

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo



Dissertação

**Proposição de Modelo para Retrocomissionamento de Edificações Públicas,
com Vistas à Melhoria de Desempenho, em Especial Energético**

Barthira Leston Araujo

Pelotas, 2022

BARTHIRA LESTON ARAUJO

**Proposição de Modelo para Retrocomissionamento de Edificações Públicas,
com Vistas à Melhoria de Desempenho, em Especial Energético**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas, como requisito à obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Linha de Pesquisa: Tecnologia e Conservação do Ambiente Construído.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Kellermann Schramm

Pelotas, 2022

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

A111p Araujo, Barthira Leston

Proposição de modelo para retrocomissionamento de edificações públicas, com vistas à melhoria de desempenho, em especial energético / Barthira Leston Araujo ; Fábio Kellermann Schramm, orientador. — Pelotas, 2022.

177 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, 2022.

1. Processo de retrocomissionamento. 2. Retrofit. 3. Eficiência energética. 4. Edificações públicas. 5. Gestão da construção. I. Schramm, Fábio Kellermann, orient. II. Título.

CDD : 725

BARTHIRA LESTON ARAUJO

Proposição de Modelo para Retrocomissionamento de Edificações Públicas, com
Vistas à Melhoria de Desempenho, em Especial Energético

Dissertação aprovada para a obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: abril de 2022.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Fábio Kellermann Schramm (Orientador)

Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Antônio Cesar Silveira Baptista da Silva

Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Cristhian Moreira Brum

Doutor em Educação nas Ciências pela Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul

Profa. Dra. Ercília Hitomi Hirota

Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Rosa Meri Leston Araujo e Tibiriçá Almada Araujo, por todo o esforço investido na minha educação, por estarem ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória e sendo o alicerce para as minhas realizações.

Aos meus irmãos, Mahinã Leston Araujo, Itauá Leston Araujo e Tibiriçá Almada Araujo Junior por serem fonte de inspiração e exemplo. Obrigada pela amizade e atenção dedicadas sempre quando precisei.

Agradeço ao meu orientador Fábio Kellermann Schramm por aceitar conduzir minha dissertação de mestrado e pela confiança depositada. Obrigada por me manter motivada durante o processo e pela dedicação de seu precioso tempo ao meu projeto.

Ao meus colegas do Grupo de Estudos de Gestão da Construção (GeCon), Nátali Vergara Martins, Gabriel Augusto Sehn Silva e Estefânia Fagundes. Obrigada pelo apoio e motivação durante essa empreitada e por compartilharem dos inúmeros desafios que enfrentamos, sempre com o espírito colaborativo.

Às minhas amigas, pela motivação e por compreenderem as várias horas em que estive ausente por causa do desenvolvimento deste trabalho.

Também agradeço à Universidade Federal de Pelotas (UFPel), ao Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PROGRAU) e todos os seus professores que sempre proporcionaram um ensino de alta qualidade.

Resumo

ARAUJO, Barthira Leston. **Proposição de Modelo para Retrocomissionamento de Edificações Públicas, com vistas à Melhoria de Desempenho, em Especial Energético**. 2022. 177 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022.

Os investimentos em eficiência energética têm sido prioridade em inúmeros países, assim como no Brasil, onde diversas ações têm sido empreendidas para a sua promoção. A busca pela eficiência energética nas edificações públicas tem um papel fundamental como política pública, além de ir ao encontro das inúmeras leis, decretos aplicáveis a prédios públicos e iniciativas ministeriais que visam a racionalização do consumo de recursos energéticos nas edificações públicas. O *Retrofit* é um mecanismo de modernização e atualização dos edifícios, visando torná-los contemporâneos, além de prolongar sua vida útil, seu conforto e sua funcionalidade. A primeira etapa a ser realizada em um processo de atualização de um edifício é o Retrocomissionamento (RCx). O RCx é um processo que esclarece as interações entre todos os fluxos de energia em uma edificação, além de produzir um método sistemático para planejar as atualizações necessárias. Nesse sentido, o objetivo principal deste trabalho consiste em propor a inserção do Processo de Retrocomissionamento, como parte integrante da gestão de edifícios públicos, em especial os existentes, buscando dar suporte à tomada de decisão à cerca das intervenções necessárias à melhoria de seu desempenho. O método de pesquisa utilizado foi a *Design Science Research*. A pesquisa foi dividida em cinco etapas. A etapa de conscientização contou com levantamento de dados acerca dos temas de RCx de Edifícios e Eficiência Energética de Edificações. A etapa de sugestão buscou identificar lacunas e demandas no panorama das Práticas de Eficiência Energética no cenário Brasileiro e, através de uma Revisão de Literatura, descrever os modelos de RCx levantados na etapa anterior para buscar oportunidades de inserção do processo. A etapa de desenvolvimento consistiu na elaboração de dois estudos de caso, um na Secretaria Municipal de Saúde e outro no Hospital Escola ambos localizados em um município no sul do Rio Grande do Sul, e, além disso, de um modelo preliminar para o RCx de edificações públicas. Na etapa de Avaliação, analisou-se os estudos de caso, validou-se o modelo preliminar e avaliou-se as possibilidades de inserção do Modelo de RCx nas práticas existentes. Na etapa de conclusão procedeu-se o refinamento do modelo preliminar para a proposição de um Modelo Final para Retrocomissionamento de edificações públicas existentes. A inserção do modelo de RCx como parte da gestão de edifícios públicos existentes é pertinente, tendo em vista que o processo identifica oportunidades de implementação de medidas de eficiência energética, auxilia na gestão de edifícios e caracteriza-se por ser uma ferramenta de apoio à tomada de decisão, atenuando os obstáculos presentes na gestão dos edifícios na esfera pública. O processo de RCx é fundamental para a busca ou levantamento de informações dos projetos originais dos empreendimentos, para subsidiar o acompanhamento das melhorias ao longo do processo de RCx. O Retrocomissionamento é elencado como um processo eficiente, metódico, podendo efetivamente trazer melhorias na operação e desempenho dos sistemas prediais.

Palavras-chave: Processo de retrocomissionamento; *Retrofit*; Eficiência energética; Edificações públicas; Gestão da construção.

Abstract

ARAUJO, Barthira Leston. **Proposition of a Model for Retrocommissioning Public Buildings to Better Energy Performance**. 2022. 177 f. Dissertation (Postgraduate Program in Architecture and Urbanism) – College of Architecture and Urbanism, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2022.

Investments in energy efficiency have been a priority in many countries, as well in Brazil, where several actions have been taken to promote it. The search for energy efficiency in public buildings has a fundamental role as a public policy, in addition to meeting the numerous laws, decrees applicable to public buildings and ministerial initiatives that aim the rationalization of energy resources consumption in public buildings. . Retrofit is a mechanism for modernizing and updating buildings, aiming to make them contemporary, in addition to prolong their useful life, comfort and functionality, through the incorporation of technological advances and the use of innovative materials. The first step in the building upgrade process is Retrocommissioning (RCx), which is a process that clarifies the interactions between all energy flows in a building, as well as producing a systematic method for planning upgrades. The main objective of this work is to propose the insertion of the Retrocommissioning Process, as an integral part of the management of public buildings, especially the existing ones, seeking to support decision-making about the necessary interventions aimed at improving their performance. The research method used was Design Science Research, and it was divided into five stages. The Awareness stage included data collection on the topics of RCx and Energy Efficiency of Buildings. The Suggestion stage sought to identify gaps and demands in the panorama of Energy Efficiency Practices in the Brazilian scenario and, through a Narrative Literature Review, describe the RCx models raised in the previous stage to seek opportunities to insert the process. The Development stage consisted in the elaboration of two case studies, one at Health Department and the other at Teaching Hospital, both located in a city in the south of Rio Grande do Sul, and moreover, a preliminary model for RCx of public buildings. In the Evaluation stage, case studies were analyzed, the preliminary model was validated and the possibilities of inserting the CRx Model into existing practices were evaluated. In the Conclusion stage, the preliminary model was refined to propose a final Model for Retrocommissioning of existing public buildings. The insertion of the RCx model as an integral part of the management of existing public buildings is relevant, given that the process identifies opportunities for implementing energy efficiency measures, assists in the management of buildings and is characterized by being a tool to support decision-making, reducing obstacles that are present in building management in the public sphere. The RCx process is fundamental for the search or collection of information from the original projects of the enterprises for later monitoring of the improvements throughout the RCx process. Retrocommissioning is listed as an efficient and methodical process, which can effectively bring about improvements in the operation and performance of building systems.

Key words: Retrocommissioning process. Retrofit. Energy efficiency. Public buildings. Construction management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Impactos do Comissionamento em Edificações Existentes.....	15
Figura 2	Panorama Nacional das práticas de Eficiência Energética.....	27
Figura 3	Estratégia de Pesquisa.....	66
Figura 4	Delineamento da Pesquisa.....	67
Figura 5	Organograma Organizacional SMS.....	79
Figura 6	Organograma Organizacional HE.....	85
Figura 7	Fase de Viabilidade do Processo de Retrocomissionamento.....	92
Figura 8	Fase de Planejamento do Processo de Retrocomissionamento...	96
Figura 9	Fase de Investigação e Análise do Processo de Retrocomissionamento.....	100
Figura 10	Fase de Implementação do Processo de Retrocomissionamento	104
Figura 11	Fase de Transferência e Acompanhamento do Processo de Retrocomissionamento.....	107
Figura 12	Fase de Comissionamento Contínuo do Processo de Retrocomissionamento.....	110
Figura 13	Formação acadêmica dos especialistas.....	117

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Guias de Retrocomissionamento Analisados.....	33
Quadro 2	Pontos Identificados nos Guias.....	34
Quadro 3	Fases do Processo de Retrocomissionamento.....	42
Quadro 4	Atividades Fase de Planejamento.....	44
Quadro 5	Atividades Fase de Investigação e Análise.....	45
Quadro 6	Atividades Fase de Implementação.....	46
Quadro 7	Atividades Fase de Transferência e Acompanhamento.....	46
Quadro 8	Atividades Fase de Comissionamento Contínuo.....	47
Quadro 9	Entregas Fase de Planejamento.....	51
Quadro 10	Entregas Fase de Investigação e Análise.....	52
Quadro 11	Entregas Fase de Implementação.....	53
Quadro 12	Entregas Fase de Transferência e Acompanhamento.....	53
Quadro 13	Resumo das Entrevistas Elaboradas.....	76
Quadro 14	Resumo das Questões do Questionário 01.....	116

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	Problema de pesquisa.....	14
1.2	Questões de pesquisa.....	17
1.2.1	Questão Principal.....	17
1.2.2	Questões Secundárias.....	17
1.3	Objetivos.....	17
1.3.1	Objetivo Geral.....	17
1.3.2	Objetivos Específicos.....	18
1.4	Contexto.....	18
2	LEVANTAMENTO DAS INICIATIVAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL.....	19
2.1	Eficiência Energética em Prédios Públicos.....	27
3	RETROCOMISSIONAMENTO.....	30
3.1	O Processo de Retrocomissionamento.....	32
3.2	Objetivos e benefícios do Retrocomissionamento.....	35
3.3	Os envolvidos e suas responsabilidades.....	37
3.3.1	Proprietário ou Representante do Proprietário.....	37
3.3.2	Equipe de Comissionamento.....	38
3.3.3	Equipe de Operação e Manutenção.....	39
3.4	Fases e atividades do processo de Retrocomissionamento.....	41
3.5	Documentação gerada ao longo do processo.....	48
3.6	Estratégias de persistência.....	54
3.7	Retrocomissionamento e Retrofit.....	56
3.8	Retrocomissionamento e Auditoria Energética.....	57
4	RETROCOMISSIONAMENTO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO CONTEXTO DAS EDIFICAÇÕES PÚBLICAS NO BRASIL.....	60
5	MÉTODO.....	64
5.1	Base Epistemológica.....	64
5.2	Estratégia de Pesquisa.....	65
5.3	Delineamento da Pesquisa.....	66
5.3.1	Etapa de Conscientização.....	67
5.3.2	Etapa de Sugestão.....	68
5.3.3	Etapa de Desenvolvimento.....	69
5.3.4	Etapa de Avaliação.....	72

5.3.5	Etapa de Conclusão.....	74
6	DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	76
6.1	Estudos de Caso.....	76
6.1.1	Estudo de Caso 1 – EC1 (SMS)	77
6.1.1.1	<i>Modelagem da Estrutural Organizacional.....</i>	78
6.1.1.2	<i>Mapeamento do processo da Secretaria Municipal de Saúde.....</i>	81
6.1.2	Estudo de Caso 2 – EC2 (HU)	84
6.1.2.1	<i>Modelagem da Estrutural Organizacional.....</i>	85
6.1.2.2	<i>Mapeamento do processo do Hospital Escola.....</i>	86
6.1.3	Proposição de inserção do Comissionamento na Gestão de Edifícios Públicos Existentes – EC1 e EC2.....	89
6.2	Modelo preliminar de RCx.....	91
6.2.1	Fase de Viabilidade.....	92
6.2.2	Fase de Planejamento.....	96
6.2.3	Fase de Investigação e Análise.....	100
6.2.4	Fase de Implementação.....	104
6.2.5	Fase de Transferência e Acompanhamento.....	107
6.2.6	Fase de Comissionamento Contínuo.....	110
7	RETROCOMISSONAMENTO DE EDIFICAÇÕES PÚBLICAS.....	112
7.1	Avaliação do Modelo Preliminar de Retrocomissionamento.....	112
7.1.1	Rodada 1 (Questionário 01)	115
7.1.1.1	<i>Questão 01.....</i>	117
7.1.1.2	<i>Questão 02.....</i>	118
7.1.1.3	<i>Questão 03.....</i>	120
7.1.1.4	<i>Questão 04.....</i>	121
7.1.1.5	<i>Questão 05.....</i>	121
7.1.1.6	<i>Questão 06.....</i>	123
7.1.1.7	<i>Questão 07.....</i>	125
7.1.1.8	<i>Questão 08.....</i>	127
7.1.2	Rodada 2 (Questionário 02)	129
7.1.2.1	<i>Questão 01.....</i>	129
7.1.2.2	<i>Questão 02.....</i>	130
7.1.2.3	<i>Questões 03 e 04.....</i>	131
7.1.2.4	<i>Questões 05 e 06.....</i>	132
7.1.2.5	<i>Questões 07 e 08.....</i>	133

7.1.2.6	Questões 09 e 10.....	135
7.1.2.7	Questões 11 e 12.....	135
7.1.2.8	Questões 13 e 14.....	136
7.2	Modelo para Retrocomissionamento de Edificações Públicas.....	138
7.2.1	Aspectos Gerais.....	138
7.2.2	Fase de Viabilidade.....	138
7.2.3	Fase de Implementação.....	140
7.2.4	Fase de Transferência e Acompanhamento.....	141
7.2.5	Fase de Comissionamento Contínuo.....	142
8	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	143
8.1	Principais Conclusões.....	143
8.2	Recomendações para trabalhos futuros.....	148
	REFERÊNCIAS.....	149
	APÊNDICES.....	158
	APÊNDICE 1 - Modelo do Mapa de Processo: Secretaria Municipal de Saúde.....	158
	APÊNDICE 2 - Modelo do Mapa de Processo: Hospital Escola.....	160
	APÊNDICE 3 - QUESTIONÁRIO 01 - Validação Modelo para Retrocomissionamento.....	162
	APÊNDICE 4 - QUESTIONÁRIO 02 - Validação Modelo para Retrocomissionamento.....	164
	APÊNDICE 5 - Modelo Para Retrocomissionamento de Edificações Públicas.....	171

1 INTRODUÇÃO

Dentre os assuntos prioritários debatidos atualmente, inclusive pelos órgãos públicos, encontra-se o investimento em eficiência energética de edificações, tendo em vista que a compreensão do efeito das políticas de eficiência energética é a chave para atingir as metas nacionais (JI et al., 2021). O tema é essencial tanto pelo fato de unificar economia de energia com redução de custos, quanto por difundir exemplos de boas práticas para a sociedade (FERRADOR FILHO; AGUIAR; KNISS, 2018).

As práticas de eficiência energética constituem uma das estratégias para o atendimento da demanda energética (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2020). Para obter o aproveitamento das oportunidades de efficientização energética, existe a necessidade de uma visão integrada, tanto de fontes energéticas como também pelos agentes envolvidos, como por exemplo, o governo, o setor privado, as instituições financeiras e a sociedade em geral (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2020).

A busca pela eficiência energética nas edificações públicas tem um papel fundamental como política pública, além de ir ao encontro das inúmeras leis, decretos aplicáveis a prédios públicos e iniciativas ministeriais que visam a racionalização do consumo de recursos energéticos nas edificações públicas (BRASIL, 2011).

O Brasil, por sua vez, carece de ampliação da gestão governamental na área de conservação de energia, substancialmente na área de fomento à eficiência energética (ALTOÉ et al., 2017), e compete ao poder público avaliar o comportamento dos consumidores para propor mecanismos para promoção do uso racional de energia nos distintos setores e, por conseguinte, otimizar o uso de energia pela sociedade (JANNUZZI, 2005).

Portanto, os investimentos em eficiência energética, em especial no que concerne à demanda de energia, têm sido prioridade em inúmeros países (GIROD; STUCKI; WOERTER, 2017), incluindo o Brasil, onde diversas ações têm sido empreendidas para a sua promoção (ALTOÉ et al., 2017).

No Brasil a preocupação com a eficiência energética de edificações públicas, torna-se explícita no ano de 2010, a partir do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-

C). Este regulamento indica técnicas de análise e classificação do desempenho da envoltória do edifício, consumo de energia de iluminação e climatização, fornecendo uma Etiqueta Nacional de Conservação de Energia¹ (ENCE) para as edificações (MDIC, 2010).

As políticas públicas para a eficiência energética ganham força com a publicação do Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) em 2011, no qual uma das iniciativas é baseada no incentivo a adequação das construções já estabelecidas, ou seja, daquelas que se encontram na etapa de uso e operação, por meio da instalação de sistemas mais eficientes e econômicos, como por exemplo, os sistemas prediais de iluminação e refrigeração (BRASIL, 2011).

No ano seguinte a Instrução Normativa 10/2012 instituiu regras para a elaboração dos Planos de Logística Sustentável², propondo boas práticas de sustentabilidade e racionalização de gastos e processos na administração pública, entre elas a de realizar diagnóstico das instalações elétricas e propor as alterações necessárias (*retrofit*), para redução do consumo de energia (BRASIL, 2012).

Machado (2014) aponta que melhorar energeticamente edifícios existentes pode ser uma tarefa complicada, tendo em vista a limitação na configuração estrutural existente e os custos elevados na implementação de novos sistemas. Portanto, a implementação de processos que contribuam para a boa gestão do ambiente construído, através de uma profunda investigação de oportunidades de melhoria, de maneira eficiente, para uma tomada de decisão assertiva, são iniciativas alinhadas ao panorama de eficiência energética brasileiro.

Dentre as ações do Governo Federal para buscar a redução do consumo de energia em Edificações Públicas Federais está a Instrução Normativa (IN) Nº 02/14 que tornou obrigatória a obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), pelos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que venham a sofrer *retrofit* (BRASIL, 2014).

Segundo esta Instrução, mesmo que os sistemas de iluminação,

¹ A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) é um documento expedido no âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem regulamentado e fiscalizado pelo Inmetro, que indica a eficiência energética de edificações empregando uma escala que vai de A (mais eficiente) à E (menos eficiente) (PROCEL, 2014).

² Os Planos de Logística Sustentável são instrumentos de planejamento com propósito e responsabilidades definidas, ações, metas, prazos de execução e mecanismos de monitoramento e avaliação, que proporcionam ao órgão ou entidade instituir práticas de sustentabilidade e racionalização de gastos e processos na Administração Pública (BRASIL, 2012).

condicionamento de ar e envoltória não sejam conjuntamente objeto do *retrofit*, é aconselhável que o edifício seja avaliado como um todo, buscando a obtenção da ENCE Geral³ (BRASIL, 2014).

Para Barrientos e Qualharini (2004) um processo apropriado de *retrofit* envolve um estudo complexo dos inúmeros elementos que constituem uma edificação, demandando rigor e minúcia na sua execução. Ainda, segundo os mesmos autores, métodos incorretos e imprecisos de diagnóstico da edificação são capazes de levar a erros na avaliação e na elaboração de projetos de *retrofit*.

Qualharini, Oscar e Silva (2019) enfatizam que, no Brasil, as técnicas de diagnóstico que norteiam a decisão de reabilitar edificações ainda não estão consolidadas, mas devem primar por um trabalho sistemático e organizado, de acordo com as etapas de conhecimento, investigação e diagnóstico da edificação.

Barrientos (2004) aponta que existe a necessidade de reabilitação dos edifícios antigos para novos usos, já que, geralmente, estes foram construídos segundo diretrizes que não são mais funcionais para os tempos atuais. Portanto, a eficiência energética do ambiente construído surge como um dos pontos centrais no atual cenário mundial da procura pela sustentabilidade, seja esta econômica, ambiental ou social (PRADO; ROMERO, SILVA, 2018). Segundo Ruparathna, Hewage e Sadiq (2015) para obter a melhoria da eficiência energética de uma edificação deve-se seguir um processo estruturado.

A intensificação do interesse em diminuir custos no procedimento de *retrofit*, bem como reduzir o consumo de energia e propiciar a melhoria das condições de conforto ambiental das edificações, tem fomentado pesquisas para desenvolver ferramentas e procedimentos que auxiliem o processo de diagnóstico de anomalias (BARRIENTOS, 2004).

Barrientos e Qualharini (2004) apontam que métodos incorretos e imprecisos são capazes de levar a erros na avaliação e na elaboração de projetos de *retrofit*. Já Qualharini, Oscar e Silva (2019) enfatizam que, no Brasil, as técnicas de diagnóstico que norteiam a decisão de reabilitar edificações ainda não estão consolidadas.

Conforme a *Environmental Protection Agency* (2007) prescreve, a primeira etapa a ser realizada no processo de reabilitar uma edificação deveria ser o

³ A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia Geral é destinada às edificações comerciais, de serviços e públicas, que passaram pela inspeção dos três sistemas: envoltória, iluminação e condicionamento de ar (PROCEL, 2014).

Retrocomissionamento, tendo em vista que este processo pode explicar as interações entre todos os fluxos de energia na edificação, além de fornecer um método sistemático para planejar eventuais atualizações necessárias, visando aumentar a economia de energia.

O Comissionamento de Edifícios (BCx) é o processo utilizado em empreendimentos que serão construídos ou sofrerão grande obra de renovação (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; BAECHLER; FARLEY, 2011; GRONDZIK, 2009), podendo ser empregado em etapas diferentes do ciclo de vida das edificações (BAECHLER; FARLEY, 2011).

Assim sendo, o Comissionamento de Edifícios é um processo que visa atender aos requisitos de projeto do proprietário, documentar as fases do ciclo de vida dos edifícios e habilitar os profissionais de operação e manutenção, com o intuito de evitar as falhas, reduzir desperdícios e retrabalhos, para assim melhorar a qualidade, o desempenho e a sustentabilidade das edificações (ISHIDA, 2015).

Segundo o *National Environmental Balancing Bureau* (2009) o Comissionamento de Edifícios Existentes é um processo holístico, ou seja, a equipe responsável investigará, revisará e analisará os problemas de um ponto de vista global, buscando avaliar e validar o status operacional atual da instalação.

1.1 Problema de pesquisa

O Guia Interativo de Eficiência Energética em Edificações (SCHINAZI et al, 2018) aponta que a Gestão Energética se refere à organização, de forma estruturada, entre as pessoas, procedimentos, equipamento e informações para que se tenha o melhor aproveitamento da energia, ou seja, trata do alinhamento do consumo de energia em cada edificação com os objetivos de eficiência energética, sustentabilidade e atores envolvidos. Ainda segundo o autor, a redução de consumo e de custos, além da garantia de qualidade, conforto e aumento da produtividade são decorrentes de uma boa Gestão Energética de uma edificação (SCHINAZI et al., 2018).

Em diversos países o Comissionamento de Edifícios tem sido aplicado com sucesso, como os Estados Unidos, onde utiliza-se o Processo como medida específica em programas de gestão energética, como por exemplo em

acompanhamento de *retrofits*, sendo que o BCx é um meio de garantir que um edifício atenda ou supere as metas de desempenho energético (CAPERHART, 2007, *apud* SCHINAZI et al., 2018). Segundo o mesmo autor, repetidamente o Processo de Comissionamento é mencionado como a opção de gestão de maior custo-benefício, disponível em edifícios de grande porte.

MILLS et al. (2004) realizou um estudo com 36 edifícios existentes nos Estados Unidos e ilustrou os mais diversos impactos do Processo de Comissionamento. Além dos benefícios energéticos, o mesmo aponta para os benefícios não energéticos, como pode ser visualizado na Figura 1, totalizando 81 benefícios encontrados, como o aumento da vida útil dos equipamentos, diminuindo o custo de novas aquisições, o aumento da produtividade e segurança dos usuários, o aumento da qualidade do ar interno (QAI), a adequação ou melhora no conforto térmico dos usuários, acarretando em diminuição de reclamações e redução de custos operacionais.

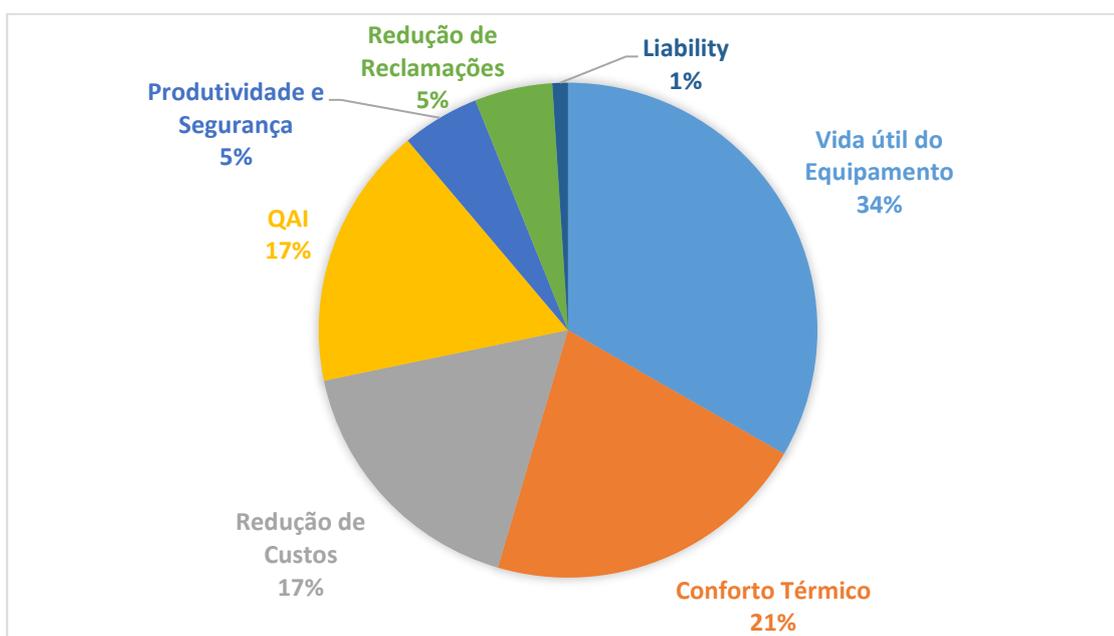


Figura 1 - Impactos do Comissionamento em Edificações Existentes.
Fonte: MILLS et al. (2004).

O processo de comissionamento qualifica e verifica os requisitos de projeto, execução, e uso e manutenção, e busca comunicá-los, verificando se são atendidos pelos vários envolvidos em todo o processo de produção da edificação, por meio de uma série de ações inter-relacionadas (GRONDZIK, 2009; GILLIS; CUDNEY, 2015).

Segundo PECEI (2001), o processo de Retrocomissionamento parte de uma

investigação sistemática para melhorar e otimizar a operação e manutenção de um edifício, permitindo assim verificar periodicamente o desempenho de uma edificação existente.

Além disso, esse processo tem como objetivo qualificar os procedimentos de operação e manutenção do edifício, por meio de procedimentos que visam aumentar o desempenho geral da construção e, assim, mantê-la operando com altos níveis de eficiência energética (*CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE*, 2006).

Entretanto, poucos trabalhos acadêmicos acerca do tema de Comissionamento de Edifícios foram realizados no Brasil. Dentre esses, pode-se citar o trabalho de Domingues (2008), que descreveu o processo de comissionamento em edifícios comerciais para monousuários, demonstrando os benefícios do processo na operação e manutenção do gerenciamento de facilidades, buscando transformar a visão dos investidores/proprietários e construtores no Brasil acerca do tema.

Nascimento (2014) propiciou alternativas para a compreensão e a realização do Comissionamento em projetos industriais, com uma visão mais clara e simplificada sobre o processo de comissionar projetos.

Ishida (2015) propôs um modelo conceitual com diretrizes para o desenvolvimento do Processo de Comissionamento, através da descrição das atividades, das competências e dos produtos gerados em cada etapa do comissionamento, de acordo com as fases do ciclo do edifício.

Já Teixeira (2019) sugeriu um modelo de processo de comissionamento para sistemas hidráulicos prediais, buscando difundir o uso do comissionamento no país.

Portanto ainda que tenha sua importância formalmente reconhecida, no Brasil, o processo de Comissionamento de Edifícios ainda é pouco implementado, tendo em vista que há uma grande resistência dos profissionais da construção e empreendedores no momento de incorporar o comissionamento em suas edificações (BORAGINI, 2017).

Além disso, o *California Commissioning Collaborative* (2006) aponta que a maioria dos edifícios nunca passou previamente por qualquer tipo de processo de comissionamento, e mesmo edifícios bem construídos sofrem com a degradação do desempenho ao longo do tempo.

Sendo assim, seja pela obrigatoriedade imposta pela IN 02/14, seja pelo alinhamento ao panorama de eficiência energética brasileiro, que sugere a busca por

aprimorar processos na gestão do ambiente construído para aumentar, entre outras coisas a conservação de energia e a redução de gastos, a aplicação do processo de Retrocomissionamento pode ser parte integrante da gestão de edificações públicas existentes, tendo em vista que o mesmo é um processo sistemático e estruturado que pode auxiliar de forma organizada e documentada a tomada de decisão visando identificar e implementar melhorias operacionais e de manutenção para garantir o desempenho contínuo das edificações ao longo do tempo.

1.2 Questões de pesquisa

1.2.1 Questão Principal

Com base no exposto, foi definida a seguinte questão de pesquisa: “como o Retrocomissionamento pode contribuir para o projeto e implementação de intervenções com vistas à melhoria de desempenho, em especial energético, de edificações públicas existentes?”

1.2.2 Questões Secundárias

A questão principal foi desdobrada em questões secundárias, quais sejam:

- a) como o retrocomissionamento pode ser cotejado frente às práticas correntes para efficientização energética, no contexto das edificações públicas?
- b) quais as contribuições do Retrocomissionamento para qualificar o diagnóstico de edificações públicas existentes, com vistas a apoiar processos de *retrofit* de seus sistemas prediais?
- c) quais os potenciais benefícios e dificuldades para a implementação do Retrocomissionamento no contexto estudado?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho consiste em propor a inserção do Processo de Retrocomissionamento, como parte integrante da gestão de edifícios públicos, em especial os existentes, buscando dar suporte à tomada de decisão acerca das intervenções necessárias que visam a melhoria de seu desempenho.

1.3.2 Objetivos Específicos

Buscando alcançar o objetivo geral, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- a) analisar as práticas correntes para efficientização de edificações públicas existentes e identificar oportunidades para a inserção do processo de retrocomissionamento;
- b) avaliar o emprego do Retrocomissionamento na melhoria do processo de diagnóstico de edificações públicas existentes com vistas ao seu *retrofit*;
- c) avaliar potenciais benefícios e dificuldades para sua implementação.

1.4 Contexto

O Grupo de Estudos de Gestão da Construção (GeCon), situado na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAUrb) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) teve seu início em 2012. As principais atividades do GeCon dizem respeito ao ensino de graduação e pós-graduação, pesquisa e extensão relacionadas às atividades de Gestão da Construção em todas as fases do ciclo de vida da edificação: (a) concepção e projeto; (b) produção; e (c) uso e manutenção.

O Laboratório de Conforto e Eficiência Energética (Labcee), situado na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (Faurb) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) iniciou-se através de um convênio com a Eletrobrás. Neste laboratório encontra-se o Programa de Bom Uso Energético (Proben) que busca promover o uso racional de energia elétrica em edificações, por meio da divulgação, do desenvolvimento tecnológico, da prestação de serviço de capacitação pessoal, diagnóstico energético e gestão energética.

Considerando os objetivos do GeCon, do Labcee e do Proben, percebe-se a importância em poder contribuir para o desenvolvimento de estudos que possam gerar conhecimentos em torno da Gestão da Construção aliado ao uso eficiente de energia elétrica, e, por esse motivo, justifica-se essa pesquisa.

2 LEVANTAMENTO DAS INICIATIVAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL

O Brasil possui diversos programas, políticas, leis, agendas, projetos e regulamentos preocupados com a obtenção da eficiência energética nos diversos setores, incluindo, particularmente, o setor das edificações públicas existentes. Neste trabalho, foi feito um levantamento das práticas de Eficiência Energética no cenário Brasileiro, buscando conhecê-las de forma geral, e desta forma, obter um panorama geral dessas práticas no cenário nacional.

A primeira iniciativa do poder público para promover o uso de medidas nacionais de eficiência energética ocorreu em 1981, com a criação do Programa Conserve (BRASIL, 2011). Esse programa buscava fomentar a conservação de energia na indústria, a elaboração de produtos e processos mais eficientes e a substituição de energéticos importados por fontes nacionais (BRASIL, 2011).

Em 1982, através do Decreto nº 87.079, foi lançado o Programa de Mobilização Energética (PME), definido por um conjunto de ações dirigidas a impulsionar o uso de medidas de conservação de energia e, principalmente, substituir derivados de petróleo por fontes renováveis de energia (BRASIL, 2011).

Em 1984, o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) deu início a uma discussão com a sociedade acerca da criação de programas de avaliação da conformidade com ênfase no desempenho, buscando contribuir para a racionalização do uso da energia no Brasil, por meio da prestação de informações sobre a eficiência energética dos equipamentos disponíveis no mercado nacional (BRASIL, 2011). Com isso, foi criado naquele ano o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), com o intuito de prestar informações sobre o desempenho de produtos quanto à eficiência energética.

Em dezembro de 1985, o Governo Federal promulgou a Portaria Interministerial nº 1.877, estruturada pelos Ministérios de Minas e Energia e do Ministério da Indústria e Comércio Exterior, instituindo o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL). O objetivo era o de promover o uso racional de energia elétrica em todo país, além de combater seu desperdício (BRASIL, 1985). Constituído por inúmeros subprogramas, destacam-se ações nas áreas de iluminação pública, industrial, saneamento, educação, edificações, prédios públicos, gestão energética

municipal, informações, desenvolvimento tecnológico, entre outros (BRASIL, 2011).

Em 1991, foi instituído o Programa Nacional da Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET) (BRASIL, 1991). Assim como o PROCEL, o CONPET foi criado com a finalidade de desenvolver e integrar ações que visem à racionalização de recursos energéticos no país, mas focado em fontes de energia não renováveis, além de também atuar no âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem (BRASIL, 1991).

Em 1997, pela Lei nº 9.478, foi lançada a Política Energética Nacional (PEN) e criados o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional de Petróleo. Esta lei aponta os princípios da PEN em relação ao aproveitamento racional das fontes de energia, objetivando à conservação energética e a preservação do meio ambiente (BRASIL, 1997).

Em julho de 2000, foi criada a Lei nº 9.991 que prevê investimentos em pesquisa e desenvolvimento em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica. Através dessa lei as concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica ficam obrigadas a investir, anualmente, o valor de no mínimo, setenta e cinco centésimos por cento de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico, e no mínimo, vinte e cinco centésimos por cento em programas de eficiência energética no uso final.

Em 2001, foi publicado o principal marco regulatório na área de eficiência energética no país, a Lei nº 10.295/2001, também conhecida como a Lei da Eficiência Energética, que lançou a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Através desta lei foi estabelecido que o Poder Executivo seria responsável por desenvolver mecanismos que promovam a eficiência energética de máquinas e equipamentos fabricados e comercializados, bem como das edificações construídas no país (BRASIL, 2001a).

No mesmo ano, foi publicado o Decreto nº 4.059/2001, (posteriormente revogado pelo Decreto nº 9.864/2019), que regulamentou a Lei nº 10.295/2001. Desta forma, o Decreto nº 9.864 regulamentou finalmente a Lei da Eficiência Energética, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e sobre o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (BRASIL, 2019b), estabelecendo, no seu artigo 1º que:

[...] os níveis máximos de consumo de energia ou níveis mínimos de eficiência energética de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, e de edificações nele construídas, serão regulamentados pelo disposto neste Decreto, com base em indicadores técnicos, por meio do Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética, sob a coordenação do Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2019b).

Outra iniciativa do Governo Federal visando a eficiência energética foi a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), programa do Ministério do Meio Ambiente, concebido em 1999, mas oficialmente lançado em 2001, com o propósito de estimular os órgãos públicos do país a implementarem práticas de sustentabilidade, a fim de obter eficiência na atividade pública e, assim, promover a preservação do meio ambiente (MMA, 2001).

O Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações – PROCEL EDIFICA foi estabelecido em 2003 pela ELETROBRAS/PROCEL, atuando de forma conjunta com o Ministérios de Minas e Energia, o Ministério das Cidades, universidades, centros de pesquisa e entidades das áreas governamental, tecnológica, econômica e de desenvolvimento, além do setor da construção civil, por meio de ações de incentivo a conservação e o uso eficiente dos recursos naturais (água, luz, ventilação etc.) nas edificações, reduzindo os desperdícios e os impactos sobre o meio ambiente (PROCEL INFO, 2006).

O Programa atua através de seis vertentes: (a) regulamentação da Lei de Eficiência Energética; (b) educação; (c) disseminação; (d) tecnologia; (e) habitação de interesse social; (f) capacitação; e (g) suporte e marketing (PROCEL, 2014).

O PROCEL EDIFICA viabilizou a implementação da Lei de Eficiência Energética, no que concerne a edificações, além de apoiar o desenvolvimento de atividades buscando a divulgação e o estímulo à aplicação dos conceitos de eficiência energética em edificações (PROCEL, 2014). Além disto, contribuiu para a expansão, de forma energeticamente eficiente, do setor habitacional do país, diminuindo os custos operacionais na construção e utilização dos imóveis (PROCEL, 2014).

A Etiqueta PBE Edifica faz parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e foi desenvolvida em parceria entre o INMETRO e a Eletrobras/PROCEL Edifica. O PBE utiliza a Etiqueta Nacional de Conservação da Energia (ENCE), para prestar informações sobre o desempenho dos produtos, no que diz respeito à sua eficiência

energética (PROCEL, 2014).

Com a iniciativa de fomentar melhorias nas práticas de uso dos recursos energéticos junto à sociedade, o Ministério do Meio Ambiente (MMA), em cooperação com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), propôs o projeto “Transformação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil” (conhecido como Projeto 3E – Eficiência Energética em Edificações). O projeto teve origem em 2005, e seu principal objetivo era o fortalecimento do mercado de eficiência energética no Brasil, por meio da capacitação de profissionais, ações de sensibilização, promoção da eficiência energética em edifícios públicos, além de ser um mecanismo de garantia de financiamento de eficiência energética (MMA, 2005b).

No âmbito do Projeto 3E, o *ProjetEEE* “Projetando Edificações Energeticamente Eficientes” representou a primeira plataforma nacional que agrupava soluções para um projeto de edifício eficiente, garantindo, além da redução da demanda energética, o conforto dos usuários no interior das edificações (MMA, 2005a).

No ano de 2006 foi criado o Programa de Bom Uso Energético (PROBEN) desenvolvido na Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). O PROBEN é um programa institucional que visa implementar o bom uso de energia elétrica na instituição, através do uso de tecnologias mais eficientes, com a finalidade de redução do consumo e redução das despesas com energia elétrica na universidade (UFPEL, 2006).

Nos anos de 2010 e 2012 foram criados o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais (RTQ-R). Segundo o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC 2010; MDIC, 2012), o RTQ-C e RTQ-R indicam técnicas de análise e classificação do desempenho da envoltória do edifício, consumo de energia de iluminação e climatização, fornecendo após as análises uma etiqueta nacional de conservação de energia para a edificação.

Além desses regulamentos, foi criado o RAC (Requisitos de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações), que estabelece os requisitos para a obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) (PROCEL, 2014). O RAC apresenta os procedimentos para submissão para

avaliação, direitos e deveres dos envolvidos, o modelo das ENCEs, a lista de documentos que precisam ser encaminhados, modelos de formulários para preenchimento, dentre outros (PROCEL, 2014).

O RAC-C, para edificações comerciais, foi lançado em 2009, já o RAC-R, para edificações residenciais, foi lançado em 2011. Entretanto, em 2013, foi lançado um RAC único, que rege ambos os tipos de edificações, sendo que a portaria em vigor foi publicada pelo Inmetro em 2013 sob o número nº 50, de 01 de fevereiro de 2013 (PROCEL, 2014).

Complementarmente à criação de programas e leis, o lançamento de planos nacionais foi importante medida para apoiar o planejamento e execução de medidas de conservação de energia. Entre esses, estão o Plano Nacional de Energia 2030 (BRASIL, 2007) e o Plano Nacional de Eficiência energética (BRASIL, 2011). Enquanto o primeiro apresenta o potencial de aplicação de medidas de eficiência energética no Brasil, para diferentes cenários macroeconômicos (BRASIL, 2007), o segundo descreve ações diversas que podem ser desenvolvidas para aumentar a conservação de energia nos setores industrial, transportes, edificações, iluminação pública, saneamento, educação, entre outros (BRASIL, 2011).

Dentre as linhas de ações propostas pelo Plano Nacional de Eficiência Energética está o aperfeiçoamento de métodos e procedimentos de avaliação do desempenho termoenergético de instalações (BRASIL, 2011). A abordagem faseada do Processo de Retrocomissionamento explica as interações entre todos os fluxos de energia em um edifício e produz um método sistemático para planejar atualizações que aumentam a economia de energia (*ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY*, 2007), permitindo uma avaliação completa do desempenho termoenergético das instalações.

A ISO 50001 – Sistema de Gestão de Energia (SGEn) foi criada com o objetivo principal de gerenciar os requisitos mínimos que garantem um melhor desempenho energético ao longo do tempo de implantação determinado pela organização. A implantação destes requisitos de forma eficaz provoca uma gangorra: diminuir de maneira contínua o consumo de energia faz aumentar a eficiência energética das atividades desempenhadas pela organização (LEE; CHENG, 2016; VIANA; TOSTA; FREITAS, 2017).

Até a criação da norma ISO 50001 - Sistema de Gestão de Energia (SGEn),

em 2011, não haviam modelos internacionais para a gestão específica da energia elétrica. Os conceitos abordados na norma ISO 50001 são recorrentes de especificações e regulamentações de inúmeros países, e da mesma maneira que as demais normas ISO, busca facilitar as negociações, dissemina o conhecimento e avanços inovadores em tecnologia e propaga as boas práticas de gestão. (ISO, 2018).

Em 2012, através da Instrução Normativa SLTI/MP nº 10, de 12 de novembro de 2012, foram definidas as regras para os Planos de Logística Sustentável (PLS). A IN nº 10/2012, informa em seu Capítulo II, Seção I, Artigo 3º que:

[...] os PLS são ferramentas de planejamento com objetivos e responsabilidades definidas, ações, metas, prazos de execução e mecanismos de monitoramento e avaliação, que permite ao órgão ou entidade estabelecer práticas de sustentabilidade e racionalização de gastos e processos na Administração Pública (BRASIL, 2012).

A energia elétrica é um dos temas abordados no PLS, o qual deve se apropriar de práticas de sustentabilidade e racionalização do uso de materiais e serviços propostas pela IN nº 10/2012 (BRASIL, 2012).

A referida Instrução aponta que ações que visem a otimização da qualidade do gasto público e contínua primazia na gestão dos processos, devem ser práticas de racionalização a serem adotadas (BRASIL, 2012).

Ainda segundo a IN nº 10/2012, os Planos de Logística Sustentável devem ser formalizados em processos, e o Plano de Ação do mesmo deve conter o seu objetivo, o detalhamento de implementação das ações, as unidades e áreas envolvidas pela implementação de cada ação e respectivos responsáveis, as metas a serem alcançadas para cada ação, o cronograma de implantação das ações e previsão de recursos financeiros, humanos, instrumentais, entre outros, necessários para a implementação das ações.

Paralelo a isso, é publicada, no ano de 2014, uma Instrução Normativa do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, prevendo regras para a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores de energia pela Administração Pública Federal, e uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam *retrofit* (BRASIL, 2014). Essa Instrução Normativa, a IN 02/14, determina que edifícios novos, a serem construídos ou alugados, e reformas acima de 500m², controlados pela administração pública federal, sejam avaliadas como nível “A”, no selo do Instituto de

Conservação de Energia (PROCEL), voltados a edificações, o PROCEL-Edifica, como forma de induzir e incentivar edifícios energeticamente eficientes (BRASIL, 2014).

A Instrução Normativa Nº 02/14 aponta que *retrofit* é qualquer reforma que modifique os sistemas de iluminação, condicionamento de ar ou a envoltória da edificação, já para Procel (2014), além dessa remodelagem dos sistemas, o *retrofit* incorpora novas tecnologias e conceitos. No Capítulo III, art 6º é informado que:

“[...] as obras de retrofit devem ser contratadas visando à obtenção da ENCE Parcial da Edificação Construída classe "A" para os sistemas individuais de iluminação e de condicionamento de ar, ressalvados os casos de inviabilidade técnica ou econômica, devidamente justificados, devendo-se, nesse caso, atingir a maior classe de eficiência possível” (BRASIL, 2014).

No entanto, a Instrução Normativa Nº 02/14 salienta que ainda que nem todos esses sistemas (sistemas de iluminação, condicionamento de ar e a envoltória) sejam objeto de *retrofit*, é aconselhável que o edifício seja avaliado como um todo, buscando-se a ENCE Geral (BRASIL, 2014).

No ano de 2015 o Ministério de Minas e Energia (MME) lançou o “Guia para Eficiência Energética nas Edificações Públicas”, elaborado em parceria com o Centro de Pesquisa de Energia Elétrica (CEPEL), no contexto do Projeto Esplanada Sustentável (PES) (MME, 2015b).

O referido manual oferece informações e sugestões de procedimentos técnicos buscando a viabilização do uso eficiente da energia elétrica, e, além disso, orienta os gestores das edificações, em particular os gestores da cada Ministério da Esplanada dos Ministérios, na consecução de editais para a elaboração de diagnósticos energéticos e para a implantação de medidas de eficiência sugeridas nestes diagnósticos (MME, 2015b).

Este manual foi dividido em três partes, sendo que a Parte I ilustra aspectos do uso da energia em edificações da Esplanada dos Ministérios, a Parte II apresenta noções gerais de eficiência energética em edificações e seus sistemas, e por fim, a Parte III orienta a cerca dos Procedimentos para Contratações (MME, 2015b). Na parte II, em específico, são ilustrados conceitos básicos de eficiência energética de alguns subsistemas como ar condicionado, iluminação, envoltória e aspectos construtivos, aquecimento solar de água para prédios públicos, transporte vertical (elevadores), sistema de supervisão, além de controle e aquisição de dados (MME, 2015b).

No ano de 2015 o Ministério de Minas e Energia (MME) lançou o “Guia para Eficiência Energética nas Edificações Públicas”, elaborado em parceria com o Centro de Pesquisa de Energia Elétrica (CEPEL), no contexto do Projeto Esplanada Sustentável (PES) (MME, 2015b).

O referido manual oferece informações e sugestões de procedimentos técnicos buscando a viabilização do uso eficiente da energia elétrica, e, além disso, orienta os gestores das edificações, em particular os gestores da cada Ministério da Esplanada dos Ministérios, na consecução de editais para a elaboração de diagnósticos energéticos e para a implantação de medidas de eficiência sugeridas nestes diagnósticos (MME, 2015b).

Este manual foi dividido em três partes, sendo que a Parte I ilustra aspectos do uso da energia em edificações da Esplanada dos Ministérios, a Parte II apresenta noções gerais de eficiência energética em edificações e seus sistemas, e por fim, a Parte III orienta a cerca dos Procedimentos para Contratações (MME, 2015b). Na parte II, em específico, são ilustrados conceitos básicos de eficiência energética de alguns subsistemas como ar condicionado, iluminação, envoltória e aspectos construtivos, aquecimento solar de água para prédios públicos, transporte vertical (elevadores), sistema de supervisão, além de controle e aquisição de dados (MME, 2015b).

Atualmente, em concordância com as diretrizes do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), o papel do PROCEL foi reafirmado por meio do Decreto nº 9.863, de 27 de junho de 2019, que indica os objetivos do Programa na promoção de ações de eficiência energética elétrica na geração, transmissão e distribuição de energia, bem como para o usuário final, destinadas a aumentar a competitividade do país, além de protelar os investimentos no setor elétrico e diminuir a emissão de gases de efeito estufa (BRASIL, 2019a).

Conforme percebe-se, existem oportunidades de inserção do Processo de Retrocomissionamento na gestão das edificações públicas existentes, tendo em vista que o mesmo pode dar suporte à tomada de decisão à cerca das intervenções necessárias que visam a melhoria de seu desempenho.

O Panorama Nacional das práticas de Eficiência Energética é ilustrado na Figura 2.

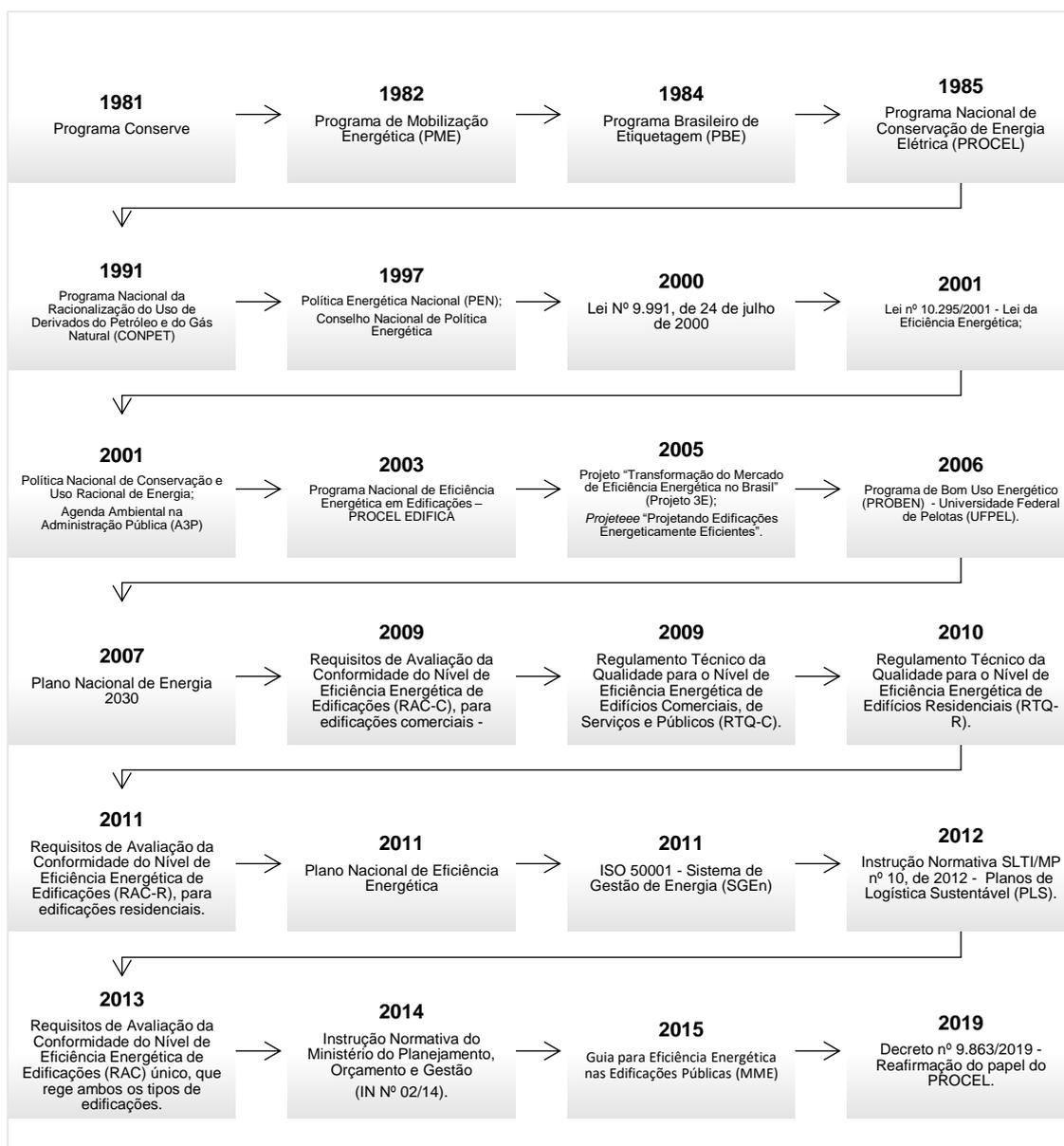


Figura 2 - Panorama Nacional das práticas de Eficiência Energética.
Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

2.1 Eficiência Energética em Prédios Públicos

Em 2001 ocorreu uma crise energética no Brasil, que teve como resposta imediata a promulgação da Lei da Eficiência Energética (nº 10.295/2001) e o incremento do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, o PROCEL, conduzindo a criação do Subprograma Procel Edifica (BRASIL, 2011).

Eficiência energética, conforme o Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf), refere-se a ações de naturezas distintas que resultam na redução da energia necessária para suprir as demandas da sociedade por serviços de energia sob a forma

de luz, calor/frio, acionamento, transportes e uso em processos (BRASIL, 2011). Ainda segundo o PNEf, a economia de energia requer, por um lado, o desenvolvimento de técnicas, produtos e serviços eficientes sob o ponto de vista energético e, por outro, a mudança dos padrões comportamentais, buscando um menor consumo de energia, sem perda de qualidade de vida (BRASIL, 2011).

Uma dessas iniciativas é baseada no incentivo a adequação das construções já estabelecidas, ou seja, daquelas que se encontram na etapa de uso e operação, por meio da instalação de sistemas mais eficientes e econômicos, como por exemplo, os sistemas prediais de iluminação e refrigeração (BRASIL, 2011).

Além disso, o Plano Nacional de Eficiência Energética aponta para a necessidade de aplicação de conceitos de eficiência energética em prédios públicos brasileiros, tendo em vista sua importância para reduzir as emissões que impactam o clima do planeta, além de desempenhar papel fundamental como política pública, tanto como efeito demonstrativo, quanto como indutor do mercado (BRASIL, 2011).

O subprograma de Prédios Públicos do Programa de Eficiência Energética (PROCEL-EPP) foi instituído em 1997 pela ELETROBRAS/PROCEL buscando promover a eficiência energética nos prédios públicos nos níveis federal, estadual e municipal (PROCEL INFO, 2006). Este programa busca a implementação de medidas de eficiência energética e a difusão da informação junto aos agentes envolvidos com a administração pública (PROCEL INFO, 2006).

Portanto, o PROCEL-EPP visa promover a economia de energia, a melhoria na qualidade nos sistemas de iluminação, refrigeração, forças-motrizes e demais sistemas relevantes que visem à redução dos gastos com energia elétrica, além da atualização tecnológica em laboratórios de pesquisa voltados para este segmento (PROCEL INFO, 2006).

No ano de 2015 o Ministério de Minas e Energia (MME) lançou o “Guia para Eficiência Energética nas Edificações Públicas”, elaborado em parceria com o Centro de Pesquisa de Energia Elétrica (CEPEL), no contexto do Projeto Esplanada Sustentável (PES) (MME, 2015b).

O referido guia oferece informações e sugestões sobre procedimentos técnicos, buscando a viabilização do uso eficiente da energia elétrica, e, além disso, orienta os gestores das edificações, em particular os gestores de cada um dos Ministérios quem compõem a Esplanada dos Ministérios, em Brasília, na consecução de editais para a

elaboração de diagnósticos energéticos e para a implantação de medidas de efficientização sugeridas nestes diagnósticos (MME, 2015b).

O Guia para Eficiência Energética nas Edificações Públicas foi dividido em três partes, sendo que a Parte I ilustra aspectos do uso da energia em edificações da Esplanada dos Ministérios, a Parte II apresenta noções gerais de eficiência energética em edificações e seus sistemas, e, por fim, a Parte III orienta acerca dos Procedimentos para Contratações (MME, 2015b). Na parte II, em especial, são apresentados conceitos básicos de eficiência energética de alguns subsistemas como ar-condicionado, iluminação, envoltória além de aspectos construtivos, aquecimento solar de água para prédios públicos, transporte vertical (elevadores), sistema de supervisão, além de controle e aquisição de dados (MME, 2015b).

A Medida Provisória nº 915/2019, que aprimora os procedimentos de gestão e alienação dos imóveis da União, permitindo que um único contrato de serviços de gestão da ocupação de imóveis públicos reúna demandas de gerenciamento, operação e manutenção dos prédios do governo, conduzindo assim para uma importante inovação normativa no setor da administração predial do setor público (BRASIL, 2019c).

Paralelo a isso, no âmbito do Governo Federal existem ações buscando a redução do consumo de energia em Edificações Públicas Federais. Dentre elas está a Instrução Normativa Nº 02/14 que dispõe sobre regras para a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores de energia pela Administração Pública Federal, e uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam *retrofit* (BRASIL, 2014).

3 RETROCOMISSIONAMENTO

Segundo o *California Commissioning Collaborative* (2006), o termo comissionamento teve origem na indústria naval. Naquele contexto, um navio comissionado era aquele que havia passado por inúmeros testes, antes de ser considerado pronto para operar. Nesse processo, o navio sendo comissionado passava por uma análise completa, incluindo materiais, sistemas e equipe, a fim de garantir sua qualidade (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

No contexto da construção civil, o comissionamento de edifícios adota a mesma abordagem para novas construções, ou seja, quando um edifício é comissionado inicialmente, ele passa por um processo intensivo de avaliação, com vistas a garantir sua qualidade, que se inicia ainda durante o projeto e continua com a construção, ocupação e operação (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006). Assim, busca-se garantir que os sistemas sejam projetados, instalados, testados e passem a operar de acordo com as especificações de projeto (GRONDZIK, 2009).

O comissionamento de edifícios, similar ao aplicado atualmente, era implementado nos Estados Unidos entre 1977 e 1993, sobretudo no setor público. No ano de 1994 foi emitida uma ordem executiva que tornava compulsória a aplicação do processo de comissionamento em todos os edifícios, o que incentivou sua disseminação (ISHIDA, 2015).

O processo de comissionamento pode ser empregado em diferentes momentos do ciclo de vida do empreendimento (BAEHLER; FARLEY, 2011), podendo receber, em função disto, diversas designações: Comissionamento (Cx), Retrocomissionamento (RCx), também chamado de Comissionamento de Edifícios Existentes (EBCx), Recomissionamento e Comissionamento Contínuo, descritos a seguir.

Independente do momento do ciclo de vida do empreendimento em que o Cx é aplicado, todas as formas de comissionamento de edifícios compartilham os mesmos objetivos: produzir um edifício que atenda às necessidades exclusivas de seu proprietário e ocupantes, que opera de forma tão eficiente quanto possível, que proporciona um ambiente de trabalho seguro e confortável e que é operado e mantido por um pessoal bem treinado (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE,

2006).

O Comissionamento é o processo utilizado em empreendimentos que serão construídos, ou seja, desde o seu planejamento até o início da operação do edifício (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; BAECHLER; FARLEY, 2011; GRONDZIK, 2009; ISHIDA, 2015).

Já o Retrocomissionamento refere-se à aplicação do processo de comissionamento em edifícios existentes, fazendo referência ao comissionamento de empreendimentos existentes, mas que não foram comissionados anteriormente (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; BAECHLER; FARLEY, 2011; GRONDZIK, 2009; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018).

Por sua vez, o Recomissionamento ocorre quando um edifício que já foi comissionado passa por um novo processo de comissionamento, seja durante a construção ou algum tempo após a ocupação inicial (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; BAECHLER; FARLEY, 2011; GRONDZIK, 2009). O Recomissionamento é uma aplicação dos requisitos do Processo de Comissionamento a um projeto que foi entregue usando o processo de Cx, buscando manter o desempenho da edificação (GRONDZIK, 2009). É uma continuação do processo de comissionamento após algum período de interrupção (GRONDZIK, 2009).

Por fim, o Comissionamento Contínuo refere-se ao desenvolvimento continuado do processo de comissionamento, ou seja, a avaliação da capacidade de uma edificação em atender aos requisitos de desempenho atuais e em evolução do empreendimento, garantindo assim a persistência dos benefícios previstos pelo processo de Comissionamento (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; GRONDZIK, 2009; NATIONAL ENVIRONMENTAL BALANCING BUREAU, 2013; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018).

Neste trabalho, o processo de Retrocomissionamento será especialmente abordado, considerando os objetivos anteriormente apresentados.

3.1 O Processo de Retrocomissionamento

Tendo como base o levantamento de diversos documentos, como Guias, Orientações, Manuais, Padrões e Boas Práticas, buscou-se caracterizar o processo de Retrocomissionamento, quanto as suas etapas e respectivos objetivos.

Dentre os documentos técnicos disponíveis no website⁴ da *American Society of Heating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)*, referência no tema Comissionamento de Edifícios e organização-líder no desenvolvimento de normas e diretrizes para o comissionamento, o Guia Estratégico para Comissionamento (ASHRAE, 2014) caracteriza o comissionamento estratégico de alto nível, fornecendo às partes interessadas uma base para compreender a entrega aprimorada, com foco na qualidade, de projetos de construções novas e existentes.

Assim, a partir das informações constantes no Guia Estratégico para Comissionamento e nas referências utilizadas nesse documento, foram identificados Guias para o desenvolvimento do Retrocomissionamento de edificações. Ao final da busca, foram identificadas e selecionadas 6 (seis) organizações que produziram publicações acerca do tema RCx e que podem ser visualizadas no Quadro 1 abaixo:

⁴ Disponível em: <https://www.ashrae.org/>. Acesso em: 23 ago. 2021.

QUADRO 1 – GUIAS DE RETROCOMISSIONAMENTO ANALISADOS

Referência da guia	Descrição
<p>BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION (BCxA). Existing Building Commissioning: Best Practices. 2019. EUA</p>	<p>Organização internacional sem fins lucrativos com mais de 1.200 membros da indústria de construção comercial. A mesma lidera a associação e certificação de praticantes de comissionamento na construção visando aumentar a conscientização sobre o comissionamento de edifícios e capacitar fornecedores de comissionamento, proprietários de edifícios e outros para otimizar o ambiente construído.</p>
<p>ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT (EMSD). Technical Guidelines on Retro-commissioning. 2018. Hong Kong (China)</p>	<p>Atua em Hong Kong, e funciona como um colaborador e facilitador da economia de energia, implementando soluções de economia de energia e de Retrocomissionamento para melhorar a eficiência energética dos edifícios existentes, além de permitir o acesso a diversos materiais e Diretrizes Técnicas para Retrocomissionamento em Hong Kong.</p>
<p>NATIONAL ENVIRONMENTAL BALANCING BUREAU (NEEB) 2ª edição. Procedural Standards for Retro-Commissioning of Existing Buildings. 2013. Maryland (EUA)</p>	<p>Foi estabelecida em 1971 e é a principal associação internacional de certificação para empresas que fornecem sistemas de construção de alto desempenho. Sua função é estabelecer, promover e manter altos padrões de qualidade por meio da certificação de empresas, profissionais e técnicos.</p>
<p>UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Building Commissioning Guidelines. 2009. EUA</p>	<p>Agência criada em 2 de dezembro de 1970 que desenvolve e implementa regulamentos amparados em leis ambientais. A EPA trabalha com pesquisas federais, monitoramento, estabelecimento de padrões e atividades de fiscalização para garantir a proteção ambiental, assim como possui parcerias com empresas, organizações sem fins lucrativos e governos estaduais e locais para solucionar problemas ambientais relacionados a conservação de água e energia, minimização de gases de efeito estufa, reutilização de resíduos sólidos e controle sobre os riscos de pesticidas.</p>
<p>CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE. California Commissioning Guide: Existing Buildings. 2006. Califórnia (EUA)</p>	<p>Corporação sem fins lucrativos que apoia e promove a prática de comissionamento na Califórnia. Seu Conselho Consultivo e Conselho de Administração são compostos por concessionárias de serviços públicos, governos estadual e federal, pesquisadores, projetistas, proprietários de edifícios e fornecedores de Cx.</p>
<p>PORTLAND ENERGY CONSERVATION, INC (PECI). Retrocommissioning Handbook for Facility Managers. 2001. Oregon. (EUA)</p>	<p>Corporação sem fins lucrativos - fundada em Portland, Oregon, em 1979 - dedicada ao avanço no uso, na geração e na política de energia. São reconhecidos como líderes na área de gestão de recursos energéticos, tendo experiência na concepção e implementação de programas para clientes de serviços públicos e agências governamentais.</p>

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Desta forma, buscou-se caracterizar os diferentes documentos identificados, com base nos seguintes aspectos: (a) objetivos e benefícios do Retrocomissionamento; (b) envolvidos no processo de Retrocomissionamento e suas responsabilidades; (c) etapas do processo, documentação e entregas; (d) estratégias de persistência; (d) relação entre retrocomissionamento e *retrofit* e; (e) relação entre retrocomissionamento e auditoria energética. O Quadro 2, a seguir, apresenta os aspectos de avaliação e sua presença nos documentos analisados.

QUADRO 2 – PONTOS IDENTIFICADOS NOS GUIAS

	Objetivos e Benefícios	Envolvidos e responsabilidades	Etapas e atividades do Processo de RCx	Documentação	Estratégias de Persistência	RCx e Retrofit	RCx e Auditoria Energética
BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION (BCxA). Existing Building Commissioning: Best Practices . 2019. EUA	X	X	X	X	X		
ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT (EMSD). Technical Guidelines on Retro-commissioning. 2018. Hong Kong (China)	X	X	X	X	X		X
NATIONAL ENVIRONMENTAL BALANCING BUREAU (NEEB) 2ª edição. Procedural Standards for Retro-Commissioning of Existing Buildings. 2013. Maryland (EUA)	X	X	X	X	X		X
UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Building Commissioning Guidelines. 2009. EUA	X	X	X				
CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE. California Commissioning Guide: Existing Buildings. 2006. Califórnia (EUA)	X	X	X	X	X	X	
PORTLAND ENERGY CONSERVATION, INC (PECI). Retrocommissioning Handbook for Facility Managers. 2001. Oregon. (EUA)	X	X	X	X			

Fonte: Elaborada pela autora, 2021

3.2 Objetivos e Benefícios do Retrocomissionamento

O Retrocomissionamento é um processo que visa melhorar o funcionamento conjunto de equipamentos e sistemas da edificação na fase de uso e operação (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006), e se concentra nos sistemas dinâmicos de uso de energia, buscando reduzir o desperdício, economizar recursos, além de identificar e corrigir problemas existentes (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; PECCI, 2001).

Segundo o Electrical and Mechanical Services Department (2018), o RCx foca em verificar se os equipamentos e sistemas que consomem energia operam adequadamente, conforme o projeto ou conforme os requisitos dos usuários, podendo identificar alguma área de melhoria, isto é, melhorias operacionais, reduzindo as contas de energia e melhorando o ambiente interno (ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018).

O processo de RCx também pode, ainda, ser empregado para avaliar e validar o estado operacional da instalação, inspecionando, testando e otimizando os sistemas existentes da construção, com vistas a melhoria de desempenho (NATIONAL ENVIRONMENTAL BALANCING BUREAU, 2013).

Em alguns casos, o RCx pode ser realizado simultaneamente a outros processos, como substituições de equipamentos ou *retrofits* (atualizações) em grande escala (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009).

É um processo inclusivo e sistemático que pretende não só otimizar o funcionamento dos equipamentos e sistemas, mas também aprimorar o funcionamento dos sistemas em conjunto (PECCI, 2001). Embora o Retrocomissionamento possa incluir recomendações para melhorias de capital, através da adição ou substituição de um sistema, buscando a valorização do imóvel, o foco principal está no uso de atividades de ajustes de operação e manutenção (O&M) e nos testes diagnósticos, buscando otimizar os sistemas de construção (PECCI, 2001).

Dependendo da idade do edifício, o Retrocomissionamento pode auxiliar a resolver problemas surgidos durante o projeto ou construção, ou que se desenvolveram ao longo do ciclo de vida do edifício (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

Assim, quando aplicado de forma apropriada, pode evitar as soluções rápidas e abordar as causas-raízes do problema, melhorando sistematicamente os sistemas prediais, para que operem de maneira eficiente, eficaz e confiável, além de garantir que as melhorias persistam ao longo do tempo (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

Com base no exposto, a correção das deficiências pode resultar em uma variedade de benefícios (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; PORTLAND ENERGY CONSERVATION, INC - PECEI, 2001; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; NATIONAL ENVIRONMENTAL BALANCING BUREAU – NEEB, 2013; CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019), como:

- a) a redução dos custos e da demanda de energia, das reclamações dos ocupantes, do tempo gasto pela equipe de operação e manutenção em chamadas de emergência e nas falhas prematuras de equipamentos;
- b) o maior conforto, aumentando a satisfação do inquilino/ocupante;
- c) a melhoria da qualidade do ambiente interno e dos procedimentos de operação e manutenção das instalações;
- d) equipamentos mantidos em seu estado operacional adequado, aumentando a vida útil e o valor patrimonial do edifício;
- e) a construção de conhecimento e das competências da equipe de gestão do edifício para o desenvolvimento da indústria de O&M.

Deste modo, todos os envolvidos se beneficiam com o Retrocomissionamento. Por exemplo, para os proprietários, o Retrocomissionamento reduz os custos operacionais da construção, que podem levar a um aumento na receita operacional líquida; a equipe de O&M do prédio recebe menos reclamações dos ocupantes e tem maior capacidade de gerenciar sistemas, além de receberem treinamento e documentação aprimorada; e os ocupantes do prédio ficam mais confortáveis (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

3.3 Os Envolvidos e suas Responsabilidades

Todas as funções e suas responsabilidades estão descritas em um documento, chamado Plano de Retrocomissionamento, e são revisadas na primeira reunião de RCx, juntamente com todos os demais elementos do plano (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

Com base nos guias avaliados, há concordância quanto aos atores envolvidos no Processo de Retrocomissionamento: (a) o proprietário do edifício; (b) a equipe de retrocomissionamento (que possui um líder e pode contar com profissionais de projeto, especialistas em sistemas, profissionais de teste, ajuste e balanceamento (TAB) e empreiteiros); e (c) a equipe de gestão do edifício (o gerente do edifício e sua equipe de O&M).

3.3.1 Proprietário ou Representante do Proprietário

O proprietário, ou o representante do mesmo, faz contribuições cruciais para o sucesso de qualquer processo de Retrocomissionamento, sendo que suas principais responsabilidades são apoiar a equipe de Retrocomissionamento e comunicar claramente as expectativas sobre como o edifício deve operar (BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019; CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; NATIONAL ENVIRONMENTAL BALANCING BUREAU (NEEB), 2013; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018).

Dentre as atividades do proprietário, ou seu representante, durante o processo de RCx (BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; NATIONAL ENVIRONMENTAL BALANCING BUREAU – NEEB, 2013; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; PORTLAND ENERGY CONSERVATION, INC - PECEI, 2001) pode-se citar:

- a) desenvolver e articular claramente os objetivos do projeto;
- b) determinar o orçamento do projeto, cronograma e requisitos operacionais;
- c) contratar ou incumbir o líder do comissionamento;
- d) constituir e apoiar a equipe de retrocomissionamento;
- e) trabalhar com o líder do comissionamento para estabelecer o plano de

comissionamento, assim como também verificar como melhor aproveitar os recursos existentes para otimizar o projeto e reduzir custos;

- f) participar de sessões de treinamento e reuniões de comissionamento;
- g) articular claramente os requisitos operacionais para o edifício;
- h) fornecer informações e recursos necessários;
- i) informar os ocupantes do edifício sobre o trabalho de retrocomissionamento pretendido;
- j) solicitar e revisar relatórios de progresso e atas de reuniões.

Juntos, o líder de comissionamento e o proprietário montam a equipe de Retrocomissionamento e atribuem funções e responsabilidades a cada membro (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

3.3.2 Equipe de Comissionamento

O Retrocomissionamento é um esforço em equipe. Dependendo do escopo do projeto, entretanto, a equipe de retrocomissionamento pode consistir simplesmente do fornecedor de comissionamento e um membro designado da equipe que opera a edificação (PECI, 2001). O líder de comissionamento pode ser terceirizado (provedor de comissionamento) ou um membro da equipe do proprietário (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

Além do líder, a equipe de comissionamento pode contar com profissionais de projeto, especialistas em sistemas, profissionais de teste, ajuste e balanceamento (TAB⁵) e empreiteiros terceirizados, colaboradores pertencentes à equipe de operação e manutenção da edificação, entre outros (PECI, 2001).

Ainda, segundo PECI (2001), restrições de orçamento e as características do empreendimento podem ditar o número de membros da equipe e suas responsabilidades (PECI, 2001). O líder da equipe de comissionamento é responsável por planejar, programar e coordenar as atividades do processo (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; BUILDING COMMISSIONING

⁵ O TAB é uma das principais disciplinas para levantamento da qualidade das instalações, o que gera argumentos para a qualificação destes, visando ajustar os equipamentos para que operem conforme especificado, dentro das margens de tolerância (BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION (BCxA), 2017).

ASSOCIATION, 2019), e pode revisar o escopo do trabalho e aconselhar o proprietário sobre como consolidar funções e tarefas para melhor atender às necessidades do projeto (PECI, 2001). Dentre as atividades sob responsabilidade da equipe de comissionamento (BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; NATIONAL ENVIRONMENTAL BALANCING BUREAU – NEEB, 2013; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; PORTLAND ENERGY CONSERVATION, INC - PECI, 2001), pode-se listar:

- a) desenvolvimento de agendas e facilitação de todas as reuniões de comissionamento;
- b) reavaliação da documentação existente do edifício, incluindo os requisitos operacionais do proprietário;
- c) realização da avaliação detalhada no local das práticas de manutenção e estratégias operacionais atuais, observando todas as possíveis deficiências e melhorias;
- d) compreensão das garantias e contratos de serviço que estão em vigor e como esses podem ser aproveitados no projeto
- e) desenvolvimento dos planos de monitoramento e teste;
- f) desenvolvimento, execução, documentação e supervisão dos procedimentos de teste funcional, conforme necessário;
- g) estimativa da economia de energia e ajudar o proprietário a priorizar as melhorias mais econômicas para a implementação;
- h) supervisão da implementação das melhorias selecionadas;
- i) realização das atividades de monitoramento e teste pós-instalação;
- j) fornecimento de treinamento ao operador e aos usuários do edifício.

3.3.3 Equipe de Operação e Manutenção

Ao participar do processo de Retrocomissionamento, a equipe de operação e manutenção do edifício pode obter uma melhor compreensão dos sistemas da edificação e suas interações falhas (PECI, 2001; CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

Nesse sentido, o Retrocomissionamento visa aprimorar o programa geral de

O&M e apoiar positivamente o trabalho da equipe de construção (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

Dependendo da disponibilidade, os operadores do edifício devem auxiliar, ou pelo menos observar, o máximo possível do processo de RCx, a fim de obter uma melhor compreensão sobre os equipamentos e estratégias de controle. Esse conhecimento permite que a equipe de Operação e Manutenção teste novamente ou recomissione os sistemas periodicamente como parte do programa de O&M em andamento (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; PECCI, 2001). Dentre as atividades sob responsabilidade da equipe de O&M (BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; NATIONAL ENVIRONMENTAL BALANCING BUREAU – NEEB, 2013; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; PORTLAND ENERGY CONSERVATION, INC - PECCI, 2001), pode-se apontar:

- a) auxiliar na coleta da documentação do edifício;
- b) fornecer informações detalhadas para a avaliação inicial e para o processo de investigação;
- c) realizar tarefas de manutenção preventiva adequadas, antes de iniciar a investigação;
- d) fornecer informações sobre problemas conhecidos da construção;
- e) calibrar sensores críticos;
- f) conduzir ou observar diagnósticos e testes funcionais;
- g) executar reparos e melhorias simples;
- h) acompanhar os indicadores de desempenho após a implementação;
- i) participar de reuniões do projeto e de treinamentos.

3.4 Fases e atividades do processo de Retrocomissionamento

Com base nos guias analisados, verifica-se que o processo de Retrocomissionamento é normalmente dividido em fases distintas, que não mantêm, necessariamente, paralelismo entre si. Ainda, conforme os modelos analisados, não há procedimentos rígidos, uma vez que diversas possibilidades de execução podem ser definidas, seguem um padrão rígido/específico para a execução de um processo de Retrocomissionamento, pois existem diversos modelos que podem ser seguidos e/ou construídos, a partir da necessidade, viabilidade e especificidade de cada edifício.

As fases de cada guia serão ilustradas no Quadro 3.

QUADRO 3 – FASES DO PROCESSO DE RETROCOMISSONAMENTO

Guia Analisado						
Building Commissioning Association (2019)	Electrical and Mechanical Services Department (2018)	National Environmental Balancing Bureau (Neeb) (2013)	United States Environmental Protection Agency (2009)	California Commissioning Collaborative (2006)	Portland Energy Conservation, Inc (Peci) (2001)	
-	-	-	-	-	Seleção do Projeto	Estágio pré- implementação
Fase de Planejamento	Fase de Planejamento	Fase de Planejamento	Fase de Planejamento	Fase de Planejamento	Fase de Planejamento	
Fase de Avaliação Inicial	-	-	-	-	-	
Fase de Investigação	Fase de Investigação	Fase de Investigação	Fase de Investigação	Fase de Investigação	Fase de Investigação	
Fase de Implementação	Fase de Implementação	Fase de Implementação	Fase de Implementação	Fase de Implementação	Fase de Implementação	Estágio Implementação
-	-	Fase de Verificação de Desempenho	-	-	-	
-	-	-	-	-	Ajuste Final	Estágio pós implementação
Fase de Transferência	-	-	-	Fase de Transferência	Fase de Transferência	
-	-	-	Relatório Final	-	-	
Comissionamento Contínuo	Comissionamento Contínuo	-	-	-	-	

Fonte: Elaborada pela autora, 2021.

A partir dos seis guias analisados, optou-se por padronizar as fases e distribuir algumas subetapas/estágios nas respectivas fases. Assim, foram definidas cinco fases básicas, tendo como base a maior frequência das mesmas na maioria dos guias analisados: (a) Fase de Planejamento; (b) Fase de Investigação; (c) Fase de Implementação; (d) Fase de Transferência; e (e) Fase de Comissionamento Contínuo. As atividades integrantes de cada fase/etapa desse processo são apresentadas nos Quadros 4, 5, 6, 7 e 8.

QUADRO 4 – ATIVIDADES FASE DE PLANEJAMENTO

Guia Analisado						
	Building Commissioning Association (2019)	Electrical and Mechanical Services Department(2018)	National Environmental Balancing Bureau (Neeb)(2013)	United States Environmental Protection Agency (2009)	California Commissioning Collaborative (2006)	Portland Energy Conservation, Inc (Peci) (2001)
Fase de Planejamento	1. Envolver um fornecedor de Comissionamento	<u>Preparação pré RCx</u>	1. Definir os membros da equipe	1. Desenvolver os objetivos do projeto	1. Selecionar o projeto	<u>Estágio de Pré Implementação</u>
	2. Rastrear a viabilidade do edifício ser retrocomissionado	1. Avaliar a capacidade da equipe interna	2. Definir as responsabilidades dos membros da equipe	2. Desenvolver o Plano de RCx e realizar reunião inicial	2. Definir os objetivos do projeto e obter suporte	1. Selecionar o Projeto
	3. Definir metas e objetivos do proprietário	2. Fornecer treinamento para melhorar a capacidade da equipe interna	3. Visitar o local		3. Selecionar um Líder de RCx	2. Reunir apoiadores e coletar informações
	4. Confirmar escopo de trabalho, cronograma e orçamento	3. Contratar um fornecedor de RCx	4. Desenvolver o escopo do trabalho		4. Documentar os Requisitos Operacionais Atuais	<u>Estágio de Pré Implementação</u>
	5. Realizar instruções precursoras para identificação das condições gerais	<u>Fase de Planejamento</u>	5. Desenvolver a Proposta		5. Realizar a vistoria Inicial do Edifício	1. Desenvolver objetivos e escopo do projeto
	6. Verificar, examinar e desenvolver Requisitos Atuais das Instalações (CFR)	4. Coletar informações de projeto e operacionais da edificação	6. Elaborar o Contrato		6. Desenvolver o Plano de RCx	2. Construir e organizar a equipe
	7. Iniciar o Plano de RCx	5. Coletar Requisitos Atuais das Instalações (CFR)	7. Elaborar o Plano de Retrocomissionamento		7. Montar a equipe de RCx	3. Selecionar e contratar um fornecedor de RCx
	8. Definir funções e responsabilidades	6. Realizar a vistoria Inicial do Edifício e entrevistar a equipe de O&M	8. Revisar os documentos e projetos		8. Realizar uma reunião inicial do projeto	
	9. Selecionar a equipe inicial	7. Realizar a análise inicial com base nos dados existentes do Sistema de monitoramento e controle central (CCMS)/ folha de registro	9. Revisar os registros de operação			
	10. Realizar uma reunião inicial	8. Considerar a execução da modelagem de energia	10. Realizar o levantamento dos Requisitos Atuais das Instalações (CFR)			
	Fase de Avaliação Inicial	9. Desenvolver um plano RCx				
	11. Revisar a documentação do edifício (incluindo desenhos existentes, apresentações, informações <i>as-built</i> , manutenção e reparos concluídos, registros de manutenção preventiva e relatórios anteriores)					
	12. Analisar dados de energia					
	13. Realizar entrevistas iniciais com a equipe de Operação e Manutenção					
	14. Realizar entrevistas com os ocupantes do edifício					
	15. Realizar a visita inicial do local e a revisão do sistema de automação predial					
	16. Atualizar o plano e escopo do RCx					
	17. Desenvolver um relatório de avaliação inicial					
18. Realizar reunião com o Proprietário						

Fonte: Elaborada pela autora, 2021.

QUADRO 5 – ATIVIDADES FASE DE INVESTIGAÇÃO E ANÁLISE

		Guia Analisado					
		Building Commissioning Association (2019)	Electrical and Mechanical Services Department(2018)	National Environmental Balancing Bureau (Neeb)(2013)	United States Environmental Protection Agency (2009)	California Commissioning Collaborative (2006)	Portland Energy Conservation, Inc (Peci) (2001)
Fase de Investigação	1. Atualizar tarefas e equipe de RCx	1. Coletar os registros de dados de tendência	1. Treinar a equipe do proprietário	1. Reunir e revisar a documentação da instalação	1. Revisar a documentação da instalação	Estágio de Pré Implementação	
	2. Realizar reunião inicial da Fase de Investigação	2. Analisar os registros de dados de tendência	2. Realizar Auditorias Energéticas	2. Iniciar avaliação do local e Lista Mestra de melhorias potenciais	2. Executar monitoramento diagnóstico	1. Revisar a documentação da instalação	
	3. Realizar revisão detalhada da documentação	3. Identificar potenciais Oportunidades de Economia de Energia (ESOs)	3. Entrevistar a equipe de gerenciamento	3. Desenvolver Monitoramento Diagnóstico e Planos de Teste	3. Realizar testes funcionais	2. Desenvolver o plano de RCx e realizar a reunião de escopo	
	4. Realizar pesquisa detalhada no local	4. Estabelecer métodos de medição e verificação das Oportunidades de Economia de Energia (ESOs) propostos	4. Entrevistar a equipe de manutenção	4. Desenvolver uma Lista Inicial de Descobertas	4. Executar reparos simples	3. Executar uma avaliação do local	
	5. Verificar calibrações de pontos de tendência do sistema de automação predial	5. Selecionar as Oportunidades de Economia de Energia (ESOs) para implementação	5. Entrevistar os ocupantes	5. Analisar, priorizar e selecionar reparos e aprimoramentos	5. Desenvolver lista das principais de descobertas	4. Desenvolver uma lista inicial de descobertas	
	6. Analisar o desempenho das instalações e estabelecer a linha de base de desempenho		6. Avaliar o desempenho da operação		6. Priorizar e selecionar melhorias operacionais	5. Desenvolver e apresentar um relatório intermediário	
	7. Realizar testes e monitoramento		7. Realizar investigações no local			6. Desenvolver os planos de teste e monitoramento diagnóstico	
	8. Realizar entrevistas adicionais com a equipe de O&M e ocupantes		8. Avaliar o sistema			7. Implementar monitoramento diagnóstico e planos de teste	
	9. Analisar o sistema de controle de automação do edifício		9. Verificar o Registrador de dados do local			8. Selecionar as oportunidades mais econômicas para implementação	
	10. Desenvolver procedimentos funcionais de teste		10. Elaborar cálculos e estudos de projeto				
	11. Realizar e avaliar testes funcionais do sistema		11. Realizar investigação e testes dos sistemas da edificação				
	12. Coletar dados de energia para cálculos e implementação		12. Executar correções rápidas				
	13. Executar cálculos de custos e economia de energia		13. Realizar a otimização do sistema				
	14. Executar reparos simples		14. Atualizar os Requisitos Atuais das Instalações				
	15. Elaborar a Lista Mestra de Achados		15. Definir os problemas				
	16. Atualizar relatório de RCx com o relatório de investigação		16. Analisar os problemas				
	17. Finalizar plano de medição e verificação		17. Atualizar o Plano de RCx				
	18. Elaborar o escopo completo do trabalho para fases de implementação e transferência		18. Recomendar soluções para os problemas				
	19. Obter aceitação do proprietário e decisão de prosseguir		19. Desenvolver o Relatório de Ação Corretiva				
		20. Apresentar o Relatório de Ação Corretiva					

Fonte: Elaborada pela autora, 2021.

QUADRO 6 – ATIVIDADES FASE DE IMPLEMENTAÇÃO

Guia Analisado						
	Building Commissioning Association (2019)	Electrical and Mechanical Services Department(2018)	National Environmental Balancing Bureau (Neeb)(2013)	United States Environmental Protection Agency (2009)	California Commissioning Collaborative (2006)	Portland Energy Conservation, Inc (Peci) (2001)
Fase de Implementação	1. Implementar medidas de melhoria das instalações	1. Implementar ESOs selecionados	1. Aprovar recomendações	1. Implementar reparos e melhorias	1. Desenvolver o Plano de Implementação	<u>Estágio de Implementação</u>
		2. Realizar Medição e Verificação	2. Desenvolver o escopo de desenvolvimento do trabalho	2. Verificar resultados (monitorar novamente e testar novamente)	2. Implementar melhorias operacionais selecionadas	1. Implementar recomendações
		3. Desenvolver um relatório final de RCx	3. Elaborar projeto corretivo	3. Desenvolver Monitoramento Diagnóstico e Planos de Teste	3. Verificar resultados	
		4. Desenvolver um plano de comissionamento contínuo	4. Iniciar a consecução do projeto	4. Desenvolver uma Lista Inicial de Descobertas		
		5. Realizar treinamento para funcionários de O&M	5. Aplicar o RCx	5. Analisar, priorizar e selecionar reparos e aprimoramentos		

Fonte: Elaborada pela autora, 2021.

QUADRO 7 – ATIVIDADES FASE DE TRANSFERÊNCIA E ACOMPANHAMENTO

Guia Analisado						
	Building Commissioning Association (2019)	Electrical and Mechanical Services Department(2018)	National Environmental Balancing Bureau (Neeb)(2013)	United States Environmental Protection Agency (2009)	California Commissioning Collaborative (2006)	Portland Energy Conservation, Inc (Peci) (2001)
Fase de Transferências	<u>Entrega do Projeto</u>		1. Verificar o desempenho	1. Elaborar Relatório final	1. Desenvolver Relatório Final	<u>Estágio de Pós Implementação</u>
	1. Atualizar e entregar documentação		2. Promover workshop de Lições Aprendidas	2. Atualizar ou criar documentação da construção	2. Compilar um manual de sistemas	1. Elaborar o ajuste final do projeto
	2. Treinar funcionários e usuários finais				3. Desenvolver plano de recomendação	2. Verificar resultados (monitorar novamente e testar novamente)
	3. Elaborar o Plano de persistência				4. Fornecer treinamento	3. Atualizar a documentação de construção, incluindo manuais de O&M
	4. Elaborar o Projeto de encerramento				5. Realizar reunião de encerramento	4. Treinar operadores
					6. Implementar estratégias de persistência	<u>Entrega do Projeto</u>
					5. Elaborar Relatório Final	
					6. Propor tarefas de acompanhamento	

Fonte: Elaborada pela autora, 2021.

QUADRO 8 – ATIVIDADES FASE DE COMISSIONAMENTO CONTÍNUO

	Guia Analisado					
	Building Commissioning Association (2019)	Electrical and Mechanical Services Department(2018)	National Environmental Balancing Bureau (Neeb)(2013)	United States Environmental Protection Agency (2009)	California Commissioning Collaborative (2006)	Portland Energy Conservation, Inc (Peci) (2001)
Fase de Comissionamento Contínuo	1. Executar Comissionamento Contínuo	1. Implementar o plano de comissionamento contínuo				

Fonte: Elaborada pela autora, 2021.

3.5 Documentação gerada ao longo do processo

A documentação atualizada do edifício é produzida por meio do processo de Retrocomissionamento e é essencial para a manutenção e solução de problemas dos equipamentos e sistemas (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006). A seguir, serão apresentados alguns documentos gerados durante o processo de RCx.

O documento Requisitos Operacionais do Proprietário (*Owner's Operating Requirements*) detalha os requisitos operacionais da instalação, incluindo metas do projeto, critérios de desempenho mensuráveis, considerações de custo, *benchmarks*, critérios de sucesso e informações de suporte, horas de operação, processo e status do equipamento durante os períodos de inatividade e requisitos e limitações de temperatura, umidade ou filtragem de ar (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; NATIONAL ENVIRONMENTAL BALANCING BUREAU – NEEB, 2013; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

Os Requisitos Atuais da Instalação do Proprietário (*Owner's Current Facility Requirements - CFR*) é um documento que detalha os requisitos do projeto e as expectativas de como ele está sendo usado e operado. Isso inclui metas do projeto, critérios de desempenho mensuráveis, considerações de custo, *benchmarks*, critérios de sucesso e informações de suporte (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; NATIONAL ENVIRONMENTAL BALANCING BUREAU – NEEB, 2013; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

Para resumir todas as descobertas do estágio de planejamento e projetar as atividades subsequentes no RCx para otimizar o edifício existente, a Equipe RCx desenvolverá um Plano de Retrocomissionamento que poderá incluir uma descrição geral do edifício, a visão geral de equipamentos e sistemas que consomem energia, a descrição dos requisitos das instalações, uma análise preliminar dos dados do sistema de gerenciamento de edifícios (*Central Control & Monitoring System - CCMS*), e, de forma opcional, a modelagem de energia (ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018).

O Plano de Retrocomissionamento (*Retrocommissioning Plan*) é o documento que define os objetivos, escopo, cronograma, requisitos de documentação do projeto e as funções e responsabilidades dos membros da equipe (PORTLAND ENERGY CONSERVATION, INC - PECEI, 2001; CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; NATIONAL ENVIRONMENTAL BALANCING BUREAU – NEEB, 2013; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

O Plano de Monitoramento Diagnóstico (*Diagnostic Monitoring Plan*) é um plano desenvolvido pela equipe de comissionamento para registro de tendências do sistema de controle e registro portátil de dados (PORTLAND ENERGY CONSERVATION, INC - PECEI, 2001; CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

A Lista Mestre de Descobertas (*Master List of Findings*) é uma das entregas mais significativas do processo RCx e, em última análise, torna-se uma importante ferramenta de tomada de decisão para o gerente da instalação e equipe de construção. Cada descoberta da fase de investigação é resumida neste documento, que deve conter categorias de informações, como por exemplo o número de identificação, o tipo de equipamento, a descrição da descoberta, a melhoria recomendada, a economia de energia estimada, recomendações e status de implementação. (PECEI, 2001; CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019)

O Plano de implementação (*Implementation Plan*) é um documento preparado pela equipe de comissionamento para fornecer orientação ou um escopo de trabalho para implementar as medidas identificadas durante a investigação, a melhor prática é ter um plano pronto para ser executado no final da Fase de Investigação (PORTLAND ENERGY CONSERVATION, INC - PECEI, 2001; CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

O Manual de Sistemas é um documento composto focado no sistema que inclui os Manuais de O&M e informações adicionais para uso do proprietário e da equipe do edifício na operação e manutenção das instalações (PORTLAND ENERGY CONSERVATION, INC - PECEI, 2001; CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; NATIONAL ENVIRONMENTAL BALANCING BUREAU – NEEB, 2013; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

O Plano de recomissionamento (*Recommissioning Plan*) é um documento contendo todas as informações necessárias para recomissionar a instalação. O plano pode incluir tarefas específicas, suas descrições e cronogramas. Outras informações que podem ser úteis incluem requisitos operacionais para sistemas principais, testes funcionais e modelos de documentação (PORTLAND ENERGY CONSERVATION, INC - PECEI, 2001; CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

A seguir, apresenta-se os Quadros 9, 10, 11, 12 e 13 que são resumo das entregas de cada fase dos cinco guias que fazem menção à documentação gerada.

QUADRO 9 – ENTREGAS FASE DE PLANEJAMENTO

		Guia Analisado					
		Building Commissioning Association (2019)	Electrical and Mechanical Services Department(2018)	National Environmental Balancing Bureau (Neeb)(2013)	United States Environmental Protection Agency (2009)	California Commissioning Collaborative (2006)	Portland Energy Conservation, Inc (Peci) (2001)
Fase de Planejamento	1. Requisitos da Proposta de EBCx	1. Projeto da construção e lista de verificação de informações operacionais	1. Escopo de trabalho			1. Requisitos Operacionais do Proprietário	
	2. Contrato EBCx	2. Formulário dos Requisitos Atuais da Instalações	2. Estimativa de custo			2. Plano de Retrocomissionamento	
	3. Documento com as metas e objetivos do projeto	3. Lista de verificação de vistoria da construção	3. Cronograma do projeto				
	4. Requisitos Atuais da Instalação	4. Amostra do Plano RCx	4. Contrato ou acordo de RCx				
	5. Escopo EBCx		5. Rascunho do Plano RCX				
	6. Cronograma de trabalho EBCx		6. Rascunho Requisitos Atuais da Instalação				
	<u>Fase de Avaliação Inicial</u>						
	7. Relatório de avaliação inicial EBCx						
	8. Plano EBCx atualizado						

Fonte: Elaborada pela autora, 2021.

QUADRO 10 – ENTREGAS FASE DE INVESTIGAÇÃO E ANÁLISE

Guia Analisado						
	Building Commissioning Association (2019)	Electrical and Mechanical Services Department(2018)	National Environmental Balancing Bureau (Neeb)(2013)	United States Environmental Protection Agency (2009)	California Commissioning Collaborative (2006)	Portland Energy Conservation, Inc (Peci) (2001)
Fase de Investigação	1. Relatório EBCx atualizado, incluindo a adição dos dados e análises do Relatório de Investigação	1. Lista de instrumentação para coleta de dados pelo Data Logger	1. Plano RCx atualizado		1. Plano de Monitoramento Diagnóstico	1. Plano de Projeto de RCx (incluindo objetivos e escopo do projeto)
	2. Plano EBCx atualizado	2. Amostra do formulário de coleta de dados	2. Requisitos Atuais da Instalação atualizados		2. Lista Mestra de Descobertas	2. Escopo das atas de reuniões, monitoramento de diagnóstico de curto prazo e planos de teste funcional
	3. Lista mestre de descobertas revisada / aprovada / finalizada pelo proprietário	3. Lista de oportunidades de economia de energia propostas (ESOs)	3. Documentação do estudo de uso da construção		3. Lista de melhorias selecionadas para implementação imediata	3. Lista Mestra de deficiências e melhorias potenciais (conhecida como Lista Mestra)
	4. Requisitos Atuais da Instalação atualizados (com base nas informações / requisitos resultantes das descobertas)	4. Lista de itens de reparo propostos	4. Avaliação do Sistema			4. Formulários de avaliação preenchidos e resultados de testes de diagnóstico
	5. Escopos de trabalho para implementação		5. Relatórios de teste			5. Lista de melhorias selecionadas para implementação imediata
	6. Plano de implementação		6. Cálculos de carga de construção			
			7. Relatório de correção rápida			
			8. Relatório de soluções recomendadas			
			9. Desenhos ou outros documentos de projeto criados durante esta fase do processo			

Fonte: Elaborada pela autora, 2021.

QUADRO 11 – ENTREGAS FASE DE IMPLEMENTAÇÃO

	Guia Analisado					
	Building Commissioning Association (2019)	Electrical and Mechanical Services Department(2018)	National Environmental Balancing Bureau (Neeb)(2013)	United States Environmental Protection Agency (2009)	California Commissioning Collaborative (2006)	Portland Energy Conservation, Inc (Peci) (2001)
Fase de Implementação	1. Requisitos Atuais da Instalação atualizados	1. Plano de RCx	1. Lista de ações corretivas selecionadas		1. Plano de implementação	1. Relatório de reparos e melhorias concluídas (observadas nas revisões da Lista Mestre)
	2. Lista mestre de descobertas atualizada com o <i>status</i> de implementação	2. Plano de Comissionamento Contínuo	2. Escopo de trabalho ou documentação de projeto das ações corretivas		2. Relatório de Resumo de Implementação	
	3. Relatório EBCx atualizado, incluindo a adição do Relatório de Implementação		3. Relatório de comissionamento do trabalho corretivo			
	4. Material do Guia de Instalação atualizado					

Fonte: Elaborada pela autora, 2021.

QUADRO 12 – ENTREGAS FASES DE TRANSFERÊNCIA E ACOMPANHAMENTO

	Guia Analisado					
	Building Commissioning Association (2019)	Electrical and Mechanical Services Department (2018)	National Environmental Balancing Bureau (Neeb)(2013)	United States Environmental Protection Agency (2009)	California Commissioning Collaborative (2006)	Portland Energy Conservation, Inc (Peci) (2001)
Fase de Transferência	1. Requisitos Atuais da Instalação atualizados	1. Plano de implementação do Comissionamento Contínuo	1. Relatório de Verificação de Desempenho		1. Relatório final	1. Cálculos finais estimados de custo e economia de energia para eficiência energética e melhorias de economia
	2. Agenda de treinamento, incluindo folhas de entrada/saída, informações de manutenção de O&M, notas/fotos do treinamento e informações de contato para os respondentes do sistema		2. Documentação do Programa do Sistema de Verificação de Desempenho Contínuo		2. Manual de Sistemas	2. Documentação de construção revisada ou atualizada
	3. Relatório EBCx, incluindo a adição do Relatório de Lições Aprendidas		3. Relatório de lições aprendidas			3. Vídeos de treinamento ou materiais de texto
	4. Plano para persistência					4. Relatório final
	5. Guia de instalação Plano de Comissionamento Contínuo					5. Relatório com as melhorias de capital recomendadas para investigação futura
						6. Plano ou cronograma de recomissionamento

Fonte: Elaborada pela autora, 2021.

3.6 Estratégias de persistência

A fim de garantir que os benefícios oriundos do processo de Retrocomissionamento continuem além do desenvolvimento do próprio projeto, a equipe RCx deve apoiar o proprietário a determinar as melhores estratégias para manter as melhorias de forma eficiente ao longo do tempo (ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018).

Sem mudanças intencionais nos processos existentes, as melhorias obtidas através das atividades do processo de RCx provavelmente serão corroídas com o tempo, portanto, o planejamento das estratégias de persistência é necessário para manter o desempenho do edifício no estado comissionado (BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

Várias medidas podem ser tomadas buscando garantir a persistência dos benefícios do Retrocomissionamento. Entre essas medidas, pode-se citar a criação ou atualização da documentação do edifício, o treinamento da equipe de O&M do edifício, manutenção preventivas, o rastreamento de desempenho e o desenvolvimento de um Plano de Recomissionamento (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

A manutenção de uma documentação completa e acessível ajuda a garantir que os benefícios do retrocomissionamento persistam. Ainda, se um registro consistente do conhecimento obtido ao longo do processo não for mantido, há o risco de perda de valor ao longo prazo (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006). Para edifícios existentes que não possuem documentação completa ou atualizada, o melhor momento para atualizá-los ou criá-los é durante o projeto de retrocomissionamento (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

O relatório final do processo de Retrocomissionamento torna-se um documento importante, quer para os atuais como futuros operadores do edifício. O Manual de Sistemas, que pode incluir uma compilação, resumo ou índice de alguns dos outros documentos de construção, também pode ser um documento muito útil. Além dessas entregas-padrão do retrocomissionamento, os proprietários e gerentes de edifícios

devem considerar a inclusão da tarefa de criar ou atualizar outras documentações de construção, como Manuais de O&M, desenhos *as-built* e sequências de operação escritas como parte do escopo de retrocomissionamento (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

O treinamento é talvez o fator mais essencial nas boas práticas de O&M. Quando a equipe de operação do edifício faz parte da equipe de comissionamento, ela deve estar envolvida em todas as fases do processo de retrocomissionamento, começando no planejamento. Acompanhar todo o desenvolvimento do processo fornece um treinamento inestimável no trabalho. Ao final, toda a equipe de construção deve entender as medidas que foram implementadas e participar de qualquer sessão de treinamento fornecida por consultores, fornecedores ou empreiteiros, sobre as mudanças e melhorias decorrentes do retrocomissionamento (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

O rastreamento do desempenho do prédio ajuda os operadores do prédio a detectar e diagnosticar problemas precocemente, antes que levem a reclamações de conforto do usuário, altos custos de energia ou falhas inesperadas de equipamentos (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018).

O recomissionamento periódico ajuda a manter os benefícios do processo de comissionamento ou retrocomissionamento original. Idealmente, um plano para recomissionamento deveria ser estabelecido como parte do processo de retrocomissionamento e apresentado junto ao Relatório Final, durante a fase de transferência do projeto (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018).

3.7 Retrocomissionamento e Retrofit

Durante a revisão de literatura deste trabalho foi verificado que há uma interação entre o processo de Retrocomissionamento e o *Retrofit*. Por esse motivo, observou-se a necessidade de identificar as interfaces, proximidades e diferenças entre os mesmos para assim corroborar a sua relação.

Apenas o guia do *California Commissioning Collaborative* (2006) possui informações acerca de *retrofit* inserido ao longo do processo de Retrocomissionamento. A *United States Environmental Protection Agency (EPA)* (2009) e *Portland Energy Conservation, Inc (PECI)* (2001) apenas apontam o *retrofit* como uma possível atividade dentro do processo de RCx.

O *retrofit* se refere à modernização de antigas edificações, sistemas e/ou equipamentos que, de outra maneira, teriam poucas possibilidades de uso (SALOMÃO, 2017). Já o Retrocomissionamento é um processo que parte de uma investigação sistemática para melhorar e otimizar a operação e manutenção de um edifício, permitindo assim verificar periodicamente o desempenho de uma edificação existente (PECI, 2001).

California Commissioning Collaborative (2006) aponta que, normalmente, o Retrocomissionamento se concentra em melhorar o desempenho geral de um edifício, investigando e melhorando a maneira como os sistemas operam em conjunto. No entanto, o escopo de Retrocomissionamento também pode incluir outros serviços, como priorizar e agendar trabalhos de manutenção diferidos e recomendar e supervisionar *retrofits* e substituição de equipamentos. Nesse sentido, o escopo do RCx é definido com base na disponibilidade de tempo e orçamento, nas habilidades da equipe interna, na idade do equipamento e em metas e objetivos do proprietário para o edifício (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

Quando os *retrofits* são realizados como parte de um esforço de Retrocomissionamento, há a vantagem adicional de garantir que todos os sistemas de construção existentes que fazem interface com os novos *retrofits* estejam tendo o melhor desempenho (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

Retrofits são frequentemente o primeiro passo nos casos em que os edifícios têm equipamentos e sistemas importantes que estão próximos do fim da sua vida ou necessitam de atualizações de energia significativas. Retrocomissionamento é

frequentemente o primeiro passo em edifícios que são razoavelmente bem mantidos e possuem sistemas que são mais novos ou possuem sistemas mais antigos que são muito bem mantidos (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006). Decidir o que fazer primeiro - retrocomissionamento ou *retrofit* - não é sempre uma decisão clara, pois depende das oportunidades de economia específicas.

O líder de retrocomissionamento deverá estar bem-posicionado para aconselhar e ajudar a criar o melhor plano para integrar *retrofits* de edifícios com retrocomissionamento (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

O comissionamento de *retrofits* tem muito em comum com a aplicação do processo de comissionamento em novos edifícios. Em novos edifícios, o processo de comissionamento inclui uma definição dos requisitos do projeto do proprietário, revisão dos desenhos e especificações do projeto, revisão das propostas, inspeção do equipamento instalado, teste funcional dos sistemas, treinamento e documentação. Todas essas etapas são necessárias na elaboração de um *retrofit* (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

O Processo de RCx se diferencia do *retrofit* pois o último, geralmente, exige grandes investimentos e é viável apenas em edificações com sistemas obsoletos e muito deficientes. Em contra partida, o Retrocomissionamento se mostra viável mesmo em novos sistemas, uma vez que quanto mais acertado for o projeto e mais eficiente for a concepção do sistema, maiores são as oportunidades de otimização para atender os requisitos dos usuários nos ambientes e obter ganhos significativo da eficiência do sistema, com retorno do investimento em prazos menores (MMA, 2017).

3.8 Retrocomissionamento e Auditoria Energética

Assim como exposto para o *Retrofit* no item 2.2.1.6, a necessidade de compreender as conexões do processo de Retrocomissionamento e das Auditorias energéticas foi observada durante a revisão de Literatura, sendo este aspecto um dos pontos levantados nos guias de RCx.

Segundo o *Electrical And Mechanical Services Department* (2018), a auditoria energética envolve a revisão sistemática dos equipamentos e sistemas que consomem energia em um edifício para identificar oportunidades de gerenciamento de energia.

De acordo com o “Guia Prático: Conceitos e Ferramentas de Gestão e Auditoria Energéticas” (MMA, 2015) as Auditorias Energéticas fornecem referências e evidências que correspondem ao “ponto de partida” para o controle e definição de metas de conservação de energia nos edifícios.

Uma auditoria energética começa com a coleta e análise de informações relevantes que podem afetar o consumo de energia do edifício, seguida pela revisão das informações coletadas, análise das condições e desempenho dos equipamentos, sistemas e instalações existentes e as contas de energia (ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018).

Ainda, para o *Electrical And Mechanical Services Department* (2018), o Processo de Retrocomissionamento está mais focado em verificar se os equipamentos e sistemas que consomem energia funcionam adequadamente, de acordo com os requisitos de projeto ou dos usuários e em identificar algumas áreas de melhorias. Além disso, o RCx possui um plano de comissionamento contínuo para que os proprietários dos edifícios implementem e mantenham o edifício operando em alto nível de eficiência energética.

Segundo *Abraxas Energy Consulting* (2021) uma auditoria energética é como uma “foto” de um edifício, enquanto o Retrocomissionamento (RCx) é como um “vídeo” da edificação. Uma auditoria energética se concentra em medidas que, se implementadas, economizarão energia, enquanto o RCx se concentra em como o equipamento existente é controlado (ABRAXAS ENERGY CONSULTING, 2021).

O *National Environmental Balancing Bureau – NEEB* (2013) considera que seja feita uma auditoria energética de nível II⁶, como proposta pela ASHRAE, na fase de investigação do Processo de Retrocomissionamento. Ainda, segundo o mesmo autor, a auditoria energética irá comparar o uso de um sistema da edificação em relação ao desempenho do ano e do mês anterior e assim fornecerá uma referência de comparação com edifícios semelhantes (*benchmark*) (NATIONAL ENVIRONMENTAL BALANCING BUREAU, 2013).

A utilização das Auditorias Energéticas associadas ao Retrocomissionamento pode potencializar os efeitos do processo e sua aplicação é recomendada

⁶ Uma auditoria ASHRAE Nível I é o nível mais básico de auditoria, projetado para ser um ponto de partida para fazer alterações ou auditorias mais aprofundadas. Uma auditoria de Nível II começa contando com os dados da auditoria de Nível I, mas leva a coleta de dados e o relatório final um passo adiante. O consumo de energia do edifício é discriminado por uso final, ajudando a identificar as áreas com maiores oportunidades de melhoria da eficiência (ASHRAE, 2018).

(ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; NATIONAL ENVIRONMENTAL BALANCING BUREAU, 2013).

As atividades de auditorias energéticas desenvolvidas ao longo do processo de Retrocomissionamento, são descritas a seguir (NATIONAL ENVIRONMENTAL BALANCING BUREAU, 2013):

- a) revisão de projetos de sistemas mecânicos e elétricos, condições de instalação, práticas de manutenção e métodos operacionais;
- b) descrição e análise dos sistemas de uso de energia e água da edificação;
- c) medição dos principais parâmetros operacionais e comparação com os níveis de projeto;
- d) listagem de todas as modificações possíveis em equipamentos e operações que irão economizar energia e consumo de água;
- e) priorização das modificações práticas por preferência do proprietário na ordem prevista de implementação;
- f) criação de pacotes integrados de intervenções onde medidas de eficiência sucessivas têm efeitos interativos significativos;
- g) estimativa de potenciais economias anuais de custos de serviços públicos e reduções de consumo de serviços públicos;
- h) estimativa do custo de implementação de cada medida prática;
- l) elaboração de avaliação financeira do investimento potencial total estimado usando as técnicas e critérios escolhidos pelo proprietário.

4 RETROCOMISSONAMENTO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO CONTEXTO DAS EDIFICAÇÕES PÚBLICAS NO BRASIL

Conforme observado no levantamento das iniciativas de eficiência energética, o Brasil está mobilizado para o aumento da eficiência energética das edificações públicas.

Exemplos de práticas de racionalização como a IN nº 10/2012 estão alinhadas aos resultados potenciais obtidos pela aplicação do Processo de Retrocomissionamento. Tendo em vista que o processo de Retrocomissionamento caracteriza-se por sua natureza sistemática e estruturada, existe a oportunidade da contribuição desse processo na operacionalização do Plano de Ações proposto pela IN nº 10/2012.

Para *Environmental Protection Agency* (2007) o retrocomissionamento é a primeira etapa do processo de *retrofit* de um edifício. Logo, existe a oportunidade do Processo de RCx apoiar a consecução dos projetos de *retrofit* propostos pela Instrução Normativa Nº 02/14 que salienta que ainda que nem todos esses sistemas (sistemas de iluminação, condicionamento de ar e a envoltória) sejam objeto de *retrofit*, é aconselhável que o edifício seja avaliado como um todo.

O Guia para Eficiência Energética oferece informações e sugestões de procedimentos técnicos buscando a viabilização do uso eficiente da energia elétrica (MME, 2015b), outro exemplo que apoiado pela implementação de um processo estruturado para a tomada de decisão e gestão das edificações públicas.

Portanto, existe um alinhamento das metas das iniciativas de eficiência energética no cenário brasileiro com os resultados da aplicação do Processo de Retrocomissionamento, uma vez que ambos objetivam aprimorar processos na gestão do ambiente construído para aumentar, entre outros, a conservação de energia e a redução de gastos. Apesar desta mobilização, percebe-se que existe uma lacuna, encontrada através da revisão de literatura, de uma sistematização da aplicação dessas ações para apoiar a Gestão dessas Edificações Públicas.

O Processo de RCx pode, desta forma, representar um agente aglutinador e parte integrante da gestão de edificações públicas existentes, tendo em vista que esse é um processo sistemático e estruturado que pode auxiliar de forma organizada e

documentada a tomada de decisão visando identificar e implementar melhorias operacionais e de manutenção para garantir o desempenho contínuo das edificações ao longo do tempo.

Ocorre que no Brasil esse processo é pouco conhecido e existem poucos trabalhos que abordam o assunto, como os trabalhos de Domingues (2008), Nascimento (2014), Ishida (2015) e Teixeira (2019).

Nos Estados Unidos, resultados positivos da aplicação do Processo de Retrocomissionamento são citados por Wang et al (2012), o qual aplicou simulação computacional para avaliar a economia de energia e custos de 36 medidas de retrocomissionamento e *retrofit*. Os resultados modelados mostram que a implementação de medidas de operação e manutenção como parte de um processo de retrocomissionamento pode gerar uma média de cerca de 22% de redução de uso de energia e 14% de redução de custo de energia (WANG et al, 2012).

Essa magnitude de economia de energia da simulação de energia é comparável à economia de energia medida de projetos reais de retrocomissionamento (MILLS, 2011).

Thompson e Moore (2011) apontam que o retrocomissionamento pode gerar uma economia média de 16% de energia com um tempo de retorno de 1,1 ano para um retorno de 91%. Ainda segundo os mesmos, em toda a economia, o serviço tem o potencial de economizar aos proprietários e operadores de edifícios mais de US\$ 30 bilhões por ano em custos de energia até 2030.

Mills et al. (2004) realizou um estudo com 36 edifícios existentes nos Estados Unidos e ilustrou os mais diversos impactos do Processo de Comissionamento. Além dos benefícios energéticos, o mesmo aponta para os benefícios não energéticos, totalizando 81 benefícios encontrados, como o aumento da vida útil dos equipamentos, diminuindo o custo de novas aquisições, o aumento da produtividade e segurança dos usuários, o aumento da qualidade do ar interno (QAI), a adequação ou melhora no conforto térmico dos usuários, acarretando diminuição de reclamações e redução de custos operacionais.

Outro fato que se pode observar, através da revisão de literatura, é que fora do Brasil existem inúmeros guias e boas práticas sobre o Processo de RCx, porém, não existe nenhum modelo de RCx adaptado para realidade Brasileira. O objetivo de construir um Modelo para Retrocomissionamento de Edificações Públicas no Brasil

parte dessa carência. O Modelo proposto teve como base os modelos internacionais e foi alimentado também com as evidências dos estudos de caso elaborados neste trabalho.

Os estudos de caso delineados nesta pesquisa fizeram parte de uma ação de pesquisa, integrante do Programa Redelab que fez parte de um programa de ações integradas de combate à COVID-19 e a preservação da saúde das pessoas e foram realizados em dois Estabelecimentos Assistenciais de Saúde, localizados no sul do Rio Grande do Sul.

A infraestrutura física da rede pública dos estabelecimentos assistências de saúde, segundo Guimarães (2014), dispõem de uma gestão e manutenção deficitária, tendo em vista que por diversas vezes as etapas básicas do processo de desenvolvimento gerencial não são articuladas entre o planejamento, o projeto, a execução e manutenção.

Os responsáveis pela gestão dos serviços públicos nacionais de saúde encontram dificuldades para identificar e conduzir processos sistemáticos de planejamento, administração e avaliação do desenvolvimento da infraestrutura desses serviços, bem como utilizar critérios de racionalidade e confiabilidade na análise da situação e na tomada de decisões (GUIMARÃES, 2014).

O Comissionamento de Edifícios é um processo que visa atender aos requisitos de projeto do proprietário, documentar as fases do ciclo de vida dos edifícios e habilitar os profissionais de operação e manutenção, com o intuito de evitar as falhas, reduzir desperdícios e retrabalhos, para assim melhorar a qualidade, o desempenho e a sustentabilidade das edificações (ISHIDA, 2015), sendo uma grande oportunidade para apoiar a gestão das edificações públicas existentes.

Os estudos de caso elaborados neste trabalho buscaram caracterizar os processos de desenvolvimento de projetos, execução, licitação, fiscalização, uso, operação e manutenção de instalações de atenção à saúde e identificar, se oportuno, com base na caracterização, oportunidades para a introdução do Comissionamento de Edifícios Existentes, também conhecido como Retrocomissionamento, nos projetos de adaptações e modernizações.

Cabe frisar que os Estudos de Caso não foram realizados com o objetivo de aplicar o modelo de Retrocomissionamento proposto, mas sim para buscar conhecer a realidade da Gestão de Edifícios Públicos existentes e alimentar o modelo proposto

com essas particularidades e demandas observadas no cenário brasileiro.

As questões levantadas nas entrevistas e reuniões de discussão que objetivaram caracterizar os processos dentro das Instituições foram embasadas nos princípios do Comissionamento de Edifícios, ou seja, a busca por entender como se organizava a instituição de saúde tinha como base a organização dentro do processo de RCx, visando assim uma aproximação do processo com a realidade brasileira e a busca por oportunidades de inserção do processo de RCx.

5 MÉTODO

Este capítulo apresenta uma descrição do método de pesquisa utilizado para a consecução deste trabalho. É exposto como se desenvolveu a pesquisa conforme estratégia empregada e, em seguida, descrito o delineamento do processo de pesquisa, com suas etapas, além dos métodos e técnicas utilizados.

5.1 Base Epistemológica

Este trabalho buscou propor um modelo para o Processo de Retrocomissionamento de Edificações Públicas existentes. Assim, almejou-se a criação de algo novo, que não existe na natureza. Essa característica é o que diferencia, conforme Simon (1996), a ciência natural da “ciência do artificial” (conhecida como “*design science*”).

Para Simon (1996), a ciência natural faz referência a um agrupamento de conhecimentos acerca de uma classe de objetos ou fenômenos na natureza ou sociedade que descreve e explica como esses se comportam e interagem entre si. Deste modo, as disciplinas científicas naturais pesquisam e ensinam como as coisas são e como funcionam, podendo ser aplicado para os fenômenos naturais (química, biologia, física) e sociais (economia, sociologia) (SIMON, 1996).

Todavia, Simon (1996) aponta para a possibilidade de estudos sobre o universo “artificial”, afirmando que as “ciências do artificial” buscam conceber artefatos que atinjam objetivos. Em outras palavras, as ciências do artificial, também chamada de *Design Science*, é composta por um conjunto de conhecimento a respeito de objetos e fenômenos artificiais desenhados para atender objetivos desejados (SIMON, 1996).

Aaltonen, Rinne e Tuikkala (2007) dão robustez a esta ideia, quando afirmam que a *Design Science* busca criar coisas (artefatos) que se dedicam a propósitos humanos, ao passo que a ciência natural busca entender a realidade observável.

Assim sendo, a *Design Science* é a base epistemológica⁷ para o estudo do que

⁷ Tesser (1994) aponta que a epistemologia significa, etimologicamente, discurso (logos) sobre a ciência (episteme), ou seja, é a ciência da ciência. Portanto, a epistemologia é o estudo crítico dos princípios, das hipóteses e dos resultados das ciências, em outras palavras, é a teoria do conhecimento (TESSER, 1994).

é artificial, enquanto a *Design Science Research* é um método que estabelece e operacionaliza a pesquisa quando o objetivo desejado é um artefato ou uma recomendação (DRESCH; LACERDA; JUNIOR, 2015).

Sob o ponto de vista de sua natureza essa pesquisa caracteriza-se por ser aplicada, pois tem como objetivo originar conhecimentos para aplicação prática, voltados a soluções de problemas específicos (PRODANOV; FREITAS, 2013). Do ponto de vista de seus objetivos a pesquisa caracteriza-se como exploratória, pois tem a intenção de propiciar mais informações sobre o assunto investigado, ou seja, descobrir um novo enfoque para o assunto estudado (PRODANOV; FREITAS, 2013).

5.2 Estratégia de Pesquisa

A estratégia de pesquisa utilizada foi a *Design Science Research* (DSR), que se caracteriza por ser um método que estabelece e operacionaliza a pesquisa quando o objetivo desejado é um artefato ou uma recomendação (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015).

A aplicação da *Design Science Research* pode reduzir potencialmente a lacuna existente entre teoria e prática (VAN AKEN 2004, 2005), tendo em vista que esse método não é apenas orientado para a solução de problemas, mas também produz conhecimento que pode servir como referência para o avanço de teorias (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015).

Segundo Van Aken (2004), a missão principal da DSR é gerar conhecimento para a concepção e desenvolvimento de um artefato, que é definido por Simon (1996) como algo que tenha propriedades desejadas e objetivos específicos, ou seja, o artefato é um arranjo de elementos de um ambiente interno para alcançar objetivos em um determinado ambiente externo.

Para Lacerda et al. (2013), a abordagem prescritiva deste método enfatiza a proposição e avaliação iterativa de soluções, ou seja, a busca pelo conhecimento acontece de forma iterativa à medida que a realidade é transformada através dos artefatos.

A pesquisa seguirá o caminho apontado por Vaishnavi e Kuechler (2019), conforme a Figura 3 apontada abaixo.

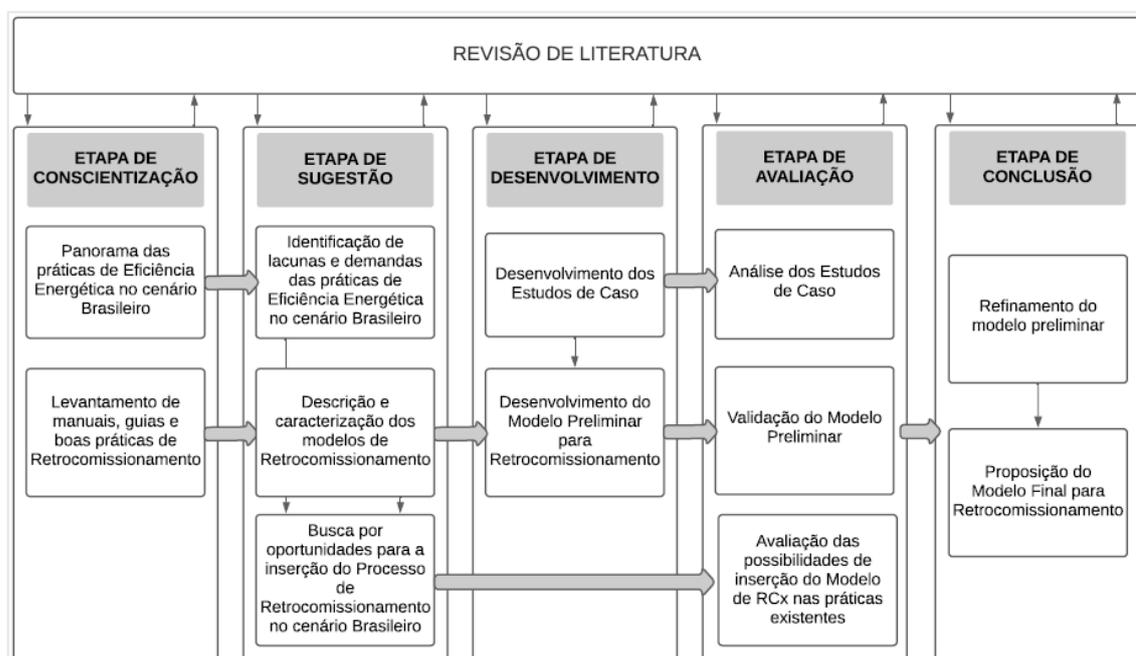


Figura 4 - Delineamento da Pesquisa.
Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

5.3.1 Etapa de Conscientização

A primeira etapa do método proposto por Vaishnavi e Kuechler (2019) diz respeito à conscientização do problema. A evidenciação de um problema de pesquisa pode surgir de várias fontes, incluindo novos desenvolvimentos na indústria ou identificação de problemas dentro de uma disciplina de referência (VAISHNAVI; KUECHLER, 2019). A definição do problema a ser resolvido e sua formalização é o principal resultado desta etapa, além disso é fundamental determinar o ambiente externo e seus principais pontos de interação com o artefato, assim como também explicitar as soluções satisfatórias (LACERDA et al., 2013).

Nessa pesquisa, esta etapa iniciou-se por um Levantamento das Práticas de Eficiência Energética no cenário Brasileiro, buscando conhecê-las de forma geral, tendo em vista que o Brasil possui uma diversidade de programas, políticas, leis, agendas, projetos e regulamentos preocupados com a obtenção da eficiência energética nos diversos setores, incluindo, particularmente, o setor das edificações públicas existentes. Portanto, o *Panorama das práticas de Eficiência Energética no cenário brasileiro* elaborado nesta etapa teve o objetivo de evidenciar e conhecer os inúmeros programas, políticas, leis, agendas, projetos e regulamentos que existem no Brasil, com o intuito de, posteriormente, tornar possível a busca por oportunidades

para a inserção do modelo de Retrocomissionamento.

Em paralelo, foi feito um *Levantamento dos manuais, guias e boas práticas de Retrocomissionamento*, atentando para a existência de uma variedade de conteúdos internacionais que ilustram o processo, descrevendo suas etapas, seus objetivos, seus benefícios, etc. O objetivo deste levantamento, foi evidenciar, selecionar e conhecer os materiais que instruíam acerca do processo de RCx e suas etapas, e assim, posteriormente, foi possível através da sua descrição, elaborar o modelo Preliminar.

Ambos os levantamentos feitos, tanto o das práticas de eficiência energética quanto o dos modelos de retrocomissionamento tiveram o objetivo de evidenciar e definir o problema, ou seja, trazer à tona a diversidade de práticas de eficiência energética no cenário brasileiro, as quais não possuem um processo estruturado para sua operacionalização, bem como a infinidade de conteúdos internacionais acerca do processo de RCx, os quais foram estudados para elaborar o modelo Preliminar com aplicabilidade no cenário estudado.

5.3.2 Etapa de Sugestão

Para Vaishnavi e Kuechler (2019), imediatamente após o desenvolvimento de uma proposta baseada na consciência de um problema, está a fase da sugestão. Ainda segundo os mesmos autores, a sugestão é uma etapa criativa em que uma nova funcionalidade é concebida com base em uma nova configuração de elementos existentes ou novos (VAISHNAVI; KUECHLER, 2019).

Para Manson (2006), a Etapa de Sugestão está conectada às atividades que descrevem a possibilidade de um ou mais artefatos resolverem um problema. Portanto, o resultado dessa etapa é um conjunto de possíveis artefatos e a seleção de um ou mais para serem desenvolvidos (LACERDA et al., 2013). Esta etapa se caracteriza por ser um processo essencialmente criativo (MANSON, 2006), e, por esse motivo, pode ser apontado como relativamente subjetivo e difícil de padronizar (LACERDA et al., 2013).

A Etapa de Sugestão deste trabalho *identificou lacunas e demandas das Práticas de Eficiência Energética no cenário Brasileiro*, por meio do panorama das práticas de Eficiência Energética levantadas na etapa anterior. Os Estudos de Caso desenvolvidos na etapa seguinte desta pesquisa, Etapa de Desenvolvimento, também

contribuíram para reforçar as evidências dessas lacunas e demandas.

Através do panorama das práticas de Eficiência Energética levantadas nas etapas de Conscientização e Sugestão e dos Estudos de caso, tornou-se possível responder ao primeiro objetivo específico desta pesquisa, que buscou “analisar as práticas correntes para efficientização de edificações públicas existentes e identificar oportunidades para a inserção do processo de retrocomissionamento”.

Uma Revisão Narrativa de Literatura foi desenvolvida para o levantamento de alguns guias, orientações, manuais, padrões e boas práticas do Processo de Retrocomissionamento, a fim de caracterizar o processo e conhecer as etapas propostas por cada autor.

A Revisão Narrativa buscou *descrever e caracterizar os modelos de Retrocomissionamento*, detalhando os seguintes pontos: objetivos e benefícios, envolvidos no processo de Retrocomissionamento e suas responsabilidades, atividades pertinentes as diferentes etapas do processo, documentação e entregas, estratégias de persistência, além do alinhamento do Processo de Retrocomissionamento com os processos de *retrofit* e auditorias energéticas.

Através do panorama das práticas de eficiência energética no cenário brasileiro elaborado na etapa de conscientização e do detalhamento dos modelos de RCx feito nesta etapa, iniciou-se a *Busca por oportunidades para a inserção do Processo de Retrocomissionamento no cenário Brasileiro*.

Um das oportunidades encontradas se deu através da identificação da interação entre o Processo de Retrocomissionamento e o *retrofit*. Foi possível verificar que há uma interação entre os mesmos e, embasado também nas etapas anteriores, foi possível que o segundo objetivo deste trabalho dado por avaliar o emprego do Retrocomissionamento na melhoria do processo de diagnóstico de edificações públicas existentes com vistas ao seu *retrofit* também fosse respondido.

5.3.3 Etapa de Desenvolvimento

A Etapa de Desenvolvimento representa a elaboração do artefato em si (MANSON, 2006) e, o aprendizado gerado durante o desenvolvimento do mesmo, gera novos conhecimentos não só para os pesquisadores, mas também para as pessoas que têm acesso às suas pesquisas (LACERDA et al., 2015).

Tendo em vista que o ambiente externo e os objetivos da pesquisa já foram

caracterizados na Etapa de Conscientização, neste momento o pesquisador constrói o ambiente interno do artefato (SIMON, 1996).

Segundo Vaishnavi e Kuechler (2019), o processo de circunscrição, que se caracteriza pelas interações entre as etapas, é essencial para uma melhor compreensão da pesquisa que está sendo realizada, pois permite que outras pessoas além dos pesquisadores envolvidos entendam e aprendam com o processo de construção do artefato. Também possibilita ao pesquisador aprender com situações e problemas inesperados, o que é um contraponto de seus resultados com a teoria existente (VAISHNAVI; KUECHLER, 2019).

Nesta etapa foi realizado o *Desenvolvimento dos Estudos de Caso* que, segundo Yin (2001) envolve o estudo detalhado de objetos propiciando o seu conhecimento de maneira ampla e abrangente.

Os estudos de caso constituem-se da coleta e análise de informações acerca de determinado objeto, buscando compreender aspectos variados do mesmo, relacionado ao assunto da pesquisa (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Portanto, a realização dos Estudos de Caso nessa pesquisa objetivou inicialmente, através da coleta e análise de informações, conhecer de forma abrangente os dois objetos de estudo, para compreender de que maneira os mesmos organizavam seus processos de gestão, e, esse objetivo foi atingido através da modelagem da estrutura organizacional e da modelagem do mapa de processo dos dois estudos de caso.

O conhecimento amplo do processo de gestão dos estudos de caso só foi alcançado a partir das modelagens citadas anteriormente, fato que evidenciou a necessidade da inserção dessas tarefas na Fase de Viabilidade do Modelo Preliminar para Retrocomissionamento proposto.

Os estudos de caso delineados nesta pesquisa fizeram parte de uma ação de pesquisa, integrante do Programa Redelab que fez parte de um programa de ações integradas de combate à COVID-19 e a preservação da saúde das pessoas, mobilizando, em rede, 17 laboratórios e coletivos da FAUrb – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, do CEARTE – Centro de Artes e do CDTEC – Centro de Desenvolvimento Tecnológico, cada um atuando dentro de sua expertise.

Em particular, esta ação foi desenvolvida pelo Grupo de Estudos em Gestão da Construção – GECON, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da UFPel. O

GECON é um grupo de pesquisa e extensão, que se preocupa, desde 2012, em estudar e contribuir para a melhoria dos processos relacionados a gestão da construção em todas as fases do ciclo de vida da edificação.

A ação teve como objetivo propor diretrizes para a implementação do processo de comissionamento de instalações hospitalares para tratamento de pacientes com covid-19, nas etapas de projeto, instalação, operação e manutenção, visando aumentar a disponibilidade dessas instalações.

Assim, dois estudos de caso foram executados: o Estudo de Caso 1 (EC1), realizado no setor de arquitetura da Secretaria Municipal de Saúde de um município localizado no sul do Rio Grande do Sul, doravante referenciado como SMS; e o Estudo de Caso 2 (EC2), realizado na Divisão de Logística e Infraestrutura de um Hospital Universitário, vinculado a uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES), localizado no sul do Rio Grande do Sul, doravante referenciado como HU.

No EC1, SMS, o estudo foi baseado em informações e documentos fornecidos pelos arquitetos atuantes no setor. No caso do HU, os estudos foram realizados com a contribuição de engenheiros da Divisão de Logística e Infraestrutura, e pelas documentações apresentadas pelos mesmos.

Além disso, também foram obtidas informações, em ambos os estudos, de uma empresa privada especializada em arquitetura hospitalar que forneceu projetos específicos por meio de contratos licitados. É importante salientar que o contato com a empresa privada não a torna alvo de um terceiro estudo de caso, uma vez que os dados coletados referiram-se ao contextos dos estudos de caso EC1 e EC2.

A descrição das atividades desenvolvidas durante as três fases que compuseram os estudos, sendo a primeira fase de diagnóstico dos processos de projeto, licitação, fiscalização e manutenção de institutos de assistência à saúde (IAS), a segunda de análise e proposição e a terceira de discussão e avaliação é feita a seguir.

Na primeira fase dos estudos de caso foram realizadas entrevistas e reuniões de discussão semiestruturadas com membros da equipe dos objetos de estudo, individualmente e conjuntamente, além de levantamento e análise documental, a fim de realizar um diagnóstico dos processos de projeto, licitação, fiscalização e manutenção das duas organizações.

Na segunda fase dos Estudos de Caso realizados, os dados coletados na fase

anterior foram analisados e cotejados com as informações provenientes de uma revisão de literatura acerca do comissionamento de edifícios. O objetivo foi estabelecer oportunidades para implementação do comissionamento nos processos estudados.

Os resultados da fase de análise e proposição anteriormente realizados, foram discutidos e avaliados durante a terceira fase, juntamente com as equipes da SMS e do HE, avaliando as propostas, sob o ponto de vista da sua exequibilidade e utilidade.

Cabe salientar que todas as entrevistas foram realizadas de forma remota e contaram com a colaboração e participação da equipe do projeto. A elaboração, transcrição, análise e discussão das entrevistas foi parte fundamental para que modelos preliminares dos processos estudados fossem elaborados pela equipe.

A modelagem da estrutura organizacional e a modelagem do mapa de processo dos dois estudos de caso que foram elaboradas durante a primeira e segunda fase da ação descrita acima foram utilizadas para essa pesquisa, tendo em vista que essas atividades fariam parte da Fase de Viabilidade do Retrocomissionamento.

O principal resultado desta etapa é o artefato em estado funcional (LACERDA et al., 2013). Portanto, com base na descrição dos modelos de Retrocomissionamento feitos na etapa de Sugestão conjuntamente com os dois estudos de caso, *desenvolveu-se o Modelo Preliminar para Retrocomissionamento para Edificações Públicas Existentes*.

5.3.4 Etapa de Avaliação

A Etapa de Avaliação estabelece um rigoroso processo de verificação do artefato, analisando seu comportamento frente ao ambiente para o qual foi projetado, assim como também no tocante às soluções que se propôs alcançar (LACERDA et al., 2013).

A partir da *Análise dos Estudos de Caso* foi possível obter o entendimento detalhado sobre os objetos de estudo e assim observar lacunas no processo de gestão, as quais o Cx poderia auxiliar.

Ainda, é importante frisar que os estudos de caso não trataram especificamente do tema eficiência energética, mas ambos contribuíram para a consecução do modelo para Retrocomissionamento, trazendo à tona algumas oportunidades identificadas dentro do setor público para a inserção desse processo.

No decorrer do desenvolvimento da pesquisa, os estudos de caso evidenciaram

que além do desempenho energético, os dados de desempenho não diretamente relacionados a esse aspecto também impactam na gestão das edificações e nos processos da instituição, trazendo à tona, oportunidades de melhoria de desempenho sistêmico para o funcionamento das instituições e suas instalações.

A *Validação do Modelo Preliminar* de Retrocomissionamento para Edificações Públicas Existentes e a *Avaliação das possibilidades de inserção do Modelo de RCx nas práticas existentes* foram feitas através do Método Delphi. Segundo Marques e Freitas (2018) o método Delphi busca uma opinião de grupo de especialistas sobre um determinado assunto.

O Método Delphi corresponde a um apanhado de informações resumidas retiradas de questionários que são respondidos, de maneira sequencial, individualmente pelos participantes (Osborne et al., 2003) de modo a se instituir uma espécie de diálogo entre os participantes e, progressivamente, ir estruturando uma resposta coletiva (MARQUES; FREITAS 2018).

Segundo Osborne et al. (2003) o método Delphi está empenhado em facilitar a tomada de decisões feitas por um conjunto de especialistas, sem interação cara-a-cara. Ainda conforme o autor, geralmente os questionários são respondidos, de maneira sequencial e individual pelos participantes, contendo informações resumidas acerca das respostas do grupo aos questionários anteriores. Assim, é possível estabelecer uma espécie de diálogo entre os especialistas e, de maneira gradual, constrói-se uma resposta coletiva (MARQUES; FREITAS, 2018).

Para este trabalho o processo de implementação do método Delphi se desenvolveu conforme Marques e Freitas (2018), dividido nas seguintes etapas:

- a) escolha do grupo de especialistas;
- b) construção do questionário 1;
- c) primeiro contato com os especialistas e convite para participação na pesquisa;
- d) envio do questionário 1 (primeira rodada);
- e) recebimento das respostas ao questionário 1;
- f) análise qualitativa e quantitativa das respostas;
- g) construção e envio do questionário 2 com feedback;
- h) recebimento das respostas ao questionário 2 e sua análise;
- i) final do processo e escrita do relatório final.

Nesta pesquisa, foram levantados dezenove (19) contatos de especialistas no

tema de Comissionamento de Edificações, dentre eles participantes do comitê do *Building Commissioning Association (BCA) Chapter Brasil*, pesquisadores da área de Comissionamento no Brasil, autores de trabalhos que abordam o tema no âmbito nacional, etc. Cabe ressaltar que encontrar especialistas no tema de Comissionamento de Edifícios não é uma tarefa fácil, tendo em vista que o tema é pouco conhecido e utilizado no Brasil.

Powell (2003) aponta que o número ideal de especialistas é muito variado. Marques e Freitas (2018) indicam que idealmente o número de participantes não deve ser inferior a 10, para não comprometer os resultados em termos de consenso efetivo e relevância das informações obtidas, e nem muito superior a este número, para não tornar a análise e administração dos dados complexa.

O Questionário 01 foi produzido e composto por oito (08) questões. O mesmo encontra-se disponível no Apêndice 3 deste trabalho.

O contato inicial com os especialistas se deu através de e-mail, onde foi apresentado uma introdução escrita acerca do trabalho e seus objetivos e dois vídeos, sendo o primeiro com a contextualização do trabalho e o segundo com a apresentação do modelo. O Modelo para Retrocomissionamento também foi enviado em formato PDF, para consulta. Neste primeiro contato com os especialistas feito por e-mail, foi enviado o Questionário 01, através de um *link* para um Formulário Google.

Observado o processo de implementação do Delphi de forma geral, a maioria das pesquisas tem entre duas e quatro rodadas (MARQUES; FREITAS, 2018). Para esta pesquisa, duas rodadas foram feitas. A segunda rodada foi composta por oito (8) sessões e enviada da mesma maneira, através de um link que direcionava à um Formulário Google. A mesma encontra-se disponível no Apêndice 4 deste trabalho.

A combinação das etapas anteriores com a avaliação dos estudos de caso e os resultados da aplicação do Método Delphi permitiu responder ao terceiro objetivo específico da pesquisa orientado a “avaliar potenciais benefícios e dificuldades para sua implementação”.

5.3.5 Etapa de Conclusão

A etapa de Conclusão, por sua vez, consiste na formalização geral do processo e sua comunicação às comunidades acadêmica e de profissionais (LACERDA et al., 2013).

O propósito do Método Delphi não é obter uma única resposta ou chegar a um

consenso, e sim coletar o maior número de respostas e opiniões qualificadas de um grupo de especialistas, de modo a apoiar a tomada de decisão (GUPTA; CLARKE, 1996).

O questionário 02, aplicado durante a Etapa de Avaliação, foi composto por 08 sessões (Apêndice 04), sendo que seis (06) delas perguntavam especificamente, dentro de cada Fase proposta no modelo, quais atividades os especialistas acrescentariam ou removeriam para refinar o modelo proposto, e qual a importância dessa determinada Fase dentro do Processo de Retrocomissionamento.

Portanto, através da análise das respostas e opiniões qualificadas do grupo de especialistas obtidas na Etapa de Avaliação, foi desenvolvido o *refinamento do modelo Preliminar*. Dessa maneira foi possível estabelecer a *Proposição do Modelo Final para Retrocomissionamento* de Edificações Públicas Existentes.

Portanto, tornou-se possível atender ao objetivo geral da pesquisa, comprometido em “em propor a inserção do Processo de Retrocomissionamento, como parte integrante da gestão de edifícios públicos, em especial os existentes, buscando dar suporte à tomada de decisão à cerca das intervenções necessárias que visam a melhoria de seu desempenho”.

6 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

6.1 Estudos de Caso

Este capítulo apresenta os dois Estudos de Caso desenvolvidos durante a consecução da dissertação.

Estes estudos de caso buscaram caracterizar os processos de desenvolvimento de projetos, execução, licitação, fiscalização, uso, operação e manutenção de instalações de atenção à saúde e identificar, se oportuno, com base na caracterização, oportunidades para a introdução do Comissionamento de Edifícios Existentes, também conhecido como Retrocomissionamento, nos projetos de adaptações e modernizações.

A primeira fase dos Estudos de caso foi caracterizada pela realização de entrevistas e reuniões de discussão semiestruturadas com membros da equipe dos objetos de estudo, individualmente e conjuntamente, bem como o levantamento de análise documental. No Quadro 13 é apresentado um resumo das entrevistas e reuniões de discussão elaboradas.

QUADRO 13 – RESUMO DAS ENTREVISTAS ELABORADAS

Entrevistado	Entrevista	Nº Participantes
Secretaria Municipal de Saúde (SMS)	01	2
	02	1
	03	1
Hospital Escola (HE)	01	2
	02	1
Empresa Especializada em Arquitetura Hospitalar	01	1

Fonte: Elaborado pela autora.

A seguir serão apresentados os referidos Estudos de Caso explicitando os resultados obtidos através das três fases de desenvolvimento dos mesmos, dando enfoque a modelagem da estrutura organizacional e a modelagem do mapa de processo dos dois estudos de caso, tendo em vista que essas atividades fariam parte

da Fase de Viabilidade do Retrocomissionamento.

6.1.1 Estudo de Caso 1 – EC1 (SMS)

Os objetivos das entrevistas e reuniões de discussão com os arquitetos do Setor de Arquitetura da Secretaria Municipal de Saúde são descritas a seguir. Para esta pesquisa, utilizar-se-á principalmente o conteúdo das entrevistas que apoiaram a consecução da modelagem da estrutura organizacional e da modelagem do mapa de processo. Ao todo, foram realizadas uma (1) Reunião de Discussão e três (3) Entrevistas Estruturadas.

A Reunião de Discussão Estruturada 01 buscou captar informações sobre o Planejamento Organizacional da Secretaria, bem como entender como funcionam os processos vinculados a ela, em especial o setor de Arquitetura. A Reunião de Discussão abarcou a caracterização dos processos (entradas – processos – saídas), a identificação de procedimentos (ações), a sequência de procedimentos, os envolvidos nos processos, bem como os registros disponíveis. Dois arquitetos do setor de Arquitetura da SMS participaram dessa reunião de discussão.

A segunda entrevista teve o objetivo de buscar entender como se desenvolve a realização de um empreendimento de saúde, para tal fim atentou-se no caso de uma Unidade de Pronto Atendimento, a fim de encontrar lacunas onde o processo de comissionamento pode ser pertinente. Para isso, buscou-se vincular aspectos do processo de comissionamento na realização das perguntas, ou seja, tentar encontrar lacunas, por meio de questionamentos, no processo de projeto atual, onde podem surgir oportunidades para possíveis melhorias a partir do processo de comissionamento. Uma arquiteta do setor de Arquitetura da SMS participou dessa entrevista.

A Entrevista Estruturada 03 buscou identificar informações e documentos pertinentes sobre os projetos e adaptações dos espaços hospitalares para a Covid-19 vinculados à Secretaria Municipal de Saúde, a fim de entender as alterações nos processos de organização e planejamento de projetos e adaptações do setor de Arquitetura, bem como refletir sobre os impactos da urgência na qualidade e desempenho dos espaços, sistemas e instalações hospitalares. As perguntas foram realizadas de maneira geral para facilitar um maior alcance de informações sobre o contexto da SMS frente à pandemia.

A terceira Entrevista Estruturada, realizada com a Empresa Especializada em

Arquitetura Hospitalar, contou com a presença de um arquiteto responsável. As perguntas foram realizadas com a intenção de entender a organização e o processo de desenvolvimento do projeto, bem como identificar as adaptações realizadas nos espaços hospitalares para a COVID-19 vinculados à Secretaria Municipal de Saúde. As perguntas realizadas ao arquiteto da empresa buscaram entender as alterações nos processos de organização e planejamento de projetos e adaptações do setor de Arquitetura, bem como refletir sobre os impactos da urgência na qualidade e desempenho dos espaços, sistemas e instalações hospitalares.

Ademais, na realização dessa entrevista realizada com a Empresa Especializada em Arquitetura Hospitalar, foram investigados aspectos oportunos para a inserção do processo de comissionamento, tentando encontrar lacunas no processo de projeto para possíveis melhorias. As particularidades da comunicação entre a Empresa Especializada e o setor de Arquitetura da Secretaria Municipal de Saúde durante a elaboração dos projetos, também foi questionada.

Portanto, as entrevistas e reuniões de discussão buscaram captar informações sobre o Planejamento Organizacional da Secretaria, bem como entender como funcionam os processos vinculados a ela, em especial o setor de Arquitetura.

6.1.1.1 Modelagem da Estrutural Organizacional

A construção do organograma, apresentado na Figura 5, tem o propósito de representar os componentes da estrutura organizacional da Prefeitura Municipal que têm relação direta com o Setor de Arquitetura da Secretaria Municipal de Saúde, a fim de fornecer um melhor entendimento da hierarquização dos setores e as suas composições.

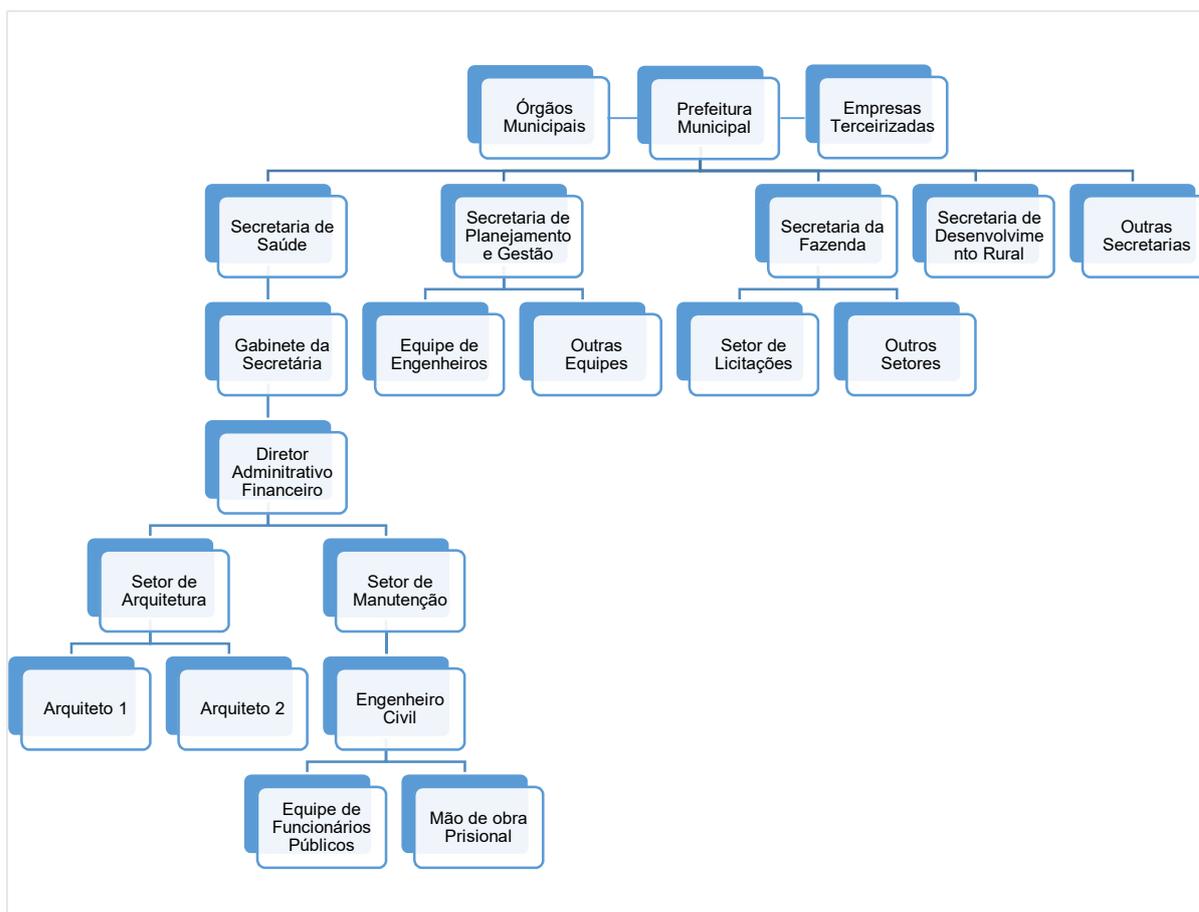


Figura 5 - Organograma Organizacional SMS.
Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

É importante frisar que as secretarias que não apresentam vínculo direto com os processos e as atividades relacionadas ao Setor de Arquitetura não foram representadas no organograma.

Nesse sentido, limitou-se o organograma organizacional (Figura 05) à Secretaria de Saúde, Secretaria de Planejamento e Gestão, Secretaria da Fazenda e Secretaria do Desenvolvimento Rural.

Na primeira ramificação do organograma, encontra-se a Secretaria da Saúde, ou Secretaria Municipal de Saúde que compõem, de forma hierárquica, os encarregados superiores do setor: o Gabinete da Secretária e em seguida o Diretor Administrativo e Financeiro. Logo abaixo encontra-se o Setor de Arquitetura, atualmente formado por dois arquitetos, que recebem demandas de trabalho ou do Diretor Administrativo Financeiro ou diretamente do Gabinete da Secretária.

Ainda, dentro da estrutura da Secretaria Municipal de Saúde, encontra-se o

Setor de Manutenção, composto por um engenheiro civil, que lidera a equipe de funcionários, e também apoia o Setor de Arquitetura, por meio da elaboração de projetos, execução de reparos, pequenas reformas e ampliações.

O Setor de Arquitetura, foco do estudo, é responsável pela elaboração de projetos referentes às unidades que se encontram sob responsabilidade da Secretaria, como pequenas reformas e ampliações, de acordo com as necessidades. Além disso, os arquitetos do setor são responsáveis pela fiscalização e acompanhamento de obras de projetos elaborados internamente, bem como de projetos e obras licitados ou elaborados por terceiros.

Geralmente cada arquiteto assume a responsabilidade por uma obra (projeto, execução e fiscalização), trocando ideias sobre as obras e projetos para melhor solucionar os problemas.

Na segunda ramificação do Organograma Estrutural, encontra-se a Secretaria Municipal de Planejamento e Gestão (SEPLAG), composta por engenheiros civis e eletricitas, que desenvolvem projetos gerais para a cidade, como pavimentações e outras obras urbanas.

A SEPLAG mantém uma parceria com o SMS, realizando alguns projetos e licitações, como projetos estruturais e levantamentos topográficos.

No caso de terceirização das atividades de projeto ou execução, os arquitetos da SMS elaboram os documentos-base para a licitação, incluindo projetos, Anotações de Responsabilidade Técnica (ART), memorial descritivo, cronogramas físico e financeiro, planilha orçamentária, atestado de visita técnica, planilha de cálculo de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), entre outros.

Todos os documentos são encaminhados ao Diretor Administrativo Financeiro da SMS, que incorpora a estes outros documentos de empenhos, recursos, para a abertura de uma ordem de serviço no Sistema Integrado de Saúde (SIS), solicitando a abertura de um processo licitatório, por meio da Secretaria da Fazenda, pelo Setor de Licitações ou pela SEPLAG.

Também, podem ser feitas solicitações para a Secretaria de Desenvolvimento Rural, como, a cedência de equipamentos de maior porte, como retroescavadeira. Órgãos municipais, como o Serviço de Saneamento, também contribuem com alguns serviços, como, ajustes de tubulações nas redes que abastecem os postos de saúde.

6.1.1.2 Mapeamento do processo da Secretaria Municipal de Saúde

A partir dos dados coletados, um modelo representando o do mapa de processo durante o ciclo de vida da edificação, ou seja, desde o pré-projeto até o uso, operação e manutenção foi elaborado.

Este modelo inclui a caracterização dos processos (entradas, processos e saídas), a identificação de procedimentos (ações), sua sequência, bem como os responsáveis e demais envolvidos.

O Modelo do mapa de processo foi dividido em cinco piscinas.

A primeira piscina representa a Secretaria de Saúde, cuja piscina foi dividida em quatro raias (elementos usados para agrupar tarefas de um processo que são desempenhadas por um ator), representando o setor de manutenção, o setor de arquitetura, o setor administrativo e o cliente interno.

A segunda piscina representa a Secretaria da Fazenda, cuja raia corresponde ao setor de licitações.

A terceira piscina é representa a Empresa Contratada para a elaboração de projetos.

A quarta piscina representa a Empresa Contratada para execução da obra, enquanto a quinta piscina representa a Secretaria de Planejamento e Gestão.

Também, foram demarcadas, verticalmente, as cinco etapas do ciclo de vida da edificação: pré-projeto, projeto, execução, entrega e uso, operação e manutenção. O Modelo desenvolvido é apresentado no Apêndice 01, em função de sua extensão.

Conforme apresentado no Modelo supracitado, as demandas por projetos, obras, reformas ou ampliações em uma determinada unidade podem ser apresentadas de diversas maneiras para a SMS.

As demandas têm origem em verbas disponibilizadas por meio de emendas parlamentares, a partir dos governos federal e estadual. Além disso, a demanda pode ter origem em solicitações realizadas diretamente por gestores de Unidades Básicas de Saúde ou Unidades de Pronto Atendimento à Prefeitura Municipal, à Secretaria de Saúde, diretamente ao diretor administrativo ou via Sistema de Informação em Saúde (SIS).

De maneira geral, destaca-se que alguns projetos são desenvolvidos ou pelo Setor de Arquitetura, ou pelo Setor de Manutenção, ou pela Secretaria de Planejamento e Gestão ou, por fim, terceirizados.

A definição do responsável pela realização de um projeto é tomada pela Secretaria de Saúde conjuntamente com o Setor de Arquitetura, considerando a complexidade de projeto, prazo de elaboração e expertise da equipe técnica.

No caso do SMS ser definido como responsável pela elaboração de um projeto, esse é inicializado por um levantamento completo (terreno ou edificação), a fim de verificar a situação do local, consistindo de um levantamento fotográfico, entrevista com usuários e responsáveis, registros e documentação do terreno/edificação e um levantamento topográfico.

No caso de edificações, o projeto arquitetônico é iniciado com um lançamento de ideias, que é utilizado para apresentação e discussão da proposta entre a equipe, bem como para avaliar o atendimento às necessidades e ao orçamento previsto.

Após ajustes, o projeto arquitetônico passa a ser desenvolvido, bem como os projetos complementares, elétrico e hidrossanitário, o projeto de prevenção e combate a incêndio (PPCI) e o projeto estrutural. Alguns desses projetos são elaborados pelo Engenheiro Civil do setor de Manutenção da Secretaria.

Concluídos os projetos, são elaborados o memorial descritivo, caderno de encargos, planilha orçamentária, cronograma físico-financeiro (descrição das etapas de execução da obra), atestado de visita técnica e demais documentos que se fizerem necessários.

Havendo a opção pela terceirização da elaboração do projeto, os arquitetos do SMS são responsáveis por organizar documentos (projetos, Registros de Responsabilidade Técnica (RRTs), memoriais descritivos, cronograma de obra e cronograma financeiro, planilha orçamentária, atestado de visita técnica, planilha de cálculo de BDI, entre outros).

Após, o processo é encaminhado para o setor administrativo e financeiro, que, por sua vez, anexa outros documentos ao processo, como empenhos, recursos, entre outros, para que, então, seja feita a abertura de um SIS solicitando o início do processo licitatório, através da Secretaria de Administração.

Durante o contrato, a empresa vencedora da licitação de projeto mantém contato com os arquitetos do Setor de Arquitetura, para esclarecimento de dúvidas, discussões e sugestões. Após a conclusão, os projetos são entregues à Secretaria Municipal de Saúde, conforme demanda explicitada na licitação.

No caso da execução, as obras podem ser executadas de diferentes maneiras.

Obras que envolvem reparos e pequenas reformas são executadas pelo Setor de Manutenção da Secretaria ou outras Secretarias ou Autarquias da Prefeitura Municipal.

Assim, o Setor de Arquitetura apresenta os projetos para o Setor de Manutenção que desenvolve a execução, sob acompanhamento do arquiteto responsável pelo projeto que, ao final, verifica se todos os itens do projeto foram contemplados. Não existe uma entrega formal.

Obras complexas são licitadas e terceirizadas para uma empresa privada. Essa decisão é tomada pela Secretaria de Saúde juntamente com o Setor de Arquitetura, tendo em vista que fatores como complexidade da execução, prazo de elaboração ou limitação de mão de obra podem ser determinantes para escolha.

Nesses casos, normalmente para projetos desenvolvidos internamente, o responsável pela sua elaboração faz o acompanhamento e a fiscalização da obra. Já quando o projeto é licitado, a gestão indica um dos arquitetos do Setor de Arquitetura para realizar a fiscalização do contrato.

Nesse contexto, os arquitetos acompanham semanalmente todas as etapas de desenvolvimento da obra e, ao final, realizam uma vistoria, elaboram um relatório fotográfico e aplicam um *checklist* de itens que precisam ser entregues pela empresa contratada.

Após a conclusão de eventuais pendências, os arquitetos emitem o Termo de Recebimento Provisório da obra e, após 90 dias, o Termo de Recebimento Definitivo.

A empresa contratada emite à SMS uma garantia de obra, de 5 anos, período no qual se responsabiliza por qualquer problema proveniente da execução. Ainda, ao final da obra, a empresa entrega o Projeto *As Built*, registrando todas as eventuais alterações de projeto realizadas durante a execução da obra.

Após a entrega da obra a Secretaria Municipal de Saúde realiza o treinamento da equipe local e colocando a unidade em funcionamento. Durante a etapa de uso e operação, as manutenções podem ser solicitadas ao setor de arquitetura ou ao setor de manutenção da Secretaria Municipal que, por sua vez podem ser realizadas por equipes próprias do Setor de Manutenção ou por empresa terceirizada, caso não seja de responsabilidade da empresa terceirizada que executou a obra.

6.1.2 Estudo de Caso 2 – EC2 (HU)

Assim como no EC1, o estudo foi iniciado com uma Reunião de Discussão, realizada com os dois engenheiros que integram a Divisão de Logística e Infraestrutura do HU. O tema central foi a organização do HU, mais especificamente da Divisão de Logística e Infraestrutura do Hospital Escola.

A Reunião de Discussão Estruturada 01 teve o objetivo de captar informações gerais da Divisão de Logística e Infraestrutura Hospitalar do Hospital Escola, buscando entender a organização e a composição da estrutura organizacional, a fim de reconhecer os profissionais vinculados ao setor e identificar registros disponíveis.

A Entrevista Estruturada 02 objetivou vincular aspectos do processo de comissionamento na realização das perguntas, ou seja, buscou encontrar lacunas, por meio de questionamentos, no processo de projeto atual (pré e pós pandemia), onde podem surgir oportunidades para possíveis melhorias a partir do processo de comissionamento. Além disso, buscou-se identificar informações e documentos pertinentes sobre os projetos e adaptações dos espaços hospitalares para a Covid-19 vinculados ao Hospital Escola, a fim de entender as alterações nos processos de organização e planejamento de projetos e adaptações da Divisão de Logística e Infraestrutura Hospitalar, bem como refletir sobre os impactos da urgência na qualidade e desempenho dos espaços, sistemas e instalações hospitalares. Um engenheiro que integra a Divisão de Logística e Infraestrutura do HU participou.

Assim como para o estudo de caso da Secretaria Municipal de Saúde, na Entrevista com a Empresa Especializada em Arquitetura Hospitalar foram realizadas perguntas ao arquiteto responsável da Empresa objetivando compreender a organização e o processo de desenvolvimento do projeto, bem como identificar as adaptações realizadas nos espaços hospitalares para a COVID-19 vinculados ao Hospital Escola. Peculiaridades ligadas ao desenvolvimento de projetos foram ilustradas pelo entrevistado, bem como características ligadas à comunicação entre os envolvidos, processos de organização e planejamento de projetos e adaptações, impactos da urgência na qualidade e desempenho dos espaços, sistemas e instalações hospitalares, entre outros. O processo de comissionamento de edifícios também integrou as perguntas feitas ao entrevistado, buscando oportunidades para a inserção do mesmo.

6.1.2.1 Modelagem da Estrutura Organizacional

A Figura 6 apresenta o organograma funcional do Hospital Universitário, no qual pode-se visualizar a posição organizacional da Divisão de Logística e Infraestrutura Hospitalar.

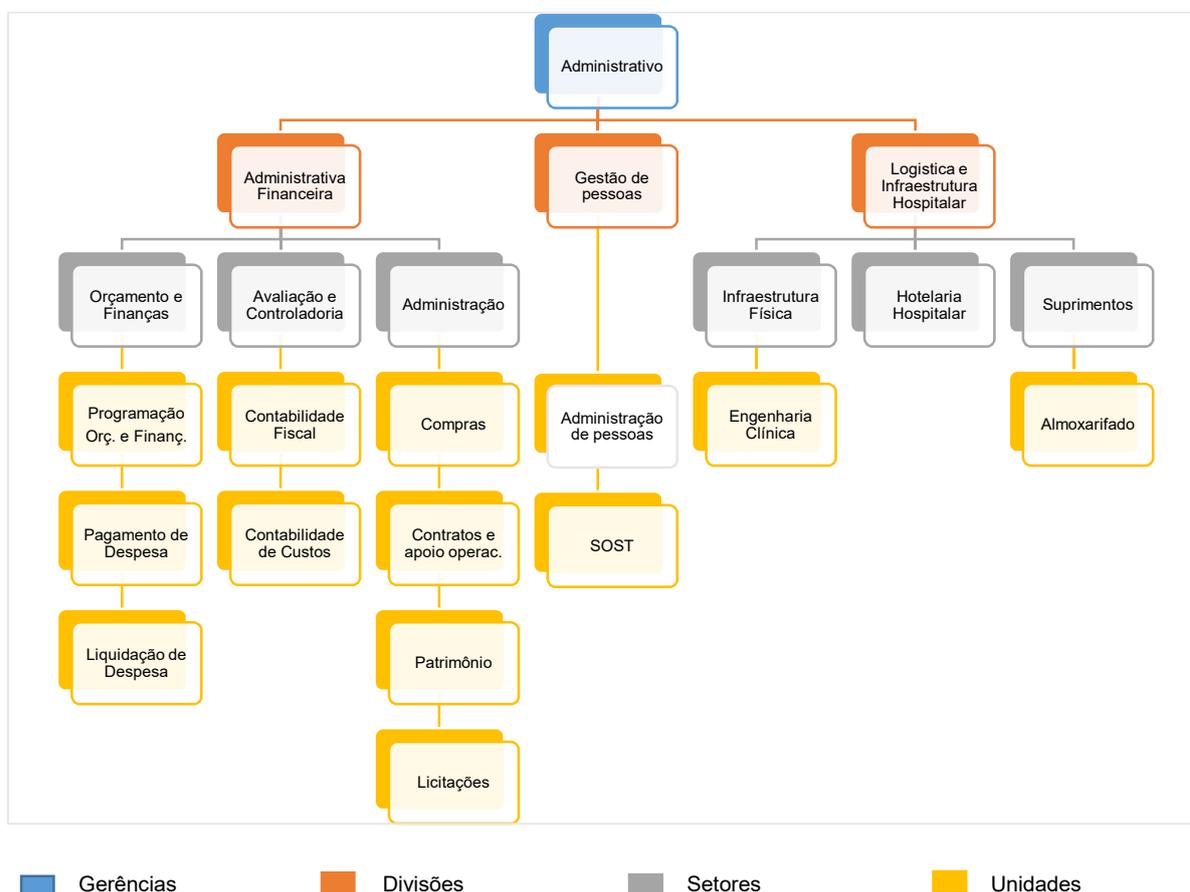


Figura 6 - Organograma Organizacional HE.
Fonte: Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares, (2020).

A Divisão de Logística e Infraestrutura Hospitalar é chefiada por um engenheiro civil, contendo o Setor de Infraestrutura Física, comandado por um engenheiro mecânico, o Setor de Hotelaria Hospitalar, comandado por um assistente administrativo, e o Setor de Suprimentos, chefiado por uma assistente administrativa.

O Setor de Infraestrutura Física abriga o setor de engenharia clínica, com profissionais de engenharias civil, mecânica, elétrica e arquitetura, além da manutenção de equipamentos clínicos. Este setor atua em parceria com o Setor de Hotelaria Hospitalar, atuando um engenheiro de segurança do trabalho e quatro técnicos em segurança do trabalho.

Não presente no organograma, há uma Comissão de Obras e Infraestrutura,

composta por todos os engenheiros do hospital, três gerentes (gerente administrativo, gerente de atenção à saúde, das áreas médica e de enfermagem e gerente de ensino e pesquisa), além de um representante do setor de Tecnologia da Informação. Esse grupo é responsável pela priorização de obras no HU.

O Setor de Infraestrutura mantém um contrato de manutenção com empresa terceirizada, que disponibiliza 18 colaboradores para o apoio às atividades. Existem, também, alguns contratos de manutenção com outras empresas terceirizadas, para serviços específicos, como manutenção de gerador, elevadores e autoclave.

6.1.2.2 Mapeamento do processo do Hospital Escola

O Modelo do mapa de processo foi dividido em seis piscinas, são elas: Divisão Logística e Infraestrutura Hospitalar, que foi dividida em duas raias (elementos usados para agrupar tarefas de um processo que são desempenhadas por um ator), setor de infraestrutura física e a chefia da divisão.

A segunda piscina representa a Comissão de Obras e Infraestrutura. A terceira piscina representa a Divisão Administrativa Financeira, cuja raia representa o Setor de Administração. A quarta piscina representa a Empresa Contratada para projeto. A quinta piscina representa a Empresa Contratada para execução. Por fim, a sexta piscina representa o cliente interno.

Além disso, o Modelo foi dividido verticalmente em cinco etapas, são elas: pré-projeto, projeto, execução, entrega e uso, operação e manutenção. O Modelo desenvolvido é apresentado no Apêndice 02, em função de sua extensão.

No HU, demandas por projetos ou obras podem ser originadas de diversas maneiras, não existindo procedimento padrão: solicitações verbais, e-mails, memorandos ou por meio sistema de gerenciamento de Ordens de Serviço (OS) de Manutenção, GLPI (*Gestionnaire Libre de Parc Informatique*).

Comumente, as demandas são direcionadas ao engenheiro civil, responsável pela Divisão de Logística e Infraestrutura Hospitalar por e-mail. O GLPI é principalmente utilizado pelos setores de Infraestrutura, TI e Hotelaria.

As demandas direcionadas a Divisão de Logística e Infraestrutura Hospitalar são encaminhadas para a Comissão de Obras e Infraestrutura ou para o engenheiro mecânico, chefe do Setor de Infraestrutura Física. Essas demandas são analisadas e protocoladas, a fim de informar se serão atendidas naquele momento ou entrarão em

uma lista de futuras ações.

Existe um calendário de reformas elaborado no decorrer do ano, contendo prazos e detalhes dessas. A construção desse calendário segue diretrizes ditadas por um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), firmado entre o HU e a Vigilância Sanitária do município.

Os projetos do HU podem ser realizados por empresas terceirizadas ou realizados internamente, tanto pelo engenheiro civil, responsável pela Divisão de Logística e Infraestrutura Hospitalar, quanto pelo engenheiro mecânico, chefe do Setor de Infraestrutura Física.

Não existe um procedimento definido, em relação à aceitação e ao critério para elaboração de projetos terceirizados ou pela equipe própria, sendo baseada em uma exposição de motivos. A escolha do responsável para a realização dos projetos é tomada pelo engenheiro civil, tendo em vista que fatores como complexidade de projeto, prazo de elaboração ou até mesmo entraves de habilitação técnica podem ser determinantes para essa escolha.

Os projetos realizados internamente são coordenados e elaborados pelos engenheiros civil e mecânico. A maioria dos projetos realizados pela equipe da Divisão de Logística e Infraestrutura Hospitalar dizem respeito a projetos de reforma. Projetos de grande porte ou protegidos pelo patrimônio histórico são candidatos à execução terceirizada.

Toda a tramitação dos processos de contratação (projeto ou execução) é realizada via Sistema Eletrônico de Informações (SEI). Esses processos são regulamentados pela Lei nº 13.303, de 30 de junho de 2016, que dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias, no âmbito da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

O processo de contratação de um projeto (licitação) tem início na formalização da demanda, através do documento chamado de Documento de Formalização da Demanda (DFD), no qual o demandante, no caso o Setor de Infraestrutura Física, explicita sua necessidade, enviando-a para o Setor Administrativo. O Setor Administrativo que abriga em sua estrutura a Unidade de Licitações e a Unidade de Contratos.

A unidade de Contratos elabora uma minuta de contrato, enquanto a elaboração do edital e operacionalização da licitação é realizada pela Unidade de Licitações.

O Setor Administrativo gera outro documento de formalização da demanda, desta vez indicando os membros área administrativa que irão planejar a contratação, juntamente com os membros indicados pelo demandante, no DFD previamente enviado. Assim, membros indicados pelo demandante/técnica, e membros indicados pelo Setor Administrativo são responsáveis pela elaboração do contrato e operacionalização da licitação.

Contratos para a elaboração de projetos terceirizados contêm uma relação de documentos exigidos, como projeto básico completo, memorial descritivo e orçamento. Ao receber o projeto, realiza-se uma análise e revisões técnicas de forma metódica, para análise de documentos, orçamento e memorial descritivo.

No caso das obras, como já mencionado, quando realizadas internamente, essas o são pela equipe de manutenção do Setor de Infraestrutura Física. O acompanhamento é realizado diariamente de maneira não estruturada (comunicação verbal), visto que as obras realizadas internamente são rápidas e de pequena complexidade, tendo como responsável os próprios engenheiros do HU.

No caso de obras terceirizadas, licitadas, o processo adotado é semelhante ao observado na terceirização de projetos. Nesses casos, seja para obras novas ou reformas, a fiscalização em relação a empresas contratadas ocorre da mesma forma.

Para recebimento de obra licitada, normalmente a empresa documenta que está entregando a obra, seja por um ofício ou por um e-mail. São dois recebimentos: o provisório e o definitivo. No recebimento provisório, é verificado se a obra e as instalações estão de acordo, são realizados testes e então é feito o recebimento definitivo.

No recebimento provisório, o mesmo pode ser entregue com ou sem pendências. Na existência de pendências, define-se um prazo para correções e após esse prazo verifica-se novamente o atendimento das pendências e, se estiver atendido, é feito o recebimento definitivo.

Assim como no caso de reformas, existe também o calendário de manutenções preventivas, que pode ser ajustado durante o ano. A equipe terceirizada realiza reformas e manutenções. Não havendo demanda para reformas, as equipes passam a priorizar serviços de manutenção. O sistema GLPI, também é utilizado para a gestão da manutenção preventiva, porém, por não ser um sistema dedicado à manutenção, não é possível a abertura automática de chamadas de manutenção preventiva.

6.1.3 Proposição de inserção do Comissionamento na Gestão de Edifícios Públicos Existentes – EC1 e EC2

Os dados coletados nas entrevistas e reuniões de discussão, ilustrados nos itens anteriores, foram analisados e cotejados com as informações provenientes de uma revisão de literatura acerca do comissionamento de edifícios. O objetivo foi estabelecer oportunidades para implementação do comissionamento nos processos estudados.

Nesta pesquisa as oportunidades para implementação do comissionamento foram feitas de maneira geral, tendo em vista que as lacunas e demandas são similares em ambos os estudos. Portanto, buscou-se observar as carências dentro do processo de gestão das instituições públicas de forma geral e as mesmas serão relatadas a seguir.

É importante frisar que a realização dos Estudos de Caso objetivou inicialmente conhecer de forma abrangente os dois objetos de estudo, para compreender de que maneira os mesmos organizavam seus processos de gestão, e, esse objetivo foi atingido através da modelagem da estrutura organizacional e da modelagem do mapa de processo dos dois estudos de caso.

Para encontrar lacunas e demandas dentro do processo de gestão dos objetos de estudo foi necessário elaborar o Mapa de Processo, os quais não existiam formalmente nessas instituições. No momento em que o Mapa de Processo foi apresentado aos entrevistados, em ambos os casos, os mesmos observaram inúmeras oportunidades de melhoria em seu processo de gestão.

O conhecimento amplo do processo de gestão dos estudos de caso só foi alcançado a partir das modelagens citadas anteriormente, fato que evidenciou a necessidade da inserção dessas tarefas na Fase de Viabilidade do Modelo Preliminar para Retrocomissionamento proposto.

Cotejando o comissionamento de edifícios no Mapa de Processo dos estudos de caso foi possível observar que existe uma carência na elaboração da documentação durante o ciclo de vida das edificações existentes, demanda que o processo de RCx poderia auxiliar.

O processo de RCx permite instrumentalizar a equipe de O&M do edifício com um conjunto completo de documentação de construção, podendo contar, por exemplo, com o esquema de funcionamento de cada sistema investigado, esboço do plano de O&M, incluindo o exame e aprimoramento dos procedimentos atuais de manutenção

ou contrato de serviço, diretrizes para a implementação de um plano de manutenção preventiva, lista de documentação de O&M e um manual de operações de sistemas, incluindo sequências completas de operação para equipamentos sem essa documentação, entre outros (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009).

O monitoramento de desempenho também é uma lacuna encontrada no processo de gestão de ambos os objetos de estudo. Segundo PECEI (2001), o processo de Retrocomissionamento parte de uma investigação sistemática para melhorar e otimizar a operação e manutenção de um edifício, permitindo assim verificar periodicamente o desempenho de uma edificação existente.

No decorrer do desenvolvimento da pesquisa, os estudos de caso evidenciaram que além do desempenho energético, os dados de desempenho não energéticos também impactam na gestão das edificações e nos processos da instituição, trazendo à tona, oportunidades de melhoria de desempenho sistêmico para o funcionamento das instituições e suas instalações, fato que contribuiu para a consecução e aprimoramento do modelo preliminar.

Outro ponto onde o Comissionamento de Edifícios poderia agregar valor dentro do processo de gestão das instituições públicas estudadas é com relação à transferência da edificação para os usuários. No processo de Comissionamento, a etapa de transferência permite a conclusão do processo, de forma documentada e intencional, o que não foi observado no processo de gestão dos objetos de estudo.

O objetivo da Fase de Transferência e Acompanhamento no Processo de Retrocomissionamento é garantir que os funcionários e ocupantes das instalações tenham o entendimento e a documentação necessários para operar e manter adequadamente as mudanças e melhorias feitas durante o processo de RCx, de forma que persistam ao longo do tempo (BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

O treinamento das equipes de uso e operação, assim como o treinamento dos usuários foi outra lacuna encontrada em ambos os estudos de caso. O processo de RCx permite instrumentalizar a equipe de O&M através de um plano de treinamento abrangente ou recomendações para a equipe de construção sobre equipamentos e sistemas específicos (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009).

Diretrizes e recomendações para o desenvolvimento de um sistema de contabilidade e rastreamento de energia, incluindo *benchmarks* do uso de energia do edifício e *workshops* de lições aprendidas (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009) são atividades que também poderiam ser agregadas ao Mapa de Processo dos objetos de estudo.

6.2 Modelo preliminar de RCx

Um Modelo Preliminar de Retrocomissionamento (RCx) foi proposto, tendo como base a descrição dos modelos de Retrocomissionamento feitos na etapa de Sugestão e os estudos de caso elaborados na etapa de Desenvolvimento.

O modelo foi inicialmente subdividido em seis fases: (a) Fase de Viabilidade; (b) Fase de Planejamento; (c) Fase de Investigação e Análise; (d) Fase de Implementação; (e) Fase de Transferência e Acompanhamento; e (f) Fase de Comissionamento Contínuo.

Também, quatro partes interessadas (*stakeholders*) do processo são representados em raias: (a) o Proprietário ou Instituição responsável pela edificação; (b) a Equipe de Comissionamento; (c) a Equipe de Operação e Manutenção da edificação; e (d) os Usuários da edificação.

6.2.1 Fase de Viabilidade

A Figura 7, a seguir, apresenta as atividades contidas na Fase de Viabilidade do modelo do Processo de Retrocomissionamento proposto⁸.

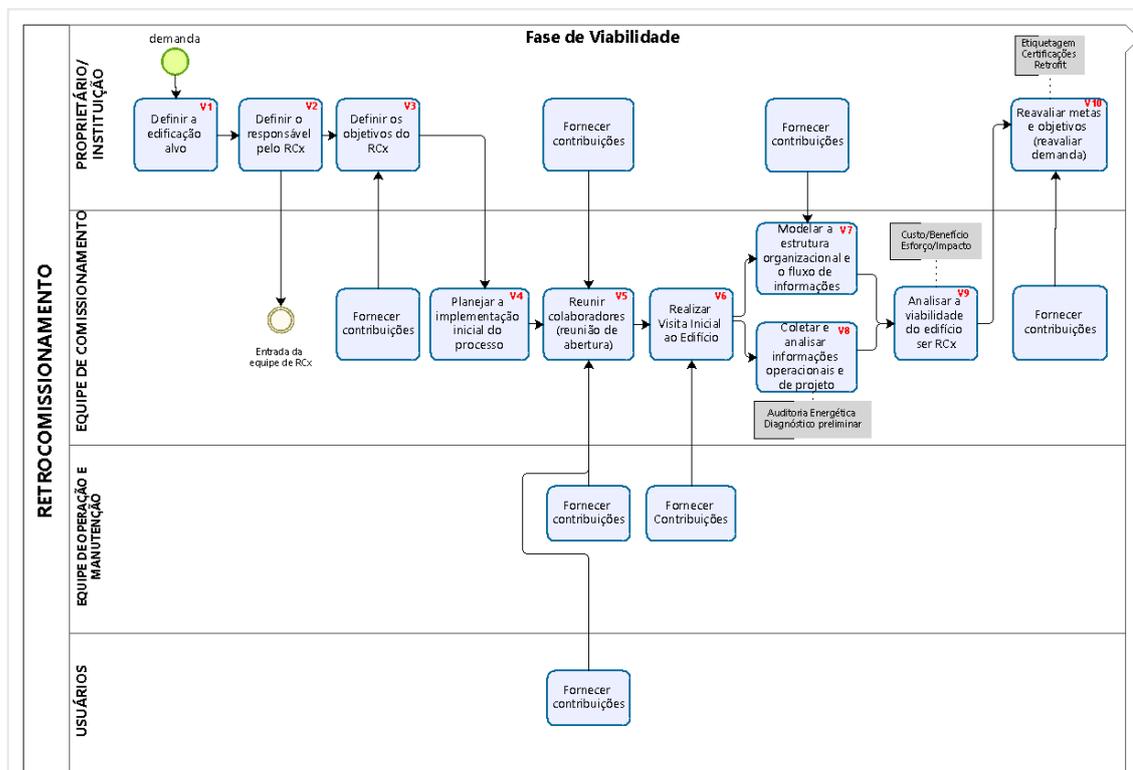


Figura 7 - Fase de Viabilidade do Processo de Retrocomissionamento.
Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Como representado no modelo, a demanda pela aplicação do processo de Retrocomissionamento de uma edificação, gerada pela necessidade de uma intervenção em uma edificação, foi definida como o ponto inicial da Fase de Viabilidade.

Para o *California Commissioning Collaborative* (2006), embora a maioria dos edifícios possa se beneficiar de alguma forma com o Retrocomissionamento, alguns são melhores candidatos que outros.

Desta forma, é interessante, quando um proprietário possui mais de um edifício, desenvolver uma planilha para melhor compreender, comparar e priorizá-los, dando preferência àqueles que representam melhores oportunidades de melhorias (PECI, 2001).

A partir de então o proprietário deve *definir a edificação alvo* (V1) do processo

⁸ O Modelo Preliminar de Retrocomissionamento será apresentado de forma segmentada, conforme as seis Fases propostas, tendo em vista a impossibilidade de apresentá-lo de forma conjunta, devido a suas dimensões.

de RCx, e, em seguida, *definir o responsável pelo RCx (V2)*, ou uma equipe responsável, pela implementação (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; PECI, 2001; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; NEEB, 2013; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

Durante os estágios iniciais, o proprietário e o líder de comissionamento começam a montagem da equipe de Retrocomissionamento. Isso envolve conhecer todos os atores no ambiente da edificação, seus papéis e suas experiências (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

Ainda, o proprietário ou gerente do edifício, em conjunto com o líder de comissionamento, devem *definir os objetivos do RCx (V3)*, como, por exemplo, obter economia de custos, reduzindo o uso de energia ou resolvendo problemas de qualidade do ar interno, o que afetará a visão, a direção e escopo do projeto. Nesse sentido, definir claramente os objetivos ajuda a guiar o projeto e manter a equipe no caminho certo até a conclusão do processo (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

A Equipe de RCx deve *planejar a implementação inicial do processo (V4)* e, em seguida, a mesma deve *reunir colaboradores para a reunião de abertura (V5)*, a qual conta com a contribuição do proprietário, da equipe de operação e manutenção e dos usuários.

Depois de coletar as informações dos equipamentos e sistemas que consomem energia, a Equipe RCx, especialmente a equipe de O&M, deverá *realizar a visita inicial ao edifício (V6)* para observar as condições da operação e verificar se as informações fornecidas e coletadas são as mesmas da instalação real. Por meio de uma entrevista com a equipe de O&M, pode-se registrar áreas para melhoria, além de lacunas operacionais (ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018).

A tarefa de percorrer as instalações e familiarizar-se com a equipe de construção designada para o projeto deve ser feita pela equipe de comissionamento. Isso permite que o líder de comissionamento se familiarize com o edifício e seus principais sistemas e equipamentos que consomem energia, além de identificar áreas de oportunidade para uma investigação mais aprofundada (PECI, 2001; CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; ENVIRONMENTAL PROTECTION

AGENCY, 2009; NEEB, 2013; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; UNITED STATES BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

Embora nenhum dos guias consultados preveja *modelar a estrutura organizacional e o mapa de processo* (V7), optou-se por demarcar esta atividade no modelo proposto, pois a partir dos estudos de caso elaborados neste trabalho, verificou-se a necessidade de entender as conexões entre os envolvidos nas diversas etapas do ciclo de vida da edificação, bem como o fluxo informacional dentro da instituição para, a partir de então, contribuir para a implementação do Processo de Retrocomissionamento.

A próxima atividade da Fase de Viabilidade estabelece que a equipe de Retrocomissionamento deve *coletar e analisar informações operacionais e de projeto* (V8) da edificação, a fim de se familiarizar com a operação da mesma (ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018). A equipe de operação e manutenção deve estar engajada nesta atividade. Auditorias energéticas⁹ e diagnósticos preliminares, conforme orientações de projetos de *retrofit*¹⁰, são ferramentas propostas, neste modelo, como forma de auxiliar a coleta de informações acerca da edificação.

Segundo o *Building Commissioning Association* (2019), *analisar a viabilidade do edifício ser Retrocomissionado* (V9) deve incluir uma revisão preliminar da documentação existente e dos dados dos sistemas que podem ser incluídos no processo, como previsto no modelo. Porém, deve-se reconhecer que a maioria dos edifícios e instalações existentes terão alguns desafios que devem ser superados a fim de implementar um projeto de RCx, tais como ter um proprietário engajado no Processo de RCx, ter um orçamento adequado para as implementações, contar com a dedicação e disponibilidade da equipe de O&M, obter a documentação da construção, como projetos, especificações e documentação de operações, são alguns exemplos de desafios para viabilizar a implementação do Processo de RCx (BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

Segundo NEEB (2013), *commissionability* é a característica de um componente

⁹ ASHRAE. **Standard for Comercial Building Energy Audits**. 2018.

¹⁰ BARRIENTOS, M. I. G. G. **Retrofit de edificações**: estudo de reabilitação e adaptação das edificações antigas às necessidades atuais. 2004. 189 f. Dissertação (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

de projeto ou processo de construção com os elementos necessários para permitir que um sistema ou componente seja efetivamente medido, testado, operado e comissionado.

Embora o objetivo final desta tarefa seja estabelecer a viabilidade da implementação do processo, é igualmente importante reconhecer os desafios potenciais, apresentá-los ao proprietário e discutir como um eventual projeto de Retrocomissionamento ainda pode prosseguir à luz desses desafios (BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019). Análises de custo/benefício¹¹ e esforço/impacto¹² são propostas neste modelo como ferramentas para auxiliar nesta decisão.

Após a verificação das condições operacionais atuais da instalação feitas pela Equipe de RCx e apresentadas ao proprietário, deve-se *reavaliar metas e objetivos* (V10) das demandas elencadas inicialmente, para que se tenha a compreensão clara das metas do projeto (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006). Ao final desta tarefa, inicia-se a Fase de Planejamento do Processo de Retrocomissionamento.

¹¹ A ferramenta avalia o valor da resolução de problemas e se os recursos investidos valem a pena, permitindo uma análise de quais investimentos de tempo e dinheiro valem mais a pena e devem estar no topo da lista de prioridades. (SAMPAIO, 2021).

¹² É uma ferramenta gráfica que permite que ações de resolução de problemas sejam implantadas com base em dois fatores principais: o esforço necessário para executar a tarefa e o impacto resultante. (SAMPAIO, 2021).

6.2.2 Fase de Planejamento

Conforme a Figura 8, que apresenta a Fase de Planejamento do modelo do Processo de Retrocomissionamento proposto, o início dessa fase é marcado pela elaboração do Plano de Retrocomissionamento, sob responsabilidade da Equipe de Comissionamento.

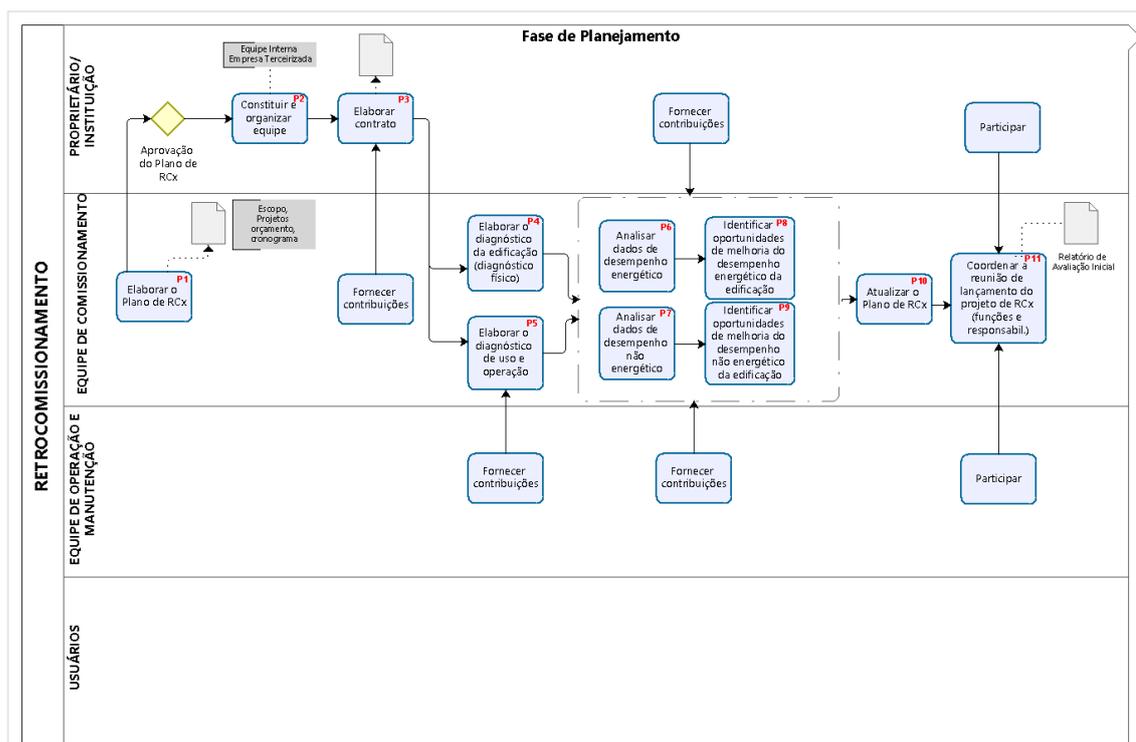


Figura 8 - Fase de Planejamento do Processo de Retrocomissionamento.
Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Um objetivo importante de um projeto de retrocomissionamento é garantir que os requisitos operacionais da instalação sejam atendidos, portanto, uma das tarefas iniciais é definir esses requisitos, incluindo quaisquer requisitos ou limitações de temperatura, umidade, filtragem de ar e iluminação. Se os requisitos operacionais do proprietário não fizerem parte do registro do edifício, a equipe de comissionamento deve documentar essas informações para cada área da instalação (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

A partir de uma compreensão clara das metas do projeto, os requisitos operacionais do proprietário e as condições operacionais atuais da instalação, o proprietário e o líder de comissionamento *elaborar o Plano de Retrocomissionamento* (P1) (PECI, 2001; CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; NEEB, 2013;

ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

O Plano de Retrocomissionamento registra o escopo do projeto e serve como uma diretriz para os membros da equipe, fornecendo um esboço dos procedimentos que serão realizados, cronograma de atividades, papéis e responsabilidades dos membros da equipe, planos de medição/monitoramento, formulários, além de modelos usados para documentar as atividades desenvolvidas no RCx. O plano deve ser um documento flexível, revisitado em determinados marcos do projeto (PECI, 2001; CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; NEEB, 2013; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

Na Fase de Planejamento, *constituir e organizar a equipe* (P2) deve ser uma atividade liderada pelo proprietário, tendo em vista que a equipe será responsável por atingir as metas definidas para o projeto de RCx. Isto pode exigir que duas equipes atuem conjuntamente – uma equipe de instalações e uma equipe de comissionamento – que juntas, tornar-se-ão a equipe de projeto. Estas equipes podem ser pequenas, desde que as habilidades e autoridades necessárias estejam claramente definidas (PECI, 2001).

A equipe de instalações deve ter autoridade para contratar serviços de terceiros. Uma vez que a equipe de instalações e a equipe de comissionamento devem lidar com muitas funções, é responsabilidade do proprietário reunir a equipe geral. O Provedor de Comissionamento pode ter vários níveis de envolvimento neste processo, dependendo do nível de confiança estabelecido (PECI, 2001).

Para edifícios que possuam equipe do O&M interna, um dos membros mais importantes da equipe de RCx será o responsável pela O&M do edifício, designado para trabalhar com o fornecedor de comissionamento. Idealmente, o operador deve ter conhecimento profundo dos sistemas de controle do edifício, entender como e por que os equipamentos e sistemas são operados e mantidos e ter acesso a dados históricos (PECI, 2001).

O Proprietário e o fornecedor de comissionamento trabalham juntos para *elaborar o contrato* (P3) de RCx que atenda às necessidades do proprietário. No mínimo, o contrato deve conter o escopo do processo de RCx, custos contratados,

cronograma do processo, as responsabilidades do proprietário e as responsabilidades do fornecedor de RCx (NEEB, 2013).

A próxima atividade desta Fase prevê que o líder de comissionamento deve *elaborar o diagnóstico da edificação (diagnóstico físico) (P4)*, através da obtenção de dados do edifício, de pelos menos 12 meses anteriores, bem como revise os registros de manutenção preventiva e os contratos de serviço atuais. Essas informações permitirão ao líder de comissionamento conduzir uma análise do perfil de uso de energia e entender melhor as práticas corrente de O&M nas instalações (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018).

O líder de comissionamento deve elaborar também o *diagnóstico de uso e operação (P5)*, através de entrevistas com os operadores do edifício sobre as condições operacionais, as ações atuais de manutenção preventiva e quaisquer problemas de desempenho conhecidos. Através de uma entrevista com um operador de construção experiente, podem ser descobertas inúmeras áreas de desperdício de energia, pois os mesmos conhecem melhor as operações diárias e os pontos fracos do edifício (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

Através dos diagnósticos feitos nas atividades anteriores, a equipe de RCx deve *analisar os dados de desempenho energético (P6)* (PECI, 2001; CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; NEEB, 2013; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019), assim como também *analisar os dados de desempenho não energético (P7)*. No decorrer do desenvolvimento da pesquisa, os estudos de caso evidenciaram que além do desempenho energético, os dados de desempenho não energéticos também impactam na gestão das edificações e nos processos da instituição, trazendo à tona, oportunidades de melhoria de desempenho sistêmico para o funcionamento das instituições e suas instalações.

A análise dos dados de desempenho permite que o líder de RCx consiga *identificar oportunidades de melhoria de desempenho energético da edificação (P8)*, assim como também possibilita *identificar oportunidades de melhoria de desempenho não energético da edificação (P9)*.

A equipe de Retrocomissionamento pode, além de atualizar o escopo, *atualizar*

o *Plano de RCx* (P10), incluindo mudanças de escopo relacionadas a áreas consideradas mais ou menos importantes do que outras. Outros elementos a serem enfocados ao atualizar o projeto de RCx são baseados em informações obtidas com a equipe da instalação e entrevistas com os ocupantes do edifício. Esses elementos podem incluir detalhes adicionais para o plano de tendências e monitoramento, plano de calibração e teste, atividades de medição e verificação, economia e custos, métodos de implementação e esboços atualizados das fases de implementação e transferência (BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

A equipe de RCx é responsável por *coordenar a reunião de lançamento do projeto de RCx* (P11), a qual inclui todos os principais tomadores de decisão e partes interessadas, para estabelecer as linhas de comunicação, procedimentos e funções das partes para a implementação do projeto RCx (BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019). O líder de comissionamento organiza e lidera a reunião. Os participantes podem incluir o proprietário ou representante do proprietário, operadores de construção e quaisquer empreiteiros ou outros profissionais que possam ser importantes para o processo (BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019; CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

O objetivo principal do Relatório de Descobertas da Avaliação Inicial, elaborado na reunião inicial, é transmitir ao Proprietário se o projeto RCx atenderá seus requisitos, em termos de custos e critérios de retorno sobre o investimento, e se o provedor de comissionamento recomenda que o projeto prossiga. O relatório inclui: o passo a passo das descobertas feitas pela equipe de RCx; avaliação de documentos e entrevistas com funcionários e ocupantes; uma lista de Medidas de Conservação de Energia e Medidas de Melhorias para as Instalações identificados; os custos estimados da ordem de magnitude das medidas para implementação e potencial de economia de energia para cada medida (BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

6.2.3 Fase de Investigação e Análise

A Figura 9 apresenta as etapas que compõem a Fase de Investigação e Análise do modelo do Processo de Retrocomissionamento proposto.

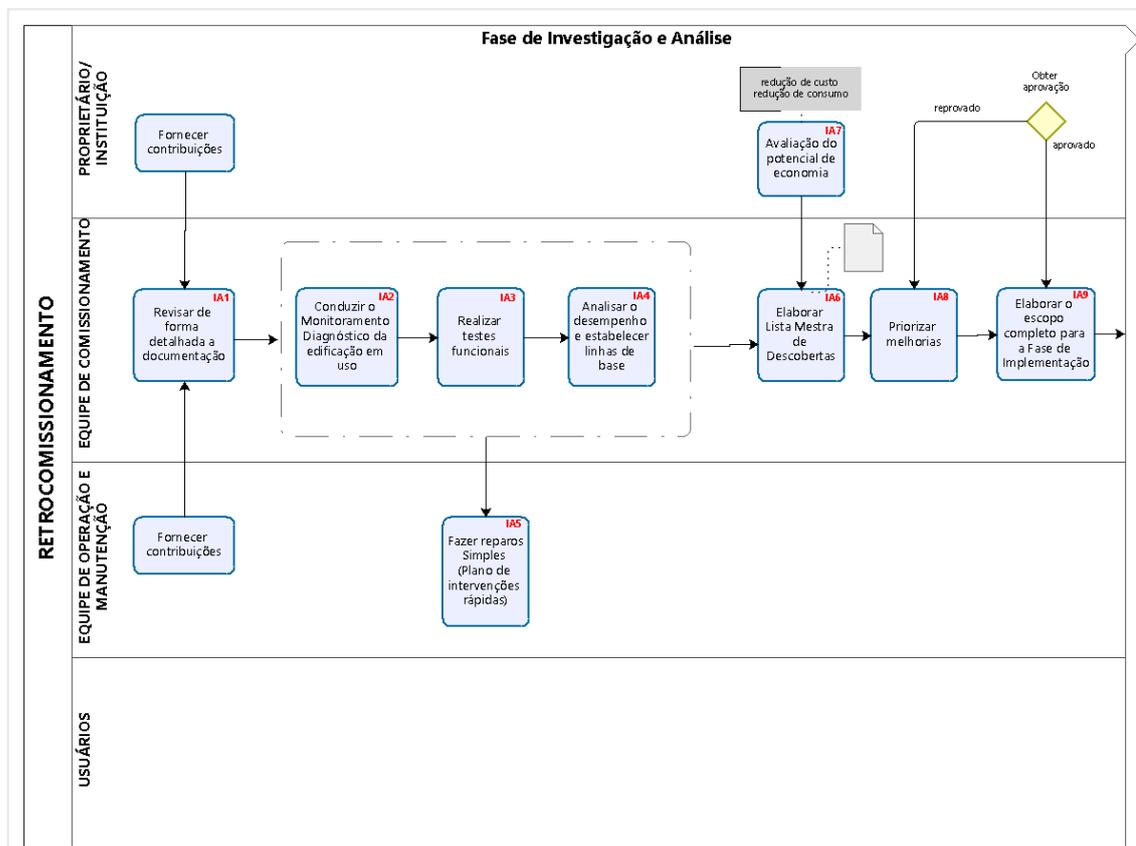


Figura 9 - Fase de Investigação e Análise do Processo de Retrocomissionamento.
Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Durante a Fase de Investigação e Análise, a equipe de comissionamento realiza uma análise sistemática do desempenho do edifício. As principais tarefas desta Fase incluem compreender como e por que os sistemas de construção são operados e mantidos de maneira corrente, identificar deficiências e melhorias potenciais e selecionar as “correções” mais econômicas para implementar.

Esta fase do projeto de RCx examina todos os aspectos do programa e práticas de O&M atuais, bem como as estruturas de gerenciamento, políticas e requisitos do usuário que os influenciam. Pode incluir entrevistar a gerência, bem como os operadores do edifício, revisar as práticas atuais de O&M e os contratos de serviço, testar os equipamentos e os controles e registrar as tendências ou dados eletrônicos de pressões, temperaturas, energia, fluxos e níveis de iluminação (PECI, 2001; CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; NEEB, 2013; ELECTRICAL AND

MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

A análise detalhada do local revela as melhores oportunidades para otimizar sistemas que consomem energia e melhorar as práticas de Operação e Manutenção. Tal avaliação fornece o ponto de partida para avaliar a eficácia das melhorias e atividades de O&M, assim como também fornece uma base para recomendar onde os diagnósticos e testes podem ser apropriados (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009).

Depois de a equipe de comissionamento completar as visitas ao local da instalação, a mesma deve *revisar de forma detalhada a documentação* (IA1). O próximo passo é coletar dados exatos sobre quando e como os sistemas operam, de forma a *conduzir o monitoramento diagnóstico da edificação em uso* (IA2), a fim de identificar, caracterizar e confirmar oportunidades de melhoria, além de começar a detectar as causas principais das deficiências de desempenho (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

O monitoramento diagnóstico é o processo de coleta de dados ao longo do tempo, em intervalos que variam de um minuto a uma hora. A equipe RCx pode coletar o registro de dados de tendências pelo sistema de gerenciamento de edifícios (*Central Control & Monitoring System - CCMS*), desde que estejam instalados no edifício e esses dados sejam adequados e precisos o suficiente para análise. No entanto, para os edifícios sem CCMS, ou o CCMS tem limitações quanto ao armazenamento ou apresentação dos dados, a equipe de Retrocomissionamento pode usar registradores de dados portáteis para coletar os dados (ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018).

A equipe de comissionamento deve *realizar testes funcionais* (IA3) de desempenho, observando, medindo e registrando o desempenho em todos os principais modos operacionais. A mesma deve ter um protocolo de teste bem definido que descreve como o mesmo será realizado (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

Após a conclusão do monitoramento diagnóstico, é necessário *analisar o desempenho e estabelecer linhas de base* (IA4), através de uma investigação e verificação em relação às informações de avaliação do local.

A atividade de verificação de desempenho é usada para validar o desempenho

da instalação após a implementação do projeto de Retrocomissionamento e quaisquer melhorias feitas (NEEB, 2013). Os valores da linha de base devem atuar como indicadores-chave de desempenho e comparados com as condições de construção anualmente (ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018).

O retrocomissionamento é um processo iterativo e mutável e, em alguns casos, as atividades de investigação podem ser transferidas para a fase de implementação, pois podem ser necessários mais diagnósticos para identificar e implementar a correção apropriada. Geralmente, é necessário, além de ajustes simples, *fazer reparos simples (plano de intervenções rápidas)* (IA5), descobertos durante a investigação, para ajudar a chegar à causa raiz de um problema, o que aumenta a eficácia do monitoramento diagnóstico aliado aos testes funcionais (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

Dependendo do escopo do projeto, a avaliação do local pode levar de um a vários dias para ser concluída. É comum que muitos problemas e correções óbvias se revelem durante a avaliação do local. Pode ser econômico ter o operador do edifício designado para fazer pequenos ajustes e reparos à medida que a avaliação do local avança (PECI, 2001).

O provedor de RCx deverá *elaborar a Lista Mestra de Descobertas* (IA6), identificando quaisquer alterações resultantes, descobertas adicionais ou melhorias potenciais. Neste ponto, o provedor de RCx estimará a economia potencial associada às descobertas (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009), a qual deve ser informada ao proprietário para que o mesmo possa fazer uma *avaliação do potencial de economia do processo* (IA7) de RCx.

A Lista Mestra de Descobertas é uma das entregas mais significativas do processo de retrocomissionamento e, em última análise, torna-se uma importante ferramenta de tomada de decisão para o gerente da instalação e equipe de construção. Cada descoberta da fase de investigação é resumida na Lista Mestra, incluindo os ajustes e reparos feitos durante o curso do processo de investigação. A lista deve incluir, no mínimo, o nome do sistema ou equipamento, uma descrição da deficiência ou problema e uma solução sugerida (PECI, 2001; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009).

Para entender melhor as deficiências e problemas, o proprietário ou gerente pode exigir que o fornecedor de Comissionamento os categorize de acordo com o tipo

ou fonte. Por exemplo, os problemas podem cair em quatro categorias principais: manutenção, operação, projeto ou instalação (PECI, 2001; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009).

Após a conclusão da Lista Mestra de Descobertas, a equipe de comissionamento deve *priorizar as melhorias* (IA8) de acordo com a relação custo-benefício (PECI, 2001) e apresentar os resultados ao proprietário para auxiliá-lo na seleção de medidas para implementação. Dependendo das necessidades e do escopo do projeto do proprietário, a Lista Mestra de Descobertas pode ser uma ferramenta de tomada de decisão suficiente para prosseguir para a implementação, pois fornece um resumo das constatações da investigação, soluções recomendadas e uma análise de custo-benefício. O proprietário deve exigir que a equipe forneça todos os cálculos e suposições por trás de suas economias de energia e estimativas de custo (PECI, 2001; CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; NEEB, 2013; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019). A economia gerada por essas melhorias às vezes pode pagar por outras melhorias que têm benefícios menos quantificáveis (PECI, 2001).

Muitas melhorias no Processo de RCx são diretas e os proprietários podem esperar benefícios delas com segurança, nesses casos, a gerência e a equipe de O&M do prédio podem não precisar de nenhuma verificação de economia para justificar a implementação (PECI, 2001).

Por outro lado, algumas melhorias como aquelas relacionadas ao conforto, qualidade interna do ar e mau funcionamento do equipamento, podem não ter benefícios facilmente quantificáveis, mas a equipe de O&M muitas vezes deseja implementá-las para que a edificação tenha seu funcionamento pleno (PECI, 2001).

A equipe de RCx deve *elaborar o escopo completo para a Fase de Implementação* (IA9), e o proprietário toma a decisão final sobre quais deficiências e melhorias devem ser abordadas primeiro (PECI, 2001; CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; NEEB, 2013; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

6.2.4 Fase de Implementação

A Figura 10, detalha a Fase de Implementação do modelo do Processo de Retrocomissionamento proposto. A consecução da fase de implementação varia muito entre os projetos. Cada edifício exigirá diferentes tipos de medidas, cada proprietário é confrontado com situações orçamentárias e administrativas únicas, e as equipes de cada edifício terão diferentes capacidades (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; PECI, 2001; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; NEEB, 2013; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

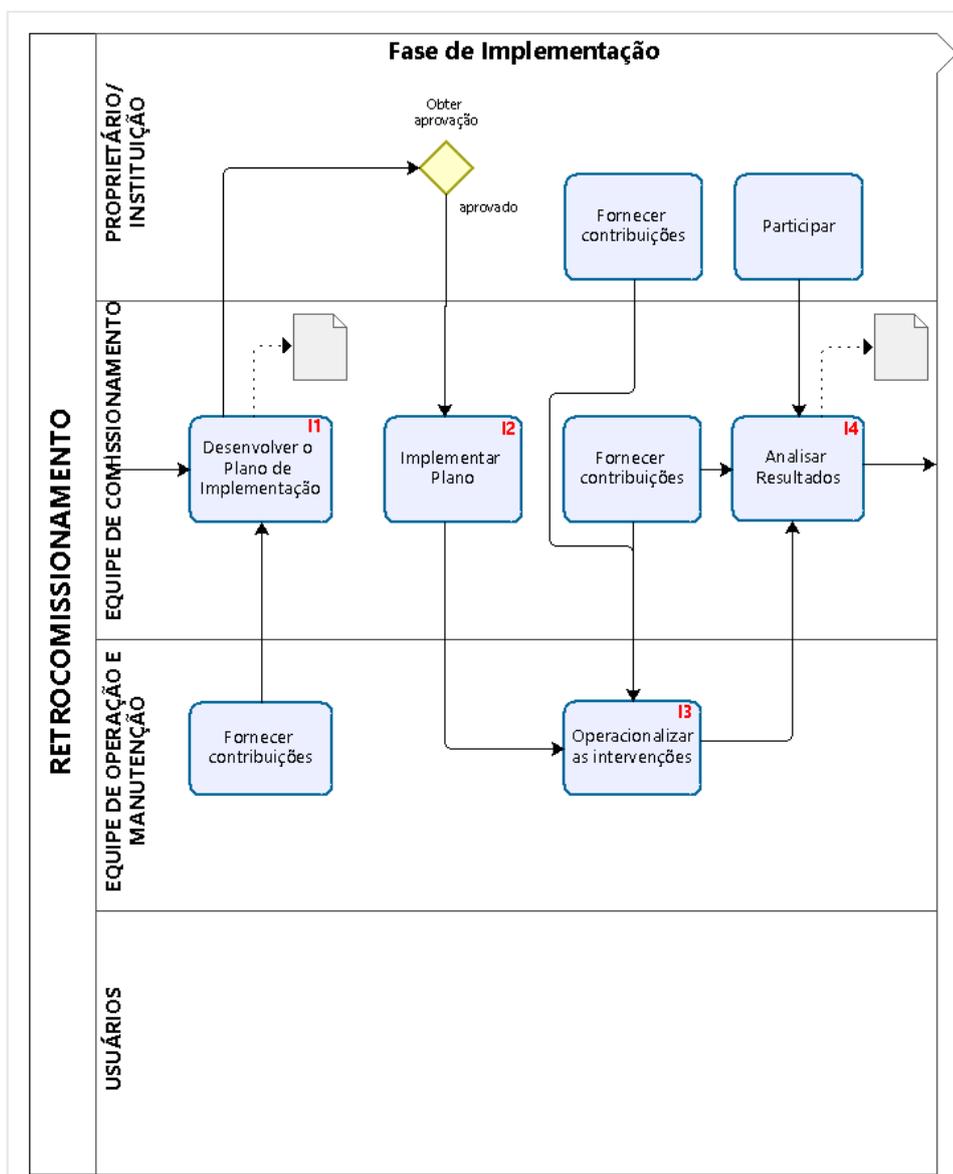


Figura 10 - Fase de Implementação do Processo de Retrocomissionamento.
Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

O Proprietário do edifício pode optar por propor um plano de implementação em etapas, a fim de lidar com eventuais restrições orçamentárias ou minimizar interrupções na operação do sistema. Portanto, cabe à equipe de RCx *desenvolver o Plano de Implementação* (I1), aproximar o proprietário do edifício e a equipe de O&M, para que acordem um Plano de Implementação do RCx (ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018).

Uma vez que o Plano de Implementação tenha sido apresentado ao proprietário, é este quem controla o avanço do processo, podendo decidir aprová-lo e implementar todas, algumas ou nenhuma das recomendações (NEEB, 2013). A equipe RCx deve estabelecer uma ligação com o proprietário do edifício e a equipe de O&M para concordar mutuamente com o plano de implementação do RCx (ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018).

Um Plano de Implementação organiza e define o trabalho necessário, incluindo o escopo de trabalho para cada problema ou melhoria que o proprietário definiu, juntamente com os requisitos para verificação (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006). Uma parte importante do Plano de Implementação, inclui a criação de um plano de verificação para cada medida individual, incluindo o método de verificação a ser empregado e um valor alvo a ser atingido, para que seja considerada bem-sucedida (BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

Após a aprovação do Plano de Implementação pelo proprietário, a equipe de RCx deve *implementar o Plano* (I2). Desenvolver um bom Plano de Implementação é essencial para obter as melhorias. Os projetos mais bem-sucedidos, são aqueles que contam com um líder de comissionamento que supervisiona o projeto do início ao fim (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; PECl, 2001).

Para confirmar que cada melhoria, bem como a combinação de melhorias, estão integradas e têm o efeito desejado, os dados pós-implementação são comparados aos dados originais da linha de base. Esses dados finais de verificação também podem ser usados para atualizar as estimativas de economia de energia, se necessário (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009).

O proprietário deve primeiro escolher uma abordagem para implementar as medidas recomendadas. A escolha de uma abordagem depende amplamente da

experiência e disponibilidade da equipe interna de O&M da construção, que deve *operacionalizar as intervenções* (13), bem como da disposição do proprietário de gerenciar as atividades de implementação (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006)

A equipe de RCx, conjuntamente com o proprietário, deve *analisar os resultados* (14) obtidos através dos dados coletados, os quais são efeitos das atividades de verificação, juntamente com as informações atualizadas sobre economia de custos de energia, que são compilados no Relatório Resumo da Implementação. Além disso, o desempenho futuro de cada melhoria pode ser comparado periodicamente com os dados de verificação para garantir que os benefícios persistem (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018).

6.2.5 Fase de Transferência e Acompanhamento

Para garantir que o Proprietário da construção e os operadores tenham o que precisam para monitorar e manter as medidas implementadas, é essencial uma transferência intencional e completa do projeto (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; PECI, 2001; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; NEEB, 2013; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

A Figura 11 apresenta a Fase de Transferência e Acompanhamento, do modelo do Processo de Retrocomissionamento proposto.

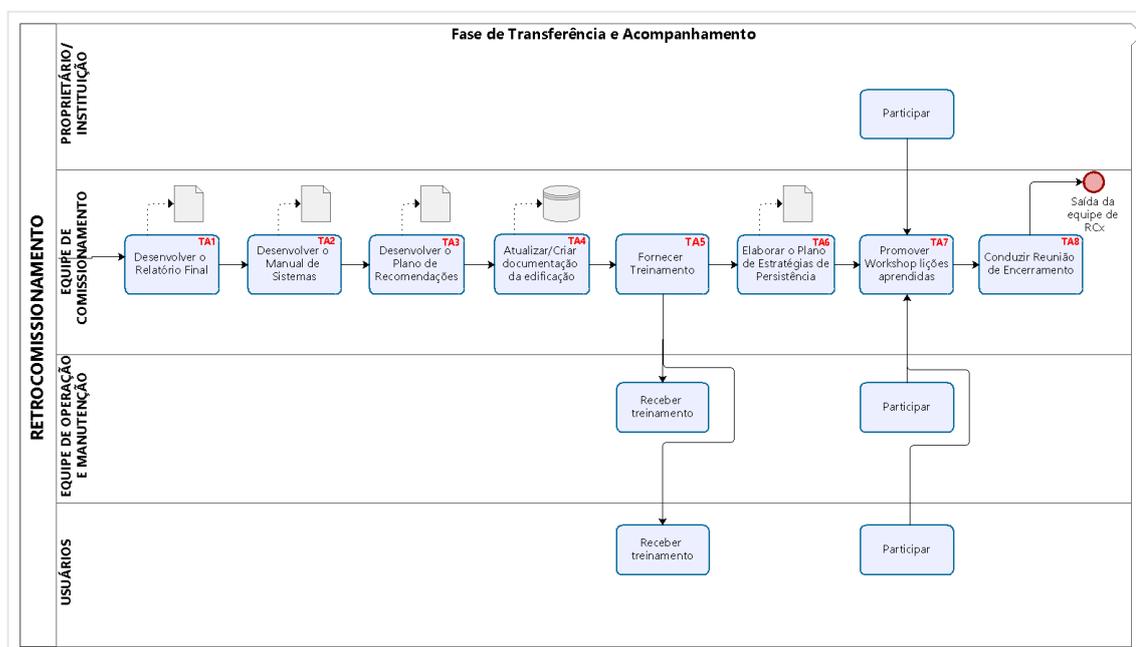


Figura 11 - Fase de Transferência e Acompanhamento do Processo de Retrocomissionamento. Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

O objetivo da Fase de Transferência e Acompanhamento é garantir que os funcionários e ocupantes das instalações tenham o entendimento e a documentação necessários para operar e manter adequadamente as mudanças e melhorias feitas durante o processo de Retrocomissionamento, de forma que persistam ao longo do tempo (BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

Desenvolver o Relatório final (TA1) é tarefa da Equipe de RCx, sendo que este documento é um registro das atividades e medidas de retrocomissionamento que foram implementadas, o qual é essencial para a persistência das economias e benefícios a longo prazo, pois contém recomendações para práticas de O&M que

ajudam a manter o desempenho dos sistemas melhorados. É um recurso para os operadores atuais e futuros, e deve fazer parte do registro permanente dos planos e práticas de O&M recomendados para o edifício (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; PECI, 2001; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; NEEB, 2013; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

O Manual de Sistemas deve contar com os Requisitos Operacionais do Proprietário, descrições narrativas das Sequências de Operação e o Relatório Final. Também pode incluir o próprio Manual de Operação e Manutenção ou uma lista principal de todos os documentos de construção, juntamente com suas localizações. Existem várias maneiras de *desenvolver o Manual de Sistemas* (TA2), mas o importante é que as informações essenciais sobre como operar o edifício sejam incluídas, bem como as lições aprendidas com o processo de retrocomissionamento (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

Embora o projeto esteja quase completo, é útil, neste momento, *desenvolver o plano de recomendação* (TA3) para futuros projetos de recomissionamento. Mesmo o edifício com o melhor comissionamento exigirá atenção focada periódica para mantê-lo funcionando da melhor maneira possível (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

Dependendo do contrato, o provedor de RCx pode instrumentalizar a equipe de O&M do edifício com um conjunto completo de documentação de construção, ou seja, o mesmo pode *criar ou atualizar a documentação da edificação* (TA4), que pode contar com (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009):

- a) esquema de funcionamento de cada sistema investigado;
- b) esboço do plano de O&M, incluindo o exame e aprimoramento dos procedimentos atuais de manutenção ou contrato de serviço;
- c) lista de documentação de O&M e um manual de operações de sistemas, incluindo sequências completas de operação para equipamentos sem essa documentação;
- d) diretrizes para a implementação de um plano de manutenção preventiva;
- e) plano de treinamento abrangente ou recomendações para a equipe de construção sobre equipamentos e sistemas específicos;

- f) diretrizes e recomendações para o desenvolvimento de um sistema de contabilidade e rastreamento de energia, incluindo benchmarks do uso de energia do edifício, e um plano de eficiência energética;

Idealmente, o treinamento da equipe de operação, que faz parte ou não da equipe de comissionamento, deve ocorrer durante todo o projeto. O envolvimento precoce fornece à equipe a melhor oportunidade de aprender sobre como os problemas são encontrados e solucionados. No entanto, a entrega do projeto é o momento ideal para *fornecer treinamento* (TA5) sobre as melhorias e como mantê-las, além de abordar outras áreas de O&M que são particularmente preocupantes para o proprietário (ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

Para garantir que os benefícios do projeto de Retrocomissionamento continuem além da vida útil do projeto, a equipe RCx deve *elaborar o Plano de Estratégias de Persistência* (TA6) e assim ajudar o proprietário a manter as novas melhorias com eficiência ao longo do tempo, como por exemplo, o desenvolvimento de políticas e procedimentos para atualizar a documentação do edifício; fornecimento de treinamento contínuo para a equipe de O&M; rastrear o desempenho de energia dos sistemas; recomissionar periodicamente o edifício, prestando muita atenção que as melhorias originais do RCx ainda estão produzindo benefícios; instituir um plano de comissionamento contínuo (ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018).

Promover um *workshop* de lições aprendidas (TA7) permite melhorar a entrega de projetos futuros e implementar um processo contínuo de comissionamento e avaliação de desempenho. O proprietário e todos os membros da equipe de operação e manutenção, assim como também os usuários, devem ser convidados a participar e a fornecer sugestões (NEEB, 2013).

Conduzir a reunião de encerramento (TA8) do projeto é tarefa da equipe de RCx e, geralmente, é realizada após a conclusão do Relatório Final, que é apresentado na reunião, e na qual são discutidos quaisquer problemas pendentes, bem como as próximas etapas. Esta reunião é valiosa para discutir as lições aprendidas durante o projeto e oferece uma oportunidade importante para reconhecer sucessos individuais e celebrar o sucesso geral do projeto (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

6.2.6 Fase de Comissionamento Contínuo

Imediatamente após as medidas de retrocomissionamento serem implementadas, os sistemas tratados estão operando com desempenho próximo do pico. Com o tempo, no entanto, a eficiência dos sistemas pode diminuir, a menos que estratégias explícitas sejam implementadas para manter e monitorar as melhorias (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006).

A Figura 12 apresenta a Fase de Comissionamento Contínuo, do modelo do Processo de Retrocomissionamento proposto.

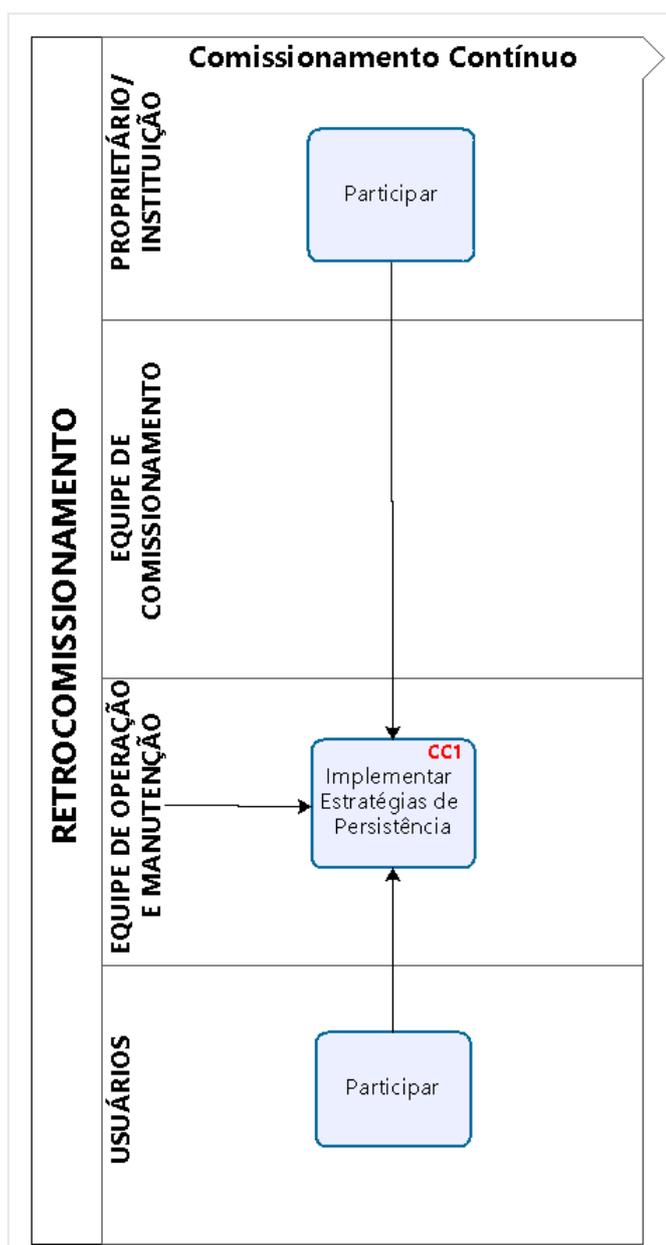


Figura 12 - Fase de Comissionamento Contínuo do Processo de Retrocomissionamento.

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Nessa Fase, o comissionamento contínuo está focado na persistência em manter os sistemas prediais operando da maneira mais eficiente, de modo que a equipe de Operação e Manutenção do edifício deve *implementar estratégias de persistência* (CC1). Para tanto, os dados devem ser coletados continuamente e comparados com as recomendações indicadas no RCx anterior (ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009).

Várias medidas podem tomadas buscando garantir a persistência dos benefícios do Retrocomissionamento. Entre essas medidas, pode-se citar a criação ou atualização da documentação do edifício, o treinamento da equipe de O&M do edifício, manutenção preventivas, o rastreamento de desempenho e o desenvolvimento de um Plano de Recomissionamento (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

7 RETROCOMISSONAMENTO DE EDIFICAÇÕES PÚBLICAS

7.1 Avaliação do Modelo Preliminar de Retrocomissionamento

A fim de avaliar a pertinência do Modelo Preliminar de Retrocomissionamento, foram reunidas, por meio do método Delphi, um conjunto de opiniões de especialistas separados geograficamente, propiciando resultados abrangentes sobre temáticas complexas (MARQUES; FREITAS, 2018).

O propósito do Método Delphi não é obter uma única resposta ou chegar a um consenso, e sim coletar o maior número de respostas e opiniões qualificadas de um grupo de especialistas, de modo a apoiar a tomada de decisão (GUPTA; CLARKE, 1996).

Segundo Osborne et al. (2003) o método Delphi está empenhado em facilitar a tomada de decisões feitas por um conjunto de especialistas, sem interação cara-a-cara.

A escolha dos especialistas é essencial (MARQUES; FREITAS, 2018). A elevada qualidade e aceitação de soluções vem de um grupo heterogêneo de especialistas (POWELL, 2003), tendo em vista que pouco se tem a ganhar se inexistir de uma variedade de informações a ser compartilhada (ROWE; WRIGHT, 1999).

Powell (2003) aponta que, para a organização do painel de especialistas, o número ideal de componentes é muito variado. Marques e Freitas (2018) indicam que, idealmente, o número de participantes não deve ser inferior a 10, a fim de não comprometer os resultados, em termos de consenso efetivo e relevância das informações obtidas, nem muito superior a esse número, para não tornar a análise e administração dos dados complexa.

Marques e Freitas (2018) sinalizam que não é incomum que alguns participantes desistam durante o processo, levando a uma diminuição do número de especialistas a cada rodada. Os mesmos aconselham que se inicie o processo com um tamanho confortavelmente superior ao mínimo que se deseja alcançar.

Com relação aos questionários, comumente o primeiro é constituído por perguntas abertas, porém, também são encontrados estudos mais direcionados, com questionários semiestruturados ou fechados, construídos a partir de literatura da área

(MARQUES; FREITAS, 2018).

Segundo Marques e Freitas (2018) a maioria das pesquisas possuem de duas a quatro rodadas e, por razões de comodidade, rapidez e redução de custo prioriza-se o uso da internet para operacionalizar o envio dos questionários.

A análise das respostas dos especialistas ao primeiro questionário permite a construção do questionário posterior, e assim sucessivamente (MARQUES; FREITAS, 2018).

O processo de implementação do método Delphi se desenvolve em diversas etapas, que podem ser divididas em (MARQUES; FREITAS, 2018):

- a) escolha do grupo de especialistas;
- b) construção do questionário 1;
- c) primeiro contato com os especialistas e convite para participação na pesquisa;
- d) envio do questionário 1 (primeira rodada);
- e) recebimento das respostas ao questionário 1;
- f) análise qualitativa e quantitativa das respostas;
- g) construção e envio do questionário 2 com feedback;
- h) recebimento das respostas ao questionário 2 e sua análise;
- i) envio das seguintes rodadas de questionários, intercalando com as respectivas análises;
- j) final do processo e escrita do relatório final.

Para o processo de avaliação do Modelo Preliminar, proposto nesta pesquisa, dezenove (19) especialistas acerca do Comissionamento de Edificações, entre eles membros do comitê da *Building Commissioning Association* (BCA) - Chapter Brasil¹³ e pesquisadores brasileiros da área de Comissionamento foram convidados a integrar o painel de especialistas. Este número, bastante além dos 10 participantes apontados como desejável por Powell (2003), se justifica para contornar o eventual não envio de respostas de algum participante, buscando manter a qualidade do processo de avaliação.

É importante destacar que o processo de busca de especialistas de

¹³ A BCA Brasil Chapter é consequência do trabalho conjunto de empresas brasileiras que atuam no mercado de comissionamento. A BCA - *Building Commissioning Association* foi fundada nos Estados Unidos em 1996, com 1.200 membros e forte presença em todo o território americano e canadense (BCxA, 2022).

Comissionamento de Edifícios foi bastante árduo, tendo em vista o pouco conhecimento e aplicação do Comissionamento de Edifícios no Brasil.

Ao todo, dois (02) questionários foram elaborados e enviados aos participantes. O Questionário 01 (Apêndice 03) foi composto por oito (08) questões e o Questionário 02 (Apêndice 04) composto por quinze (15) questões.

Inicialmente, os especialistas foram contatados por e-mail, e convidados a participar do estudo. Após o aceite, também por e-mail, cada especialista recebeu um conjunto de arquivos, do qual contavam: (a) um texto introdutório acerca da pesquisa e seus objetivos; (b) o Modelo Preliminar de Retrocomissionamento; e (c) dois arquivos de vídeo, que apresentavam, respectivamente, uma contextualização do trabalho e uma apresentação detalhada do modelo sob avaliação.

O Questionário 01 foi disponibilizado aos participantes por intermédio de um *link*, que o direcionava ao referido questionário, elaborado na plataforma *Google Forms* (Apêndice 3).

O contato com os participantes era realizado semanalmente via e-mail, com o intuito de incentivá-los a participar da pesquisa e estar à disposição para eventuais dúvidas no preenchimento dos questionários. Assim que o especialista registrava sua resposta ao primeiro questionário, o *link* para a segunda rodada era disponibilizado.

Ao final da primeira rodada, 11 participantes registraram suas respostas, que foram tabuladas e analisadas, conforme a seguir.

7.1.1 Rodada 1 (Questionário 01)

Após a apresentação do Modelo para Retrocomissionamento ao grupo de especialistas, esclarecendo suas etapas e atividades, foi possível iniciar a validação do mesmo através do Questionário 01 (Apêndice 03), o qual foi composto por oito (08) questões.

Antes de iniciar as perguntas de validação do modelo, informações como Formação Acadêmica e Especialidade/Cargo foram questionadas, afim de buscar compreender qual o perfil dos profissionais envolvidos com o tema no âmbito nacional.

O objetivo das questões iniciais foi abordar o tema de forma geral, ou seja, após apresentar uma visão global do modelo buscou-se validar com os especialistas o fato do mesmo apoiar a tomada de decisão na gestão dos edifícios públicos existentes no que tange a busca pela melhoria de desempenho dessas edificações. A pertinência do modelo, assim como seus pontos fortes e entraves também foi um ponto levantado no primeiro questionário. Ao final desta rodada buscou-se, através das respostas dos especialistas, levantar benefícios e dificuldades para o emprego do processo de RCx no contexto estudado.

O Questionário 01 foi enviado a 19 especialistas brasileiros na área de Comissionamento de Edifícios. Ao final, 11 especialistas retornaram suas respostas. No Quadro 14 são ilustradas as questões do referido Questionário.

QUADRO 14 – RESUMO DAS QUESTÕES DO QUESTIONÁRIO 01

Questão 01	A inserção do Modelo para Retrocomissionamento proposto, como parte integrante da gestão de edifícios públicos, em especial os existentes, dá suporte à tomada de decisão acerca das intervenções necessárias que visam a melhoria de seu desempenho. <u>Você concorda com essa afirmação?</u>
Questão 02	As práticas correntes para efficientização de edificações públicas existentes possuem lacunas na sua operacionalização e o Modelo de Retrocomissionamento proposto, por ser sistemático e estruturado, auxilia na tomada de decisão acerca das intervenções necessárias que visam a melhoria de seu desempenho. <u>Você concorda com essa afirmação?</u>
Questão 03	O emprego do Modelo para Retrocomissionamento proposto auxilