção mais limpa que implicam em mudanças na planilha orçamentária requerem a realização de aditamento de serviços, as mudanças de produção mais limpa que envolvam alteração das características dos projetos também possuem esta necessidade de aditamento. Portanto, as oportunidades de melhoria relacionadas aos projetos arquitetônicos e complementares devem ser previstas no decorrer da etapa de elaboração do projeto básico, de forma que os custos referentes a estas mudanças sejam considerados na planilha orçamentária inicial, e a produção mais limpa possa ser empregada de forma viável no contexto do IFAM, sem a necessidade de aditamento do contrato.

Outra consideração que se faz necessária sobre a viabilidade da produção mais limpa no contexto organizacional do IFAM está relacionada aos impactos que as mudanças propostas pelo programa podem ter no cronograma físico-financeiro das obras, o que pode dificultar a viabilidade da metodologia. Como foi discutido anteriormente, a produção mais limpa apresenta uma gama variada de opções e níveis de aplicação, incluindo as modificações de produtos e processos. Estas modificações auxiliam na redução das ineficiências e dos resíduos, efluentes e emissões, mas também podem apresentar um impacto indesejado na viabilidade do programa no IFAM.

Qualquer alteração realizada nos processos empregos na obra, sobretudo durante a execução, podem resultar em sérias consequências para o andamento do cronograma, uma vez que a introdução destes novos processos, caso não estejam previstos na etapa de elaboração do projeto básico, fará com que a empresa executora tenha que refazer todo seu planejamento, levando em consideração estas mudanças.

Além disso, outro aspecto que agrava os atrasos decorrentes da introdução de mudanças de produção mais limpa não previstas, é a característica contratual das obras da administração pública, regidas pela legislação vigente. Quando o contrato entre a empresa que irá executar a obra e o IFAM é firmado, são acordados os prazos de entrega provisória e definitiva da obra.

Assim, caso as mudanças de produção mais limpa sejam introduzidas no decorrer da obra, haverá um impacto nos prazos de entrega, que serão diferentes dos prazos estabelecidos no contrato, de forma que será necessário um aditamento de prazo, que conceda um prazo de tempo adicional para que a empresa consiga finalizar a obra.

De forma semelhante ao aditamento de serviços, o aditamento de prazo também é uma situação não desejável e que deve ser evitada nas fiscalizações de obras públicas. Portanto, a proposição de melhorias de produção mais limpa no decorrer das obras deve ser avaliada de forma cuidadosa pelo ecotime, uma vez que as alterações, sobretudo as mudanças de processos, podem ter um impacto significativo na obra, de forma a tornar inviável a aplicação do programa no IFAM, sendo preferível que estas mudanças sejam identificadas nas etapas posteriores à execução da obra, sobretudo no decorrer do processo de elaboração do projeto básico. Portanto, no contexto organizacional do IFAM, quanto mais cedo forem detectadas as melhorias de produção mais limpa, mais viáveis elas se tornarão.

Uma particularidade do IFAM, que necessita ser avaliada quanto à viabilidade das mudanças e melhorias de produção mais limpa, está relacionada à elaboração do edital, do contrato e do termo de referência da obra. Estes documentos são elaborados no decorrer do processo de elaboração do projeto básico e antes do processo de licitação, e tem como finalidade definir as condições e exigências para a contratação da empresa que irá executar a obra. Toda o andamento da obra e sua fiscalização são realizadas com base nos dispositivos e cláusulas que constam nesta documentação, de forma que a ação dos fiscais da obra se dá estritamente nos limites estabelecidos por estes documentos, não sendo possível, *a priori*, que a fiscalização faça quaisquer exigências à empresa que está executando a obra que não esteja firmemente embasada nesta documentação.

Dessa forma, quaisquer alterações e melhorias propostas pela aplicação da produção mais limpa precisam necessariamente ter algum tipo de cobertura legal, lastreadas na documentação do edital, do contrato e do termo de referência da obra. Daí resulta que quaisquer opções de produção mais limpa que não tenham embasamento nesta documentação não apresentam uma viabilidade de aplicação no contexto do IFAM. Portanto, o ecotime precisa garantir que, no decorrer do planejamento da obra, incluindo os processos de elaboração do projeto básico até a realização da licitação, sejam acrescentados artigos, cláusulas e disposições ao edital, contrato e termo de referência, que tratem das melhorias de produção mais limpa e que permitam que estas melhorias sejam efetivamente incorporadas nas obras, sem que haja riscos de que a fiscalização da obra e o próprio ecotime realize exigências descabidas à empresa

executora. Este é, portanto, um aspecto importante para a análise da viabilidade da produção mais limpa do IFAM, que necessita ser incorporado aos critérios de análise da etapa 5 do programa.

Uma outra característica importante, peculiar às organizações que fazem parte da administração pública como o IFAM, está relacionada ao objeto que será licitado, definido no decorrer do projeto básico, e como as mudanças e melhorias de produção mais limpa propostas na etapa de avaliação podem descaracterizar este objeto. Dita a jurisprudência referente à fiscalização de contratos que as alterações contratuais não podem ser tais que descaracterizem a obra que será licitada, alterando a essência deste objeto, sendo necessário que os limites percentuais para a alteração por meio de aditivos e decréscimos estabelecidos na lei de licitações sejam respeitados. Dessa forma, na perspectiva das mudanças e melhorias de produção mais limpa, tanto o ecotime quanto a comissão de fiscalização precisam estar atentos para que as modificações propostas pelo programa não sejam de uma ordem de grandeza tal que modifique o objeto de forma profunda, descaracterizando-o em relação ao que foi estabelecido inicialmente no contrato.

5.5.4 Modificação e redesenho do processo

Pela ordem lógica de continuidade dos processos, a etapa de estudo de viabilidade deve ocorrer após a realização das avaliações e escolha do foco. Portanto, a etapa de viabilidade deve ocorrer após a realização das etapas de pré-avaliação e avaliação, no decorrer do processo de elaboração do projeto básico, e após as etapas de pré-avaliação e avaliação, efetuadas durante o processo de fiscalização.

Por conseguinte, as sugestões de modificação dos processos modelados nesta pesquisa, incluindo o processo de elaboração de projeto básico e fiscalização, necessárias para a implantação da metodologia de produção mais limpa no IFAM, serão apresentadas, juntamente com as sugestões de alteração das outras etapas do programa, de forma integral, ao final deste capítulo.

5.6 Etapa 6 – Implementação

5.6.1 Descrição manual produção mais limpa

A derradeira etapa 6 é apresentada no manual, é consiste na elaboração do plano de implementação e monitoramento, além do plano de continuidade. A partir da seleção das opções

de produção mais limpa que se mostrarem viáveis, é traçada a estratégia necessária para a implementação destas opções, sendo necessário levar em consideração alguns pontos importantes: quais as especificações técnicas detalhadas; qual o plano apropriado para abreviar os tempos de instalação; quais as despesas e custos relativos às opções, de forma a impedir que o orçamento planejado seja excedido; a instalação cautelosa dos equipamentos; o comando apropriado perante a instalação; e o preparo da equipe e instalação de início de operação.

Também deve ser planejado, em conjunto ao Plano de Implementação, o Sistema de Monitoramento das Medidas a serem implantadas. É fundamental que sejam considerados nesta etapa: quando as atividades selecionadas devem ocorrer; quem será o responsável por estas atividades; quando os resultados destas atividades serão exibidos; quando e por qual duração de tempo as mudanças serão monitoradas; quando o progresso deverá ser avaliado; quando os recursos financeiros devem ser garantidos; quando a gerência deve fazer uma escolha; quando a opção de produção mais limpa deve ser implementada; quanto tempo o intervalo de testes deve durar; e qual a data para que a implantação do programa seja concluída.

O manual também apresenta uma divisão do plano de monitoramento em quatro estágios: o primeiro é o planejamento, o segundo é a preparação, o terceiro é a implementação, o quarto inclui o registro e a análise dos dados.

Em seguida à aplicação das etapas e atividades detalhadas no Plano de Monitoramento, pode ser considerado que o programa de produção mais limpa foi implementado na empresa. A partir desta situação, além da importância de avaliar os resultados obtidos, devem ser criadas as condições necessárias para que o programa tenha assegurada sua continuidade, por meio da implementação da metodologia de trabalho e criação de ferramentas que proporcionem a manutenção da cultura estabelecida, incluindo sua evolução em conjunto com as próximas atividades da organização.

5.6.2 Análise aplicabilidade IFAM

A etapa 6 de implementação da produção mais limpa no IFAM envolve uma análise que leve em consideração as diferenças existentes as organizações da iniciativa privada, que são o interesse do manual do programa, e as organizações que fazem parte da administração pública, que são o objetivo da presente pesquisa, e da qual o IFAM, que é uma autarquia federal, faz parte. Como já foi discutido em várias oportunidades no decorrer desta pesquisa, as organizações públicas precisam cumprir os dispositivos legais, além dos princípios da administração pública relacionados com a legalidade, economicidade, eficiência, legitimidade,

etc. Isto faz com que a etapa 6 de implementação da produção mais limpa necessite de algumas considerações adicionais para que o programa seja aplicável no contexto organizacional do IFAM.

A primeira consideração está relacionada à legitimidade necessária para a implantação do programa de produção mais limpa. Qualquer mudança considerável, realizada no âmbito do IFAM, precisa ser submetida às deliberações dos órgãos superiores de administração, para que sejam realizadas as discussões que analisem estas modificações e seja dado um parecer sobre a possibilidade de serem implementadas ou não. Assim, para a etapa de implementação da produção mais limpa, é necessário considerar quais as formas disponíveis na estrutura organizacional do IFAM que permitam legitimar a adoção do programa.

Outro ponto que merece consideração está relacionado às medidas necessárias para a continuação do programa. O manual de produção mais limpa enfatiza a necessidade de assegurar a continuidade da metodologia por meio de ferramentas que possibilitem a cultura estabelecida. Além disso, também é frisado que um dos principais desafios para a continuidade da metodologia é a inconstância dos colaboradores e a falta de prosseguimento, já que muitas vezes as ideias de melhorias de produção mais limpa e os conhecimentos necessários para sua aplicação na organização estão demasiadamente concentradas em figuras individuais, que possuem uma capacidade limitada de mudar a cultura organizacional e estão sujeitos às contingências e mudanças de cargos e demissões. Portanto, para a situação do IFAM analisada no decorrer desta pesquisa, é necessário que seja proposta uma estrutura organizacional que auxilie o ecotime na continuidade e no monitoramento do programa, evitando que as medidas de produção mais limpa propostas não tenham prosseguimento e a implantação da metodologia não obtenha o sucesso esperado.

Também é necessário destacar que o plano de implementação e monitoramento e o plano de continuidade, que fazem parte da etapa 6, devem ser considerados na etapa do planejamento da obra, uma vez que é evidente que estes planos devem ser concebidos antes que as atividades de execução efetivamente ocorram, com algumas exceções relacionadas a fiscalização de atividades práticas. Para o bom andamento da implantação do programa de produção mais limpa não é possível imaginar que os planos de implementação sejam elaborados de forma concomitante à execução da obra. Portanto, daí se depreende que no contexto considerado nesta pesquisa, os planos de implementação e monitoramento e o plano de continuidade devem ser elaborados pelo ecotime no decorrer do processo de elaboração do projeto básico, que é a principal etapa de planejamento de obras no contexto organizacional do IFAM.

Quanto aos dados levantados nesta pesquisa, por meio da realização de questionário com os servidores que desempenham funções relacionadas às obras, foi verificado que um importante elemento para garantir a continuidade do programa de produção mais limpa ainda não é aplicado de forma efetiva no IFAM. A questão 2.4, que indaga os servidores se o IFAM possui algum manual de práticas de gestão ambiental em obras, apontou que a maioria dos respondentes afirmou não ter qualquer conhecimento sobre o documento, enquanto uma parcela menor declarou utilizar documentos de natureza semelhante, como por exemplo o Guia de Contratações Sustentáveis da CGU.

Assim, levando em consideração o contexto do IFAM, um manual que apresente os princípios relacionados à produção mais limpa, e exponha um passo a passo compreensível das etapas necessárias para a aplicação do programa, pode representar uma forma de garantir que a metodologia seja usada nas obras do IFAM, além de aumentar as chances de que o programa tenha a continuidade esperada. Vale destacar também que a ação do ecotime que, como visto no decorrer da etapa 2, tem as principais atribuições para implantar a produção mais limpa, pode ser limitada pela falta de servidores, o que ainda é agravado pelo fato da maioria dos servidores com atribuições técnicas relacionadas a obras estar concentrada na reitoria, localizada na capital do estado. Portanto, além de possibilitar a continuidade e disseminação do programa de produção mais limpa no IFAM, o manual também pode ser usado para suprir em alguma medida a falta de servidores com conhecimentos técnicos, uma vez que fornecerá instruções claras que permitam integrar a produção mais limpa à execução das obras, sendo necessário incluir a redação deste manual nas atribuições do ecotime.

Outro dado desta pesquisa, levantado por meio da modelagem de processos, que apresenta relação com a continuidade das medidas de produção mais limpa, é o processo de medição. Este processo trata, basicamente, dos procedimentos formais adotados pelo IFAM para que a empresa executora da obra seja remunerada pelos seus serviços prestados. Sua relação com a continuidade da produção mais limpa pode ser estabelecida a partir da perspectiva financeira, uma vez que este é a principal razão de ser das organizações da iniciativa privada. Assim, este processo pode ser utilizado pelo ecotime em favor da continuidade do programa, atrelando a efetiva aplicação das mudanças e melhorias de produção mais limpa identificadas à remuneração financeira das empresas executoras.

5.6.3 Modificações, sugestões e adaptações

A partir das considerações aqui discutidas referentes à aplicabilidade da etapa de implementação da metodologia de produção mais limpa no âmbito de obras do IFAM, são feitas algumas sugestões e adaptações que visam tornar viável a implantação do programa.

O primeiro ponto necessário para garantir a aplicação da produção mais limpa está relacionado à legitimidade, necessária ao serviço público, das mudanças que alteram de maneira significativa as atribuições e atividades do IFAM como organização. Conforme discutido anteriormente, estas mudanças precisam ser submetidas às discussões dos órgãos superiores da administração para serem legitimadas. No contexto desta pesquisa, o IFAM dispõe de um órgão superior chamado CONSUP, isto é, Conselho Superior, que possui caráter consultivo e deliberativo, sendo o órgão máximo do IFAM, com atribuições relacionadas às atividades gerais desenvolvidas pelos servidores.

Portanto, o primeiro passo para garantir a implementação do programa, juntamente com sua legitimidade, no contexto organizacional do IFAM, é que o ecotime submeta, para apreciação e deliberação do CONSUP, uma proposta de implementação de produção mais limpa. Esta proposta pode ser acompanhada pela realização de uma visita técnica, com a finalidade de obter o comprometimento gerencial, conforme discutido anteriormente na etapa 1, incluindo o CONSUP entre o público-alvo da realização da visita com a alta gestão. A sugestão dos tópicos e argumentos a serem abordados na visita técnica também podem ser os mesmos utilizados na visita com o reitor e diretores dos *campi*.

Assim, a partir das discussões e deliberações do CONSUP, seriam elaborados os pareceres pelos relatores, que discorreriam sobre a produção mais limpa e, por conseguinte, sendo submetidos à apreciação dos conselheiros, para serem aprovados. A partir desta aprovação, seria elaborada, pelo CONSUP, uma resolução, que discutiria a aprovação da produção mais limpa no IFAM, apresentado os artigos, parágrafos e incisos que iriam regular a metodologia, tornando legítima a aplicação do programa no âmbito das obras e serviços de engenharia. Vale ressaltar que a sequência apresentada para aprovação de resolução é apenas um resumo, havendo ainda etapas adicionais, que não serão discutidas profundamente porque fogem ao escopo desta pesquisa.

Para ilustrar este processo de deliberação do CONSUP, é possível citar o exemplo da Resolução nº 41, de natureza semelhante à sugestão de resolução de produção mais limpa, publicada em meados do ano de 2017, que trata sobre os princípios da política socioambiental do IFAM. Esta resolução foi aprovada mediante extensas discussões e deliberações, com

nomeação de conselheiros, pareceres e votos de conselheiros relatores, votações, dentre outras situações. Os artigos que fazem parte da resolução apresentam diversas disposições sobre a política socioambiental do IFAM, incluindo aspectos como o objetivo, as ações necessárias dos *campi* do IFAM para sua execução, além de identificar diversos termos técnicos de interesse da resolução em um glossário. Portanto, este é um modelo de resolução que pode ser adotado para a legitimação da produção mais limpa no contexto organizacional do IFAM, sendo necessário compatibilizar a estrutura das etapas do programa disposta no manual e discutida nesta pesquisa, com a estrutura de artigos, parágrafos e incisos característica da resolução. Vale ressaltar que o ecotime pode utilizar a presente pesquisa como um ponto de partida para a redação de uma resolução de produção mais limpa.

Outro aspecto digno de consideração é a estrutura organizacional no IFAM que permita a continuidade e o monitoramento constante da produção mais limpa. Conforme mencionado anteriormente, a concentração das atribuições do ecotime em indivíduos pode resultar em uma capacidade limitada de promover mudanças na cultura organizacional, além do fato que estes indivíduos estão sujeitos às mudanças de cargos. Para que esta situação seja evitada, é proposto que a metodologia de produção mais limpa seja inserida no organograma do IFAM, por meio de um departamento apropriado, além da interiorização dos ecotime, com o objetivo de que cada *campus* tenha seu quadro fixo, e assim a implantação do programa não fique dependente somente de uma unidade central.

Já foi verificada anteriormente a intenção da gestão em estabelecer um departamento específico que trate exclusivamente dos aspectos relacionados à gestão ambiental em obras. Este é um passo importante para que a cultura relacionada às obras do IFAM possa ter algumas mudanças, e também vem de encontro com a necessidade de realizar o monitoramento e manter a continuidade da metodologia de produção mais limpa. Em contraste à figura de um único servidor, com atribuições relacionadas ao ecotime, que realiza as ações de produção mais limpa, mas está sujeito às vicissitudes da vida e do mercado de trabalho, um departamento, com atribuições de produção mais limpa e do ecotime, terá um legado mais duradouro, não ligado exclusivamente à figura de um único servidor, mas sim incluindo as contribuições de sucessivos servidores, com atribuições bem definidas, relacionadas à implementação, monitoramento e continuidade da produção mais limpa no IFAM. Esta é a situação ótima, mais próxima do ideal de mudanças relacionadas à cultura organizacional do IFAM. Portanto, para uma efetiva implantação do programa, o departamento de gestão ambiental a ser criado deve receber atribuições relacionadas à produção mais limpa e ao ecotime.

Também é ressaltada a importância da interiorização dos ecotimes, uma vez que as distâncias entre os *campi* da capital e do interior são relativamente altas, além da dificuldade de acesso devido à falta de estradas de rodagem e, em alguns casos, disponibilidade única de meios de transporte fluviais, mais demorados que seu correspondente terrestre.

Assim, levando em consideração a continuidade e o monitoramento do programa de produção mais limpa, devem ser nomeadas equipes de ecotime nos *campi* IFAM do interior, com prioridade para os *campi* onde sejam realizadas mais obras. Para o auxílio das atividades dos ecotimes nestes *campi*, devem ser previstas algumas medidas já discutidas em outras etapas desta pesquisa: a realização de capacitações relacionadas às temáticas da produção mais limpa com os servidores, o contato constante com o ecotime da capital, o compartilhamento de informações entre os diferentes ecotimes, o auxílio técnico prestado pelos servidores com formação acadêmica voltada para a área de construção, o uso de manual de gestão ambiental em obras que apresente conceitos de produção mais limpa, a possível resolução chancelada pelo CONSUP, com as disposições legais necessárias para tornar a aplicação do programa no IFAM legítima, dentre outras medidas.

No que se refere ao plano de implementação propriamente dito, o manual apresenta alguns pontos importante que precisam ser levados em consideração no contexto do IFAM. A seguir são discutidos cada um destes aspectos, sendo também expresso como a etapa deve ser realizada nos processos específicos do IFAM.

As especificações técnicas detalhadas, correspondentes às mudanças de produção mais limpa propostas, podem ser definidas durante a etapa de elaboração do projeto básico, mais especificamente no processo de elaboração do memorial descritivo. Este documento tem como principal função descrever de forma minuciosa os processos construtivos considerados pelo projetista, detalhando as especificações dos materiais, insumos, ferramentas, etc. necessários para a execução do serviço. Assim, as especificações técnicas das medidas de melhoria de produção mais limpa também podem ser acrescentadas ao memorial descritivo na etapa de projeto. De maneira semelhante, o plano para redução de tempo de instalação também pode fazer parte do escopo do memorial descritivo, uma vez que este documento também deve apresentar uma descrição detalhada dos procedimentos adotados para a execução da obra.

Quanto à especificação dos itens de dispêndio, necessária para evitar que os custos ultrapassem o orçamento previsto, é possível verificar que essa consideração também se encaixa na etapa de elaboração do projeto básico, durante o processo de elaboração da memória de cálculo e do orçamento. Estes dois documentos têm como principal finalidade apresentar a

metodologia de cálculo empregada para a determinação dos quantitativos dos serviços e os critérios empregados para a determinação dos preços dos serviços. Portanto, os itens de dispêndio relacionados às opções de produção mais limpa devem ser considerados na etapa de elaboração destes dois documentos, durante o processo de elaboração do projeto básico.

Quantos aos itens restantes do plano de implementação e monitoramento, isto é, a instalação cuidadosa de equipamentos, a realização de controle adequado sobre a instalação e a preparação da equipe e a instalação para o início de operação, é verificado que todos estão diretamente relacionados à execução da obra, de modo que podem ser realizados durante o processo de fiscalização, sobretudo durante a realização da visita semanal à obra. A única exceção é a preparação da equipe e a instalação de início de operação, que devem ser inclusas somente no início da obra, uma vez que a instalação de início de operação está relacionada à execução do canteiro de obras e a preparação da equipe é realizada antes que os serviços propriamente ditos sejam iniciados.

No que tange ao planejamento do sistema de monitoramento das medidas a serem implantadas, é verificado que as considerações apresentadas no manual estão relacionadas, de modo geral, à etapa de planejamento da obra, o que corresponde, no contexto organizacional do IFAM, ao processo de elaboração de projeto básico. É discutido a seguir como cada uma destas considerações presentes no manual se relaciona com os processos específicos do IFAM.

Quanto às considerações relativas ao Sistema de Monitoramento das Medidas, é constatado que a maioria das considerações feitas no manual estão relacionadas ao intervalo de tempo relacionado às medidas de produção mais limpa, como por exemplo quando devem acontecer as atividades determinadas, quando e por quanto tempo as mudanças devem ser monitoradas, quando as opções devem ser implantadas, quanto tempo deve durar o período de testes, dentre diversas outras.

Portanto, levando em consideração este componente temporal nas observações necessárias para a realização do Sistema de Monitoramento das Medidas, é sugerido que o ecotime prepare um cronograma para implementação do programa de produção mais limpa, que delimite os prazos planejados para cada uma destas atividades de monitoramento, delimitando os prazos de início e fim. Com isto, será muito mais prático detectar quais os gargalos da metodologia, quais prazos não estão sendo cumpridos e quem são os responsáveis por eventuais falhas no programa. Devido ao fato de que o ecotime irá necessitar das informações da obra, incluindo os serviços que serão executados, a duração e os prazos para esta execução, este cronograma pode ser elaborado na etapa de elaboração de projeto básico,

mais especificamente durante o processo de elaboração do orçamento e cronograma físico-financeiro da obra.

Por fim, outra medida que pode contribuir para a implementação e continuidade da aplicação do programa de produção mais limpa está relacionada ao processo de medição das obras. Como foi discutido anteriormente, na etapa de modelagem dos processos característicos do IFAM, o processo de medição está diretamente relacionado aos aspectos financeiros, e trata da remuneração da empresa executora pelos serviços prestados ao IFAM.

Ao analisar este processo, é possível verificar os trâmites necessários para que o pagamento efetivamente ocorra, a partir da perspectiva técnica do fiscal de contrato, sendo destacados diversos crivos e análises, que têm como principal objetivo certificar de que os serviços executados na obra foram realizados de forma correta em total completude, e que a documentação comprobatória enviada pela empresa executora se encontra conforme as disposições da legislação vigente.

Em relação à produção mais limpa, este processo de medição pode ser utilizado a favor da permanência e continuidade do programa no âmbito de obras do IFAM. Como foi visto, o fiscal do contrato analisa a medição a partir de um *checklist*, que permite definir se os serviços executados estão conforme a qualidade requerida pelas especificações técnicas do projeto. Portanto, este *checklist* pode ser acrescido de uma seção que trate das medidas de produção mais limpa adotadas pelo IFAM, permitindo que o fiscal do contrato examine se estas medidas foram efetivamente executadas pela empresa contratada ou não.

Ademais, a seção de produção mais limpa do *checklist* também estará atrelada à aprovação do fiscal do contrato, de forma que a medição do contrato só será realizada quando todos os itens do *checklist* forem riscados, e empresa executora só será remunerada se comprovar de forma cabal que as medidas do programa foram realizadas. Considerando que o aspecto financeiro é primordial para a ação das empresas, está é uma forma de garantir que as medidas definidas pelo ecotime, por meio da metodologia de produção mais limpa, realmente saiam do papel e sejam concretizadas, além de ser mais uma opção para garantir a continuidade do programa.

Vale ressaltar a necessidade da previsão em projeto básico, edital de licitação e contrato do *checklist* que contenha as medidas de produção mais limpa definidas pelo ecotime e atrele a realização destas medidas à remuneração da empresa executora, de forma que a adoção do programa não incorra em nenhuma ilegalidade.

5.6.4 Modificação e redesenho do processo

São apresentadas a seguir as modificações de processos do IFAM discutidas e propostas nesta etapa 6 de implementação da produção mais limpa. Os processos remodelados levando em consideração as mudanças propostas nesta pesquisa serão apresentadas de forma consolidada ao final deste capítulo

Conforme discutido anteriormente, os procedimentos necessários para a discussão do programa de produção mais limpa nos órgãos superiores do IFAM não possuem uma relação com os processos institucionais modelados nesta pesquisa. Portanto, não é proposto o redesenho do processo para estes procedimentos.

Já os procedimentos ligados ao plano de implementação da produção mais limpa estão diretamente ligados ao processo de elaboração do projeto básico. Estes procedimentos podem ser adicionados imediatamente após o processo de realização da memória de cálculo e orçamento.

Por outro lado, o plano de monitoramento da produção mais limpa envolve ações realizada *in loco*, no canteiro de obras. Portanto, deve ser integrado ao processo de fiscalização, mais particularmente no decorrer da visita semanal a obra.

Para o *checklist* de produção mais limpa, apesar de também estar relacionado à fiscalização de obras, se encaixa melhor no processo de medição, podendo ser inserido nos processos de verificação de conformidades.

5.7 Processos Redesenhados

A seguir são apresentados os processos remodelados de forma consolidada, incluindo todas as mudanças propostas nesta pesquisa, destacadas na cor verde.

5.7.1 Processo fiscalização

O processo de fiscalização alterado com as medidas de produção mais limpa é apresentado na figura 11. Neste processo foram inseridos processos relativos à etapa 2 de planejamento e organização, à etapa 3 de pré-avaliação, à etapa 4 de avaliação, à etapa 5 de viabilidade e da etapa 6 de implementação.

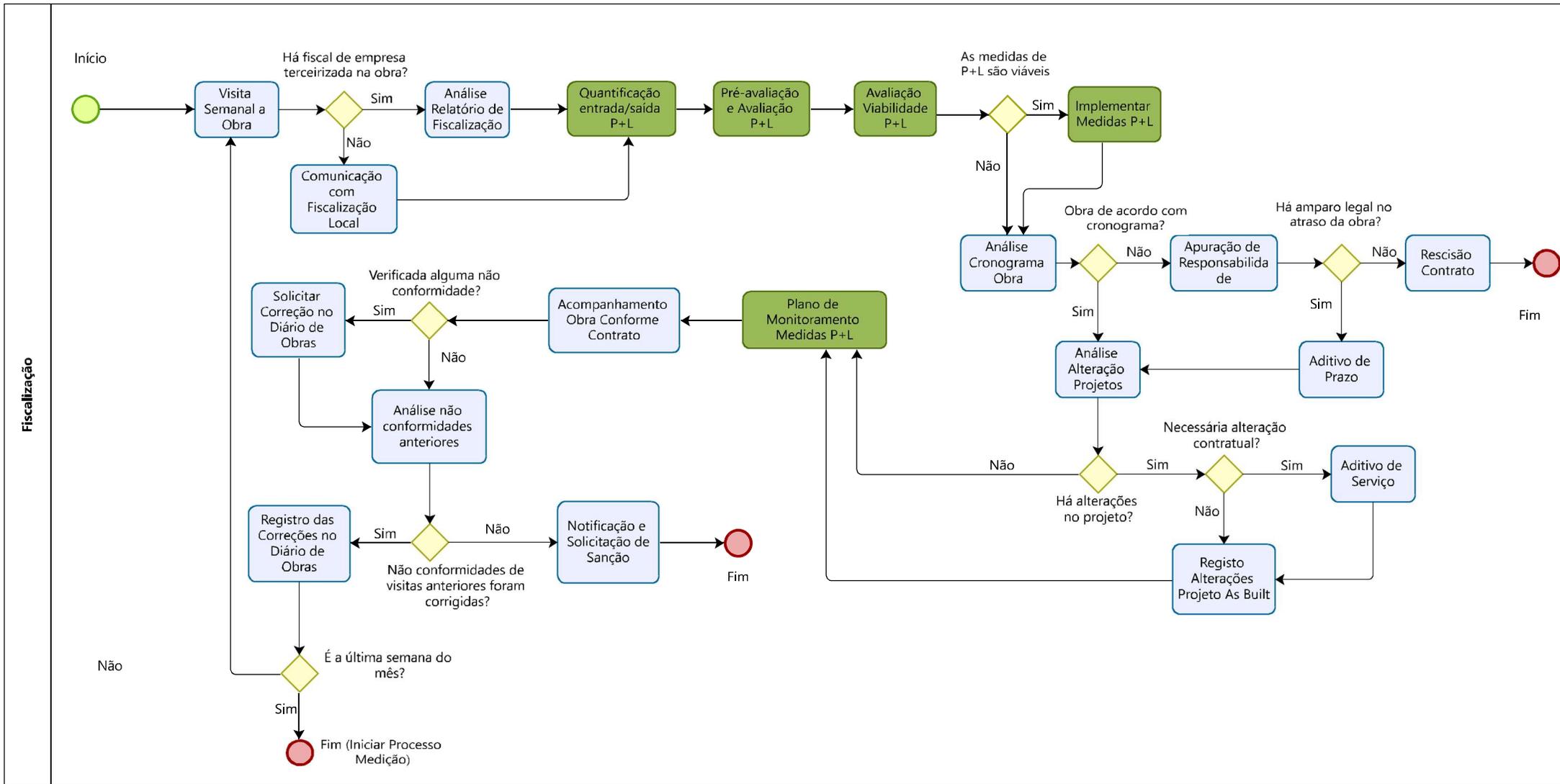
5.7.2 Processo medição

O processo de medição de contrato sofreu uma alteração de produção mais limpa referente a etapa 6 de implementação. O processo redesenhado é apresentado as seguir, na figura 12.

5.7.3 Processo projeto básico

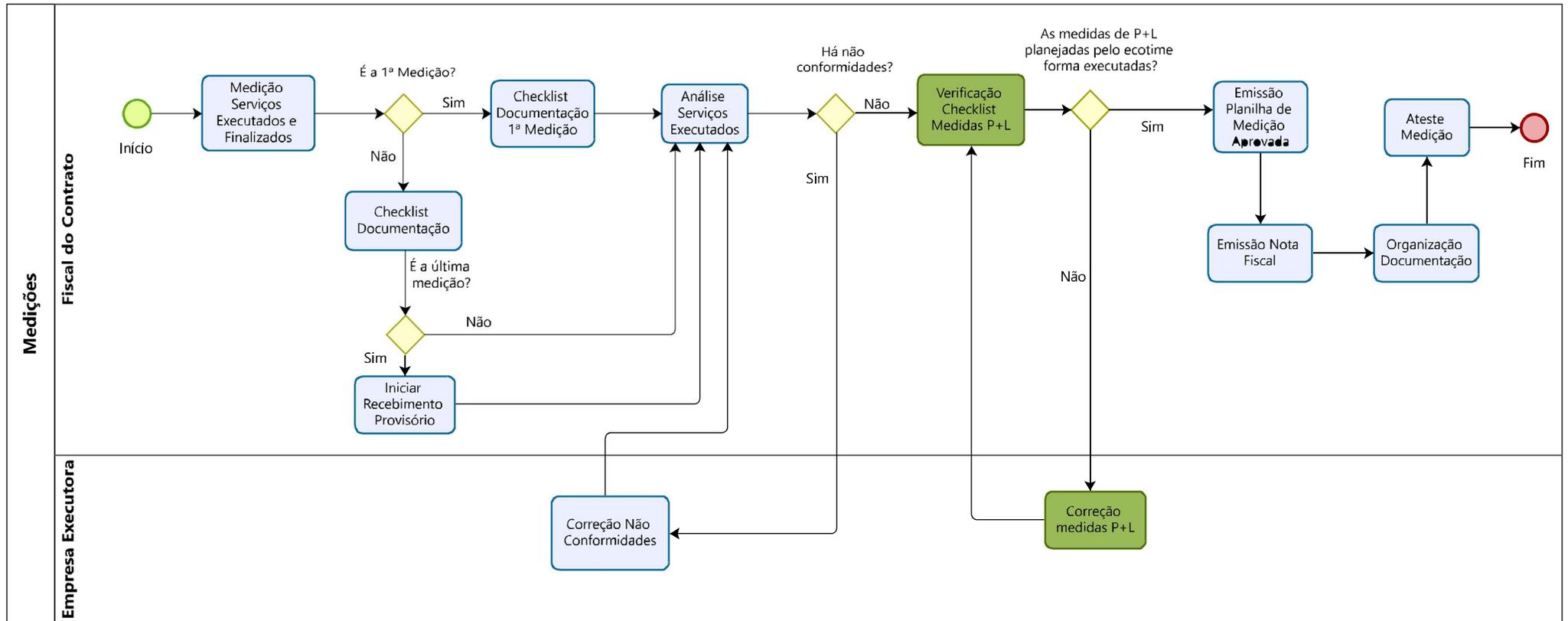
Por fim, o processo de projeto básico passou por modificações relacionadas à etapa 2 de planejamento e organização, à etapa 3 de pré-avaliação, à etapa 4 de avaliação, à etapa 5 de viabilidade e à etapa 6 de implementação. As alterações são apresentadas no redesenho do processo, mostrado na figura 13.

Figura 11 - Processo fiscalização modificado P+L.



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 12 - Processo medição modificado P+L.



Fonte: Autoria própria (2022)

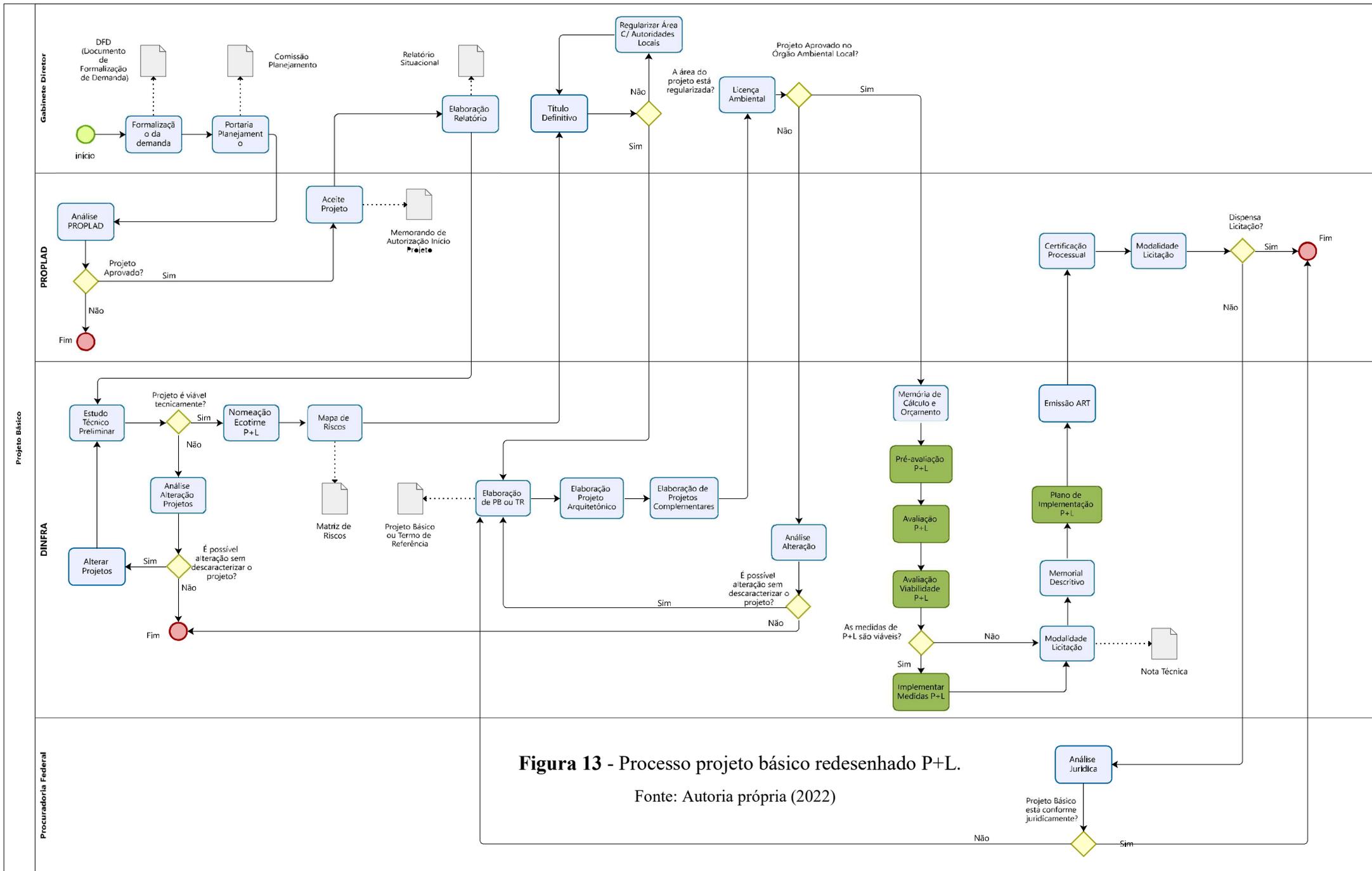


Figura 13 - Processo projeto básico redesenhado P+L.

Fonte: Autoria própria (2022)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração a demanda crescente por tecnologias e processos alinhados ao desenvolvimento sustentável e que gerem menos impactos no meio ambiente, se faz mister que as organizações que fazem parte do poder público reconheçam sua parcela de responsabilidade primordial frente aos graves desafios ecológicos que as sociedades contemporâneas enfrentam, e que a administração pública promova práticas que permitam que os danos e impactos ambientais sejam mitigados.

Neste sentido, a aplicação de uma metodologia de produção mais limpa pode representar uma oportunidade de melhoria no gerenciamento ambiental das obras e construções, uma vez que esta metodologia permite uma redução de ineficiências relacionadas aos desperdícios de energia, materiais e insumos, além da diminuição de geração de resíduos nos processos produtivos.

A problemática discutida nesta pesquisa envolve a adoção de uma metodologia de produção mais no contexto das obras do IFAM, que é uma organização de referência na região amazônica que, dentre outros objetivos, possui a missão de promover o desenvolvimento sustentável na Amazônia. O atual estágio de interiorização deste Instituto torna propícia uma abordagem de produção mais limpa, que tem se mostrado viável em uma série de contextos semelhantes ao abordado nesta pesquisa.

Os resultados obtidos por meio da pesquisa permitiram caracterizar uma parte da realidade institucional do IFAM, relacionada às obras e serviços de engenharia, além de possibilitar um conhecimento mais apurado do contexto organizacional da instituição e como este contexto se relaciona com a metodologia de produção mais limpa, tanto no que se refere aos processos, definidos por meio da modelagem, quanto da percepção dos servidores, analisada por meio do questionário.

O primeiro percalço encontrado na realização da pesquisa foi o estudo dos processos, uma vez que estes não foram encontrados no âmbito institucional, não havendo documentação formal nem representação gráfica que esclareça como são realizadas a elaboração do projeto básico, a fiscalização das obras e a medição dos contratos.

Para o preenchimento destas lacunas, foi de fundamental importância a participação dos servidores do IFAM, que compreenderam as necessidades de mudanças e melhorias no que se refere aos desperdícios vivenciados nas obras, e contribuíram tanto na realização das entrevistas quanto nas respostas obtidas por meio dos questionários.

O mapeamento dos processos do IFAM relacionados às obras permitiu um conhecimento mais aprofundado sobre cada uma das etapas que compõe o planejamento e execução de uma obra. Por meio do mapeamento do processo de elaboração do projeto básico foram definidos todos os trâmites necessários para a aprovação e elaboração de um projeto de engenharia, desde as etapas iniciais de formalização de demanda até a entrega do projeto para a licitação, incluindo os trâmites do projeto nas diversas diretorias e departamentos. O mapeamento do processo de fiscalização de obras evidenciou os procedimentos rotineiros realizados durante as inspeções *in loco* no canteiro de obras, incluindo todo o acompanhamento e análise de inconformidade, garantindo que a obra possua a qualidade esperada e atenda às necessidades dos usuários. O mapeamento do processo de medição do contrato mostrou todos os procedimentos e trâmites, realizados pelo fiscal do contrato, necessários para que a empresa executora da obra seja remunerada pelos seus serviços prestados ao IFAM, incluindo as análises de documentação e serviços executados.

Todos estes processos modelados foram de importância capital para análise da produção mais limpa, uma vez que permitiram examinar com clareza como as etapas de aplicação da metodologia elencadas no manual podem ser aplicadas no contexto organizacional do IFAM. A partir desta análise também foi possível estabelecer como a metodologia exposta no manual, que foi elaborado levando em consideração o contexto de organizações da iniciativa privada, pode ser modificada e adaptada, com o objetivo de tornar possível a aplicação do programa de produção mais limpa no contexto de órgãos que fazem parte da administração pública, como é o caso do IFAM.

A realização do questionário com os servidores do IFAM também foi de suma importância para avaliar as condições existentes para a aplicação do programa de produção mais limpa. Por meio das respostas foi possível avaliar as características dos respondentes, quanto a aspectos relacionados à formação acadêmica, experiência profissional e conhecimentos sobre a metodologia. Também foi realizada a apreciação dos aspectos organizacionais relevantes para a aplicação do programa, como a quantidade de servidores técnicos atuantes e os objetivos e metas relacionados à gestão ambiental em obras. Por conseguinte, foram avaliados os aspectos de produção mais limpa de forma geral, incluindo uma análise nas atividades principais desempenhadas pelos servidores: a elaboração de projeto básico e a fiscalização de obras. Por fim, foram observadas quais barreiras podem se interpor na aplicação da metodologia no âmbito de obras do IFAM. Todas estas questões permitiram que as percepções dos servidores fossem

levadas em consideração na proposta de metodologia de produção mais limpa apresentada nesta pesquisa.

Por fim, foi elaborada a proposta de metodologia de produção mais limpa propriamente dita, tendo em conta os dados levantados da caracterização do IFAM. Optou-se por dividir as etapas de aplicação da metodologia em seis, de forma semelhante à considerada no manual que foi tomado como referência. Em cada etapa foram discutidas quais as medidas de produção mais limpa presentes no manual, a análise da aplicabilidade destas medidas no contexto do IFAM, as sugestões de modificações para que estas medidas sejam aplicáveis no âmbito das obras do IFAM e, por fim, como as modificações sugeridas podem ser agregadas aos processos de elaboração de projeto básico, fiscalização de obra e medição de contrato, modelados nesta pesquisa.

Como ficou patente na discussão das etapas da metodologia de produção mais limpa propostas, para a aplicação do programa no âmbito de obras do IFAM são necessárias diversas mudanças substanciais, em diferentes níveis organizacionais, que dependem da ação, do comprometimento e da sensibilização de uma grande variedade de servidores com diferentes atribuições. Não obstante as dificuldades relacionadas à realização destas mudanças, além dos desafios que o IFAM precisa enfrentar na disseminação de uma educação tecnológica integral em um estado de dimensões continentais como o Amazonas, estas transformações precisam acontecer, sobretudo em um contexto ambiental cada vez mais trágico, onde as mudanças no meio ambiente já podem ser percebidas pelas populações de forma premente.

Por fim, espera-se que esta pesquisa tenha conseguido evidenciar a necessidade imediata de mudanças no contexto de obras que, infelizmente, ainda é conhecido pelos desperdícios e ineficiências, e também destacar que as discussões aqui realizadas apontam que a aplicação de uma metodologia de produção mais limpa é perfeitamente aplicável no contexto de obras e serviços de engenharia do IFAM, desde que seja realizada uma análise criteriosa de como se dará esta aplicação.

As limitações desta pesquisa estão relacionadas ao escopo dos processos analisados, que, como foi mencionado, se resumiram exclusivamente aos processos nos quais a Diretoria de Infraestrutura desempenha um papel decisivo, sendo necessário, portanto, levar em consideração as atribuições dos outros departamentos. Além disso, foi realizada a observação de um manual específico de produção mais limpa, voltado para a construção de edifícios, havendo, portanto, possibilidade de expandir esta análise a partir da observação de outros manuais do programa.

REFERÊNCIAS

- ABBASI, K. R; HUSSAIN, K; REDULESCU, N; OZTURJ, I. Does natural resources depletion and economic growth achieve the carbo neutrality target of the UK? A way forward towards sustainable development. **Resources Policy**, 74, 102341, 2021.
- ALVARADO, R; TILLAGUANDO, B; DAGAR, V; AHMAD, M; ISIK, C; MÉNDEZ, P; TOLEDO, E. Ecological footprint economic complexity and natural resources rents in Latin America: empirical evidence using quantile regressions. **Journal of Cleaner Production**, 318, 128585, 2021.
- ARAUJO, Alexandre Feller de. **A aplicação da metodologia de produção mais limpa: estudo de caso em uma empresa do setor da construção civil**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- ARAÚJO, Viviane Miranda. **Práticas recomendadas para a gestão mais sustentável de canteiros de obras**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia) — Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia e Construção Civil, São Paulo, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004:2004**: resíduos sólidos — classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ASHTON, W.S; PANERO, M.A; CRUZ, C.I; MARTIN, M.H. Financing resource efficiency and cleaner production in Central America. **Clean Tech Environ Policy**, 20, p.53-63, 2018.
- BARCELOS, R.L; MAGNANO, R.F; LERIPIO, A.A. Analysis of the technological impact on industry and its effects on waste production and disposal: a cases study of the surfboard manufacturing industry. **Ciência e Natura, Santa Maria**, v.40, e.49, 2018.
- BARNABY, F. **Our common future – the brundtland-comission report**, 1987. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2021.
- BARROS, H.S; SOUZA, F.L. Resíduos urbanos: desafios para implantação da Política Nacional de Resíduos no município de Mossoró-RN. **Geografia, Ensino & Pesquisa**, vol.21, n.2, p.188-196, 2017.
- BEGUM, R.A; SIWAR, C; PEREIRA, J.J; JAAFAR, A.H. A benefit-cost analysis on the economic feasibility of construction waste minimization: the case of Malaysia. **Resources Conservation & Recycling**, 48, 86-98, 2006.
- BELAYUTHAM, S; GONZÁLEZ, V.A; YIU, T.W. Clean-lean administrative processes: a case study on sediment pollution during construction. **Journal of Cleaner Production**, 126, p.137-147, 2016.
- BERKEL, R.V. Evaluation of the global implementation of the UNIDO-UNEP national cleaner production centres (NCPC) programme. **Clean Tech Environ Policy**, 13, p.161-175, 2010.

BEZERRA, A. N; SILVA, L.A; CABRAL, A.C.A; SANTOS, S.M. Agenda ambiental na administração pública – A3P: um estudo em instituições sediadas em Fortaleza – Ceará. *In: ENGEMA*, 2015. **Anais** [...]. Fortaleza: 2015.

BONJARDIM, E.C; PEREIRA, R.S; GUARDABASSIO, E.V. Análise bibliométrica das publicações em quatro eventos científicos sobre gestão de resíduos sólidos urbanos a partir da Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei nº 12.305/2010. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v.46, p.313-333, ago., 2018.

BORGES, T.M.D. **Desenvolvimento de uma escala para medição de práticas de produção mais limpa (P+L)**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) — Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2020.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 5 de 26 de maio de 2017. **Dispõe sobre as regras e diretrizes do procedimento de contratação de serviços sob o regime de execução indireta no âmbito da Administração Pública federal direta, autárquica e fundacional**. Brasília, 26 mai. 2017.

_____. Instrução Normativa Nº 58 de 8 de agosto de 2022. **Dispõe sobre a elaboração dos Estudos Técnicos Preliminares - ETP, para a aquisição de bens e a contratação de serviços e obras, no âmbito da administração pública federal direta, autárquica e fundacional, e sobre o Sistema ETP digital**. Brasília, 24 ago. 2022.

_____. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. **Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 jun. 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18666cons.htm. Acesso em: 23 set. 2022.

_____. Lei nº 11.892 de dezembro de 2008. **Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências**. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11892.htm. Acesso em: 13 abr. 2022.

BRIZOLA, J. FANTIN, N. A revisão da literatura e revisão sistemática da literatura. **Relva**, Juara/MT/Brasil, v.3, n.2, p.23-39, jul./dez.2016.

BRINER, R.B; DENYER, D. Systematic review and evidence synthesis as a practice and scholarship tool. In: D.M. Rousseau (Ed.). **The Oxford handbook of evidence-based management**, Oxford: Oxford University Press, 2012, p.122-129.

CARNEIRO, A. P.; BRUM, I.A.S.; CASSA, J.C.S. (org.). **Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção: projeto entulho bom**. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 312p. 2001.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. Aspectos da construção sustentável no Brasil e promoção de políticas públicas. São Paulo, 2014.

_____. **Materiais componentes e a construção sustentável**. CT Materiais, 2009.

CARMICHAEL, D.G; SHEN, X; PEANSUPAP, V. The relationship between heavy equipment cost efficiency and cleaner production in construction. **Journal of Cleaner Production**, 211, p.521-529, 2019.

CARVALHO, D. B.; SOUZA, E. S. Agenda ambiental da administração pública (A3P) e licitações sustentáveis: um estudo no restaurante universitário da Universidade Federal do Piauí. *In: Coloquio de Gestión Universitaria en Américas*, 13, 2013. **Anais [...]**: 2013.

CAVALHEIRO, A.R.R; GAZOLLA, M; MARINI, M.J. Tecnologia social: contribuição à política nacional de resíduos sólidos. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v.15, n.38, p.58-74, out/dez. 2019.

CATAPAN, D.C.; CATAPAN, A.; CATAPAN, E.A. Produção mais limpa – a terceira geração da gestão ambiental. *In: ENEGEP*, 30, 2010, São Carlos. **Anais [...]**. São Carlos: 2010.

CICCOZZI, R; CHECKENYA, R; RODRIGUEZ, A.V. Recent experiences and challenges in promoting cleaner production investments in developing countries. **Journal of Cleaner Production**, 11, p.629-638, 2002.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução N° 307, de 05 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Publicada no DOU de 17 de julho de 2002.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Guia para produção mais limpa**. 2003.

CORAZZA, C.R. **Otimização de processos de produção em uma empresa de manutenção predial com base na produção mais limpa**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia) — Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.

CORREIA, L.G.M; CONCEIÇÃO, R.D.P. Produção mais limpa no planejamento de obras públicas: estudo de caso da construção de um laboratório. *In: Congresso de Administração, Sociedade e Inovação*, 2021. **Anais [...]**. Rio de Janeiro, 2021.

CHAVES, A.C.C; SILVA, F.F. Desenvolvimento sustentável com ênfase na produção mais limpa: estudo sobre as construtoras de Maringá. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.1, n.3, p.365-356, set./dez.2008.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS. Implementação de Programas de Produção mais limpa. Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas, 2003, 42 p.

CONSELHO NACIONAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO. **Metodologia de Gestão por Processos**. 2016.

CRESWELL, J.W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 296p.

CUI, J; LI, J; XIAO, J; YAO, J; YANG, Z. Reclamation pathway of waste piles: A case study in Shanghai. **Journal of Cleaner Production**, 253, 119919, 2020.

DINPANA, G; LASHGARARAM F. Designing an optimum model for protection and improvement of sustainability of natural resources and environment in Iran. **New York Academy of Sciences**, New York, 1140, p.60-67, 2008.

DUAN, H; WANG, J; HUANG, Q. Encouraging the environmentally sound management of C&D waste in China: An integrative review and research agenda. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 43, p.611-620, 2015.

ELKINGTON, J. **Cannibals with forks**. Oxford: Capstone Publishing Limited, 1997.

FONGANG, R.T.T; PEMNDJE, J; LEMOUGNA, P.N; MELO, U.C; NANSEU, C.P. Cleaner production of the lightweight insulating composites: Microstructure, pore network and thermal conductivity. **Energy and Building**, 2017, p.113-122, 2015.

FRONDEL, M; HORBACH, J; RENNINGS, K. End-of-pipe or cleaner production? An empirical comparison of environmental innovations decisions across OECD countries. **Business Strategy and the Environment**, n.16, p.571-584, 2007.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: filosofia da informação**, Rio de Janeiro, v.6, n.1, p.57-73, set.2019/fev.2020.

GERÊNCIA EXECUTIVA DE AUDITORIA CGE PB. **Manual Orientativo de Fiscalização de Obras e Serviços de Engenharia CGE PB**, v.1, 2014.

GHISELLINI, O; JI, X; LIU, G; ULGIATI, S. Evaluating the translation towards cleaner production in the construction and demolition sector of China: a review. **Journal of Cleaner Production**, 195, p.418-434, 2018.

GIANNETTI, B.F; AGOSTINHO, F; ERAS, J.J.C; YANG, Z; ALMEIDA, C.M.V.B. Cleaner production for achieving the sustainable development goals. **Journal of Cleaner Production**, 271, 122127, 2020.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2017. 196p.

GLOBALABC. **019 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector** GlobalABC. Disponível em: <https://globalabc.org/sites/default/files/2020-03/GSR2019.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2022.

GOMES, I. S.; CAMINHA, I. O. Guia para estudos de revisão sistemática: uma opção metodológica para as ciências do movimento humano. **Movimento**, Porto Alegre, v.20, n.01, p.395-411, jan/mar de 2014.

GOMES, L.D; LIMA, L.B; FRANCO, E.A.P. Gestão ambiental corporativa: análise da aplicação da metodologia de produção mais limpa (P+L). **e-xacta**, Belo Horizonte, v.9, n.2, p.83-100, nov.2016.

GUARDIA, M. **Proposta de integração de práticas da Engenharia e Gestão do Ciclo de vida nas etapas de Produção mais Limpa**. 2016. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção) — Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

GUNNARSDOTTIR, I; DAVIDSDOTTIR, B; WORREL, S; SIGURGEIRSDOTTY, S. Sustainable energy development: History of the concept and emerging themes. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 141, 110770, 2021.

GUPTA, H; KUMAR, A; WASAN, P. Industry 4.0, cleaner production and circular economy: An integrative framework for evaluating ethical and sustainable business performance of manufacturing organizations. **Journal of Cleaner Production**, 295, 126253, 2021.

HAMED, M.M; MAHGARYM Y.E. Outline of a national strategy for cleaner production: the case of Egypt. **Journal of Cleaner Production**, 12, p.327-336, 2004.

HENS, L; BLOCK, C; CABELLO-ERAS, J.J; SAGASTUME-GUTIEREZ, A; GARCIA-LORENZO, D; CHAMORRO, C; MENDOZA, K.H; HAESELDONCKX, D; VANDECASTEELE, C. **Journal of Cleaner Production**, 172, p.3323-3333, 2018.

HERZER, E; ROBINSON, L.C; NUES, F.L. Simbiose industrial e produção mais limpa como estratégias de gestão ambiental. **Revista Ingeniería Industrial**, 2017, v.16, n.3, p.273-288, 2017.

HIEBL, M.R.W. Sample selection in systematic literature reviews of management research. **Organization Research Methods**. XX(X), p.1-33, 2021.

HUHTALA, A. Promoting financing of cleaner production investments— UNEP experience. **Journal of Cleaner Production**, 11, p.615-618, 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PIB e construção civil**. 2020. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>. Acesso em: 13 abr. 2022.

IFAM. **Plano de Desenvolvimento Institucional – PDI 2019-2023**. Disponível em: <http://www2.ifam.edu.br/pro-reitorias/desenvolvimento-institucional/plano-de-desenvolvimento-institucional/pdi-2019-2023>. Acesso em: 13 abr. 2022.

_____. Resolução N^a 41-CONSUP/IFAM, de 22 de agosto de 2017. **Que dispõe sobre a aprovação dos Princípios da Política Socioambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas-IFAM**. Manaus, 2017.

INSTITUTO CIDADES SUSTENTÁVEIS. **Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil**. Disponível em: <https://idsc.cidadessustentaveis.org.br/>. Acesso em: 23 nov. 2022.

KARPISNKI, L.A; PANDOLFO, A; REINEHER, R; GUIMARÃES, J.C.; PANDOLFO, L.M; KUREK, J. **Gestão Diferenciada de Resíduos da Construção Civil**. Porto Alegre: **Edipucrs**, 2009.

KHALILI, N.R; DUECKERM S; ASHTON, W; CHAVEZ, F. From cleaner production to sustainable development: the role of academia. **Journal of Cleaner Production**, 96, p.30-43, 2015.

KITCHENHAM, B.A.; DYBA, TORE; JORGENSEN, MAGNE. Evidence based software engineering. In: 26th International conference on software engineering. **Proceedings [...]** IEEE Computer Society, 2004. p. 273-281.

KITCHENHAM, B; BRERETON, O.O; BUDGEN, D; TURNER, M; BAILEY, J; LINKMAN, S. Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review. **Information and Software Technology**, 51, p.7-15, 2009.

LEITE, E.A. **A expansão e a interiorização da educação profissional e tecnológica do Amazonas**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) — Faculdade de Tecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013.

LIU, Q; WANG, Q. How China achieved its 11th five-year plan emissions reduction target: a structural decomposition analysis SO₂ and chemical oxygen demand. **Science of Total Environment**, 574, p.1104-1116, 2017.

LUKEN, R.A; NAVRATIL, J. A programmatic review of UNIDO/UNEP national cleaner production centres. **Journal of Cleaner Production**, 12, p.195-205, 2004.

LUKEN, R.A; BERKEL, R.V; LEUENBERGER, H; SCHWAGER, P. A 20-year retrospective of the National Cleaner Production Centers programme. **Journal of Cleaner Production**, 112, p.1165-1174, 2015.

MANZINI, E.J. Uso da entrevista em dissertações e teses produzidas em um programa de pós-graduação em educação. **Revista Percursos – Nemo**, Maringá, v.4, n.2, p.149-171, 2012.

MARCUZ JUNIOR, M; SAUBERLICH, R; FARIAS, L.A; TESSER, D.P. Sustentabilidade no setor público brasileiro e nas instituições públicas de ensino superior: análise da produção científica em periódicos nacionais. **Revista Brasileira de Administração Científica**, v.11, n.3, p.183-198, 2020.

MARQUES, D.C.R. **Mapeamento de processos no setor público: uma proposta para o processo de aquisições de materiais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Oaraíba – campus de Princesa Isabel**. Dissertação (Mestrado em Gestão Pública) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

MATOS, L.M; ANHOLON, R; SILVA, D; ORDOÑEZ, R.E.C; QUELHAS, O.L.G; FILHO, W.L.; SANTA-EULALIA, L.A. Implementation of cleaner production: A ten-year retrospective on benefits and difficulties found. **Journal of Cleaner Production**, 187, p.409-420, 2018.

MATTOSINHO, C.M.S. **Um estudo multicaso sobre a aplicabilidade da metodologia de produção mais limpa em construtoras do setor de edificações da região metropolitana do Recife/PE**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) — Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

MATTOSINHO, C.; PIONÓRIO, P. Aplicação da produção mais limpa na construção civil: uma proposta de minimização de resíduos na fonte. In: IWACP, 2, 2009. São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: 2009.

MEDEIROS, D.D; CALÁBRIA, F.A; SILVA, G.C.S; FILHO, J.C.G.S. Aplicação da produção mais limpa em uma empresa como ferramenta de melhoria contínua. **Produção**. V.17, n.1, p.109-128, jan./abr. 2007.

MELLO, C.A. **Produção mais limpa: um estudo de caso na AGCO do Brasil**. 2002. Dissertação (Mestrado em Administração) — Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

MELLO, M.S.V.N.M. **De escola de aprendizes artífices a Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas: cem anos de história**. Manaus, 2010.

MIGLIANO, J.E.B. A Política Nacional de Resíduos Sólidos como indutora de estratégias da produção mais limpa e sustentabilidade. In: 4th International Workshop Advances in Cleaner Production, 2013, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: 2013.

MILAN, G.S.; GRAZZIOTIN, D.B. Um estudo sobre a aplicação da produção mais limpa (P+L). **GEPROS**. Ano 7, nº 1, jan-mar/2012, p. 127-140.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Cartilha A3P - Como Implantar a A3P. 2. ed. Brasília, 2016. 20 p.

MOHAMMADHOSSEINI, H; ALYOUSEF, R; TAHIR, M.D. Towards Sustainable Concrete Composites through waste valorization of plastic food trays as low-cost fibrous materials. **Sustainability**, 13, 2073, 2021.

MONTEIRO, J.J; RENGEL, R; ROSA, F.S; LUNKES, R.J; HASKEL, A.P. Reflexos da Covid-19 no orçamento público do governo federal. **Revista Gestão Organizacional**, Chapecó, v.14, n.1, p.97-116, jan./abr. 2021.

NETO, G.C.O; FILHO, M.G; VENDRAMETTO, O; GANGA, G.M.D; NAAS, I.A. Governança corporativa voltada à produção mais limpa: influência dos stakeholders. **Gest. Prod.**, São Carlos, v.22, n.1, p.181-200, 2015.

NETO, G.C.O; SHIBAO, F.Y; FILHO, M.G. The state of research on cleaner production in Brazil. **RAE**, São Paulo, v.56, n5, p.547-577, set./out. 2016.

OFEK, S; PORTNOV, B.A. Differential effect of knowledge on stakeholders' willingness to pay green building price premium: implications for cleaner production; **Journal of Cleaner Production**, 251, 119575, 2020.

OLIVEIRA, M.M. **Como fazer projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses**. 5.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 190p.

OLIVEIRA, S.B. **Levantando os processos da sua organização**: foco na modelagem estratégica. 03 ago.2021. Apresentação em Slide. 24 slides. Aula da disciplina Gestão por Processo.

OLIVEIRA, V.M; CORREIA, S.E.N; GOMEZ, C.R.S. Cultura de consumo, sustentabilidade e práticas empresarias: como as empresas podem contribuir para promover o valor simbólico da sustentabilidade nas atividades de consumo? **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, vol. 5, n. 1, janeiro/abril, 2016.

PAULA, A.P. Administração pública brasileira entre o gerencialismo e a gestão social. **Revista de Administração de Empresas**. v.45, n.1, jan./mar., 2005.

PAZ, D.H.F; NETO, F.C.S; LAFAYETTE, K.P.V; MALAFAYA, F. Analysis of sustainability indicators on management construction site CDW in Recife, Brazil. **EJGE**, vol.19, 1377-1389. 2014.

PEIXOTO, C. S. B. S; FILHO, R.A.M; MORAES, I.C; VIEIRA, L.G.H.S; SOUZA, M.E.J. Práticas sustentáveis na administração pública: uma análise bibliométrica das publicações nacionais. *In*: CASI, 11, 2018, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: 2018.

PENG, H. LIU, Y. A comprehensive analysis of cleaner production policies in China. **Journal of Cleaner Production**, 135, p.1138-1149, 2016.

PEREIRA, G.R. **Subsídios para implantação da produção mais limpa no Brasil**. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

PEREIRA, G.R; SANT'ANNA, F.S.P. Uma análise da produção mais limpa no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**. Rio de Janeiro, n.2, p.17-26, jun.2012.

PETEK, J. GLAVIÇ, P. Improving the sustainability of regional cleaner production programs. **Resources, Conservation & Recycling**, 29, p.19-31, 1999.

PORSSE, A.A; SOUZA, K.B; CARVALHO, T.S; VALE, V.A. **Impactos econômicos da COVID-19 no Brasil**. Nota Técnica NEDUR-UFOR N° 01-2020, Núcleo de Estudos em Desenvolvimento Urbano e Regional (NEDUR) da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Abril/2020.

RAMOS, A.R; FERREIRA, J.C.E; KUMAR, V; GARZA-REYES, J.A; CHERRAFI, A. A lean and cleaner production benchmarking method for sustainability assessment: A study of manufacturing companies in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, 177, p.218-231, 2018.

REZENDE, C.L.; FARIAS, M.M.; SILVA, R.C.S. Produção mais limpa, redução e reaproveitamento dos resíduos de construção e demolição (RCD). *In*: CONNEPI, 7, 2012, Palmas. **Anais [...]**. Palmas: 2012.

ROBSON, C. McCARTAN, K. R. **Real world research**: A resource for users of social research methods in applied settings (4th ed.). Chichester: Wiley

RODRIGUES, S.L; SOUZA, J.V.O. Modelagem de processos de negócios: um estudo sobre os processos de gestão de compras farmacêuticas em hospital da rede privada de Teresina-PI. **Revista de Gestão em Sistemas de Saúde**. v.4, n.1, jan./jun. 2015.

ROHRICH, S.S; TAKAHASHI, A.R.W. Sustentabilidade ambiental em Instituições de Ensino Superior, um estudo bibliométrico sobre as publicações nacionais. **Gestão e Produção**, São Carlos, v.26, n.2, e2861, 2019.

SANTOS, M. A.; BARRETO, R. S. **Mapeamento sistemático**. Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2015.

SANTOS, J.E.S.S; ELK, A.G.H.P. Política Nacional de Resíduos Sólidos: breve análise do legado de uma década. **Revista Internacional de Ciências**, Rio de Janeiro, v.11, n.02, p.229-243, mai-ago 2021.

SANTOS, C. M.; GERBER, W. D. Ecoeficiência na construção civil: implantação de programa de produção mais limpa na construção de um conjunto de casas de alto padrão na cidade de pelotas/RS. In: ConGeA, 3, 2012, Goiania. **Anais [...]**. Goiania: 2012.

SANTOS, F.F; QUEIROZ, R.C.S; NETO, J.A.A. Avaliação da aplicação de técnicas de produção mais limpa em um laticínio no Sul da Bahia. **Gestão e Produção**, São Carlos, v.25, n.1, p.117-131, 2018.

SANTOS, J.G; SILVA, Y.D. Práticas de gestão ambiental e produção mais limpa: uma análise do processo produtivo da cachaça sanhaçu. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v.3, n.3, p.1-17, dez., 2017.

SARK, D. SENA, A.A. Cleaner production status in the Middle East and North Africa region with special focus on Egypt. **Journal of Cleaner Production**, 141, p.1074-1086, 2017.

SEBRAE; CEBDS. PMAISL – Rede Brasileira de Produção mais Limpa. 2010

CNTL; SENAI-RS. Produção Mais Limpa em Edificações, Porto Alegre, 2007.

SEVERO, E.A; GUIMARÃES, J.C.F; DORION, E.C.H. Cleaner production, environmental sustainability and organizational performance: an empirical study in the Brazilian metal-mechanic. **Journal of Cleaner Production**, 96, p.118-125, 2015.

SHI, L; LIU, J; WANG, Y; CHIU, A. Cleaner production progress in developing and transition countries. **Journal of Cleaner Production**, 278, 123763, 2021.

SILVA, H.G; FERREIRA, J.C.E; KUMAR, V; GARZA-REYES, J.A. Benchmarking of cleaner production in sand mould casting companies. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v.31, n.5, p.1407-1435, 2020.

SILVA, M.C.A; NASCIMENTO, A.C.S; NEVES, R.M; SOUZA, P.S.L; SANTOS, E.N. Identificação de oportunidades em produção mais limpa (P+L) na construção civil: uma abordagem teórica e utilitarista. In: ConBRepro 3, 2013, Ponta Grossa. **Anais [...]**. Ponta Grossa: 2013.

SILVA, R.C. **Financiamento para produção mais limpa: a análise do caso brasileiro**. 2003. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) — Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2003.

SILVA, R.C; BARROS, G.F. Produção mais limpa (P+L) no Brasil: vantagens e limitações. *In: Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente*, 7, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: 2003.

SILVA, R. A; SANTIAGO, V.D; CÂMARA, H.M.S; FILHO, A.C.B; TORRES, M.B.R. A produção mais limpa e seus impactos na ambiência da construção civil. *In: Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente*, 19, 2017, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: 2017.

SIMIÃO, Juliana. **Gerenciamento de resíduos sólidos industriais em uma empresa de usinagem sobre o enfoque da produção mais limpa**. 2011. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) — Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SOUZA, U. E. L; PALIARI, J.C; AGOPYAN, V; ANDRADE, A.C. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 33-46, out./dez. 2004.

TEDDLIE, C; TASHAKKORI, A. **Foundations of mixed methods research**. Los Angeles: SAGE Publications, 2009. 339p

UNEP. **Cleaner Production: A Training Resource Package**. 1 ed., 1996.

_____. Environmental agreements and cleaner production: questions and answers, 2006. Disponível em: <http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DTIx0833xPA-EnvAgreementsEN.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2022.

UNIDO. Manual of the development of cleaner production policies – approaches and instruments. Vienna, 2002. Disponível em: https://www.unido.org/sites/default/files/2007-11/9750_0256406e_0.pdf. Acesso em: 13 abr. 2022.

UNIDO. Guidance manual: how to establish and operate cleaner production centres, 2012. Disponível em: <http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/WEBx0072xPA-CPcentre.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2022

VAZ, C.R; FAGUNDES, A.B; OLIVEIRA, I.L; SELIG, P.M. Conceitos e metodologias para um mundo sustentável: uma reflexão da PL, P+L e produção enxuta. **Gestão da Produção, Operação e Sistemas**, n.1, p.83-99, jan/mar 2011.

VERGARA, S.C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2004. 96p.

VIEIRA, L.C; AMARAL, F.G. Barriers and strategies applying cleaner production: a systematic review. **Journal of Cleaner Production**, 113, p.5-16, 2016.

- VIEIRA, L. C; AMARAL, F.G. Barriers and critical success factors applying cleaner production: a survey with Brazilian specialists. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, vol.14, n.4, pp.603-611, 2017.
- WANG, N; MA, M; WU, G; LIU, Y; GONG, Z; CHEN, X. Conflicts concerning construction projects under the challenge of cleaner production – case study on government funded projects. **Journal of Cleaner Production**, 225, p.664-674, 2019.
- WEST, J. Extractable global resources and the future availability of metal stocks: “Know Unknowns” for the foreseeable future. **Resource Policy**, 65, 101574, 2020.
- WU, G; YANG, R; LI, L; BI, X; LIU, B; LI, S; ZHOU, S. Factors influencing the application of prefabricated construction in China: From perspectives of technology promotion and cleaner production. **Journal of Cleaner Production**, 219, p.735-762, 2019.
- YIN, R.L. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 206p.
- YIN, S; SHAO, Y; WU, A; WANG, H; LIU, X. A systematic review of paste technology in metal mines for cleaner production in China. **Journal of Cleaner Production**, 247, 119590, 2020.
- ZANIRATO, S.H; ROTONDARO, T. Consumo, um dos dilemas da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, n.30, v.88, 2016.
- ZHANG, T.Z. Policy mechanisms to promote cleaner production in China. **Journal of Environmental Science & Health Part A**, 35:10, p.1989.1994, 2000.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO ENTREVISTA SEMI ESTRUTURADA

Roteiro – Processo Elaboração de Projeto Básico (elaborado com base Metodologia de Gestão de Processos do Conselho Nacional do Ministério Público)

Início do processo

1. Como se inicia o processo?
2. Existe algum documento que chegue ao setor e provoque o início do projeto?
3. O processo se inicia em uma data ou período certo?
4. Qual(is) unidade(s) ou agente(s) inicia(m) o processo?

Fluxo do processo

1. Quem são os principais responsáveis pelo projeto?
2. Quais são as ações fundamentais do processo, sem as quais o processo não funciona?
3. Existem marcos temporais, prazos, ou datas específicas que limitam alguma atividade do processo, ou ele como um todo?
4. Há alguma forma por meio da qual o processo possa ser dividido?

Fim do processo

1. Qual é o objetivo final do processo? Qual o resultado esperado do processo?
2. Quais são os seus produtos?
3. A quem o processo atende? Qual é o seu público alvo ou cliente?
4. O processo se encerra em uma data certa?

Perguntas gerais

1. Quem é o gestor que responde pelos seus resultados e tem autonomia para alterá-lo?

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO

Olá, prezado (a).

Me chamo Luiz Gabriel Martins Correia e sou mestrando do Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Estratégia (PPGE) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), orientado pela Profa. Dra. Roberta Dalvo Pereira da Conceição. Estou realizando uma pesquisa que busca propor uma metodologia de Produção Mais Limpa para as obras de construção civil no órgão no qual eu trabalho, o IFAM. Para tanto, gostaria de contar com sua participação para responder o questionário que segue.

O questionário é voltado para servidores públicos que atuam nas áreas de engenharia e arquitetura do IFAM, e tem como objetivo avaliar a aplicação de metodologia de Produção Mais Limpa no âmbito das obras públicas, tanto na etapa de elaboração de projetos como na fiscalização das obras, além de analisar as possíveis barreiras relacionadas à adoção desta metodologia.

O questionário é composto por 35 questões e leva cerca de 15 minutos para ser finalizado.

As questões têm caráter estritamente acadêmico e confidencial. Os dados do questionário serão tratados a partir de metodologias estatísticas, sendo garantido o anonimato de todos os respondentes. Portanto, fique à vontade para expressar sua opinião sincera.

Para facilitar o procedimento de resposta seguem abaixo alguns conceitos importantes abordados no questionário:

Produção Mais Limpa (P+L): é uma abordagem produtiva e ambiental aplicada a processos produtivos e produtos, que tem como objetivo o aumento da eficiência no uso de matérias-primas, insumos, água, energia, reduzindo desperdícios diretamente na fonte geradora dos impactos ambientais (Milan et al., 2010; Oliveira, 2016).

Gestão Ambiental: compreende as diretrizes e as atividades administrativas realizadas por uma organização para alcançar os efeitos positivos sobre o meio ambiente, ou seja, para reduzir, eliminar ou compensar os problemas ambientais decorrentes de sua atuação e evitar que outros ocorram no futuro. (Barbieri, 2016).

Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos: documento que apresenta o diagnóstico dos resíduos gerados ou administrados, e que atesta que todo resíduo gerado em determinado empreendimento ou atividade, tais como tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, tintas, pavimento asfáltico, dentre diversos outros, são destinados de forma correta (Art. 21 da Política Nacional de Resíduos Sólidos).

Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR): documento numerado, gerado por meio do SINIR (Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos), emitido exclusivamente pelo Gerador, que deverá acompanhar o transporte do resíduo até a destinação final ambientalmente adequada (Portaria Nº 280, de 29 de junho de 2020 do Ministério do Meio Ambiente).

1. CARACTERIZAÇÃO DO RESPONDENTE (4 questões)

1.1. Qual a sua formação acadêmica?

Primeiro grau ou fundamental

Médio. Qual? _____

Superior – Qual? _____

Pós-graduação – Qual?

1.2. Há quanto tempo você atua no IFAM?

menos de 2 anos

de 2 a 5 anos

de 6 a 10 anos

de 11 a 15 anos

mais de 15 anos

1.3. Você já desempenhou cargos ou funções de Chefia no IFAM? Se sim, em qual(is) área(s)?

Não

Sim, _____

1.4. Você já participou de alguma capacitação relacionado à Produção Mais Limpa no IFAM?
Se sim, qual(is)?

Não.

Sim, _____

2. CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO (4 questões)

2.1. Quantos servidores estão atualmente lotados no departamento que você trabalha?

até 3 servidores

de 4 a 6 servidores

de 7 a 10 servidores

mais de 10 servidores

2.2. O IFAM possui objetivos e metas relacionadas à Gestão Ambiental em obras? Em caso de resposta afirmativa, dê exemplo de objetivos e metas.

Não

Sim. _____

2.3. Há algum responsável específico (departamento, diretor etc.) que trate Gestão Ambiental nas obras? Se sim, qual departamento, diretoria ou outros?

Não

Sim. _____

2.4. O IFAM possui algum manual de práticas de Gestão Ambiental em obras? Se sim, dê exemplos de alguma prática adotada.

Não

Sim. _____

3. PRODUÇÃO MAIS LIMPA - GERAL (2 questões)

3.1. Em relação ao conceito de Produção Mais Limpa, você:

Desconhecia e não utiliza

Conhecia e não utiliza

Conhecia e não acha importante para a organização

Utiliza, mas ainda de forma introdutória

Utiliza plenamente

3.2. Caso conheça o conceito de Produção Mais Limpa, descreva-o com suas próprias palavras:

4. PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM OBRAS PÚBLICAS – PROJETOS (10 questões)

Para as questões a seguir selecione o número que você considera mais apropriado quanto ao seu nível de concordância ou não com a afirmação, conforme escala abaixo:

0 – Não sei responder

1 – Discordo totalmente

2 – Discordo

3 – Não concordo nem discordo

4 – De acordo

5 – Totalmente de acordo

4.1. Os servidores do departamento no qual você atua tem influência na concepção dos projetos dos edifícios.

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

4.2. É possível perceber uma preocupação, por parte dos projetistas, com aspectos de Gestão Ambiental em obras na etapa de elaboração de projetos.

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

4.3. Existe alguma preferência pela especificação de materiais renováveis e/ou sustentáveis na etapa de elaboração dos projetos.

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

4.4. O IFAM realiza modificações no projeto das edificações visando melhorias/adequações ambientais.

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

4.5. O IFAM substitui materiais tóxicos e/ou poluentes na etapa de projeto das edificações.

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

4.6. É prevista, durante a etapa de elaboração de projeto, a reutilização/reciclagem interna dos resíduos gerados no decorrer da obra.

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

4.7. É elaborado Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para as obras durante a etapa de elaboração do projeto.

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

4.8. São planejadas medidas de minimização da geração de resíduos de obra durante a etapa de elaboração dos projetos.

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

4.9. São planejadas medidas de uso eficiente de insumos como água e energia elétrica nas obras durante a etapa de elaboração dos projetos.

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

4.10. Assinale dentre as alternativas abaixo as medidas de Produção Mais Limpa que o IFAM adota buscando a não geração ou minimização de resíduos:

- () Projeto de paginação para revestimentos diversos (eficácia no aproveitamento de materiais cerâmicos)
- () Projeto de paginação para blocos (eficácia no aproveitamento de blocos)
- () Projeto de paginação para formas (eficácia no aproveitamento de formas)
- () Layout do canteiro de obras, visando a redução de desperdícios relacionados a transporte
- () Especificação de bacias e metais sanitários que economizam água
- () Projeto de instalações diversas com caminhamentos otimizados
- () Requadramento das esquadrias de alumínio
- () Atenção na especificação de materiais que possuam embalagens recicláveis e não poluentes
- () Especificação de metodologias de construção secas
- () Otimização de vãos de esquadrias para aproveitamento de luz natural
- () Nenhuma das ações citadas acima é aplicável
- () Outra(s) ação(ões). Qual(is)? _____

5. PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM OBRAS PÚBLICAS – FISCALIZAÇÃO (10 questões)

Para as questões a seguir selecione o número que você considera mais apropriado quanto ao seu nível de concordância ou não com a afirmação, conforme escala abaixo.

0 – Não sei responder

1 – Discordo totalmente

2 – Discordo

3 – Não concordo nem discordo

4 – De acordo

5 – Totalmente de acordo

5.1. É realizada a fiscalização da limpeza, organização e segurança (*housekeeping*) dos canteiros de obra.

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

5.2. O volume de resíduos de construção civil (RCC) gerados no decorrer da obra é medido pelos membros da comissão de fiscalização.

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

5.3. A comissão de fiscalização solicita Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR), que comprove a destinação final correta dos resíduos gerados no decorrer da obra.

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

5.4. As empresas que executam as obras entregam à comissão de fiscalização o Plano de Gerenciamento de Resíduos.

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

5.5. Há espaço nos canteiros de obra destinados para acondicionamento dos resíduos gerados nas obras fiscalizadas.

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

5.6. No decorrer da fiscalização das obras já foram realizadas reclamações pela comunidade acadêmica ou moradores vizinhos quanto à emissão de resíduos e/ou poeira gerados nas obras.

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

5.7. Existem procedimentos especiais para manuseio, acondicionamento e disposição final de resíduos de construção perigosos (tintas, solventes, óleos, telhas e demais objetos e materiais com amianto ou outros produtos nocivos) nas obras fiscalizadas.

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

5.8. São aplicados *in loco* métodos de uso eficiente de insumos como água e energia elétrica nas obras fiscalizadas.

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

5.9. São observadas ações preventivas direcionadas a não geração e/ou minimização da geração e resíduos nas obras fiscalizadas? Se sim, qual(is)?

() Não.

() Sim. _____.

5.10. Como os resíduos gerados nas obras fiscalizadas costumam ser tratados?

() A coleta de resíduos é realizada por transporte da empresa contratada para a execução da obra

() A coleta de resíduos é realizada por empresa subcontratada.

- Os resíduos são reciclados e utilizados na própria obra.
- Os resíduos são destinados para composição de projetos paisagísticos
- Os resíduos são encaminhado para organizações de reciclagem (ex. produção de agregado reciclado a partir de resíduos de concreto)
- Nenhum tratamento é realizado.
- Outros. _____

6. PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM OBRAS PÚBLICAS – BARREIRAS (5 questões)

Para as questões a seguir selecione o número que você considera mais apropriado quanto ao seu nível de concordância ou não com a afirmação, conforme escala abaixo.

- 0 – Não sei responder
- 1 – Discordo totalmente
- 2 – Discordo
- 3 – Não concordo nem discordo
- 4 – De acordo
- 5 – Totalmente de acordo

6.1. Há resistência a mudanças por parte dos servidores para implementação de uma metodologia de Produção Mais Limpa no departamento que você trabalha.

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

6.2. Há desinteresse da alta administração para implementação de metodologias de Produção Mais Limpa.

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

6.3. Os servidores que trabalham no seu departamento possuem treinamento para aplicar uma metodologia de Produção Mais Limpa nas obras do IFAM.

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

6.4. A burocracia relacionada ao serviço público atrapalha a adoção de uma metodologia de Produção Mais Limpa no IFAM.

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

6.5. As limitações legais inerentes à atividade do servidor público limitam a adoção de uma metodologia de Produção Mais Limpa no IFAM.

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

ANEXO A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E ESTRATÉGIA MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E ESTRATÉGIA – MPGE

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Prezado (a) Senhor (a),

Meu nome é **Luiz Gabriel Martins Correia** e estou realizando a pesquisa acadêmica aplicada sobre aplicação de metodologia de produção mais limpa (P+L) nas obras de construção do IFAM. Esta pesquisa compõe a minha dissertação de mestrado realizada no MPGE/UFRRJ, sob orientação do Profa. Dra. **Roberta Dalvo**. As informações a seguir destinam-se a convidá-lo (a) a participar voluntariamente deste projeto na condição de fonte, ou seja, o sujeito que fornece as informações primárias para a pesquisa em curso.

Para tanto é necessário formalizarmos a sua autorização para o uso das informações obtidas nos seguintes termos:

- A sua participação é totalmente voluntária;
- Pode se recusar a responder qualquer pergunta a qualquer momento;
- Pode se retirar da pesquisa no momento da coleta de dados e dá-la por encerrada a qualquer momento;
- A coleta de dados tem caráter confidencial e seus dados estarão disponíveis somente para a pesquisadora autora do Trabalho Final de Curso (TFC) e para seu orientador;
- Partes do que for dito poderão ser usadas no relatório final da pesquisa, sem, entretanto, revelar os dados pessoais dos entrevistados, como nome, endereço, telefone, etc. Dessa forma, as informações obtidas não serão divulgadas para que não seja possível identificar o entrevistado, assim como não será permitido o acesso a terceiros, garantindo proteção contra qualquer tipo de discriminação ou estigmatização;
- Os dados e resultados desta pesquisa poderão ser apresentados em congressos, publicados em revistas especializadas e da mídia, e utilizados na dissertação de mestrado, preservando sempre a identidade dos participantes;
- Fica, também, evidenciado que a participação é isenta de despesas;
- Se desejar, o participante poderá receber uma cópia dos resultados da pesquisa, bastando assinalar ao lado essa opção: () SIM, desejo receber cópia do relatório final.
- Em casos específicos de pesquisas em que se requer o uso de vídeos e fotos dos informantes (grupo focal, pesquisa ação, etc), o informante deverá assinalar que concorda e libera o uso de imagem para divulgação em ambientes midiáticos ou em ambientes científicos como congressos, conferências, aulas, ou revistas científicas, desde que meus dados pessoais não sejam fornecidos:

() SIM, concordo com a cessão de minhas imagens por livre e espontânea vontade /OU /

() NÃO, o uso de minhas imagens em forma de vídeos ou fotos não é permitida.
Ao concordar com os termos descritos e aceitar participar do estudo, pedimos que assine o termo em sinal de que o TCLE foi lido, formalizando o consentimento voluntário de participante.

Nome completo (Legível): _____

Tels: () _____

Email: _____

ASSINATURA

_____, ____/____/____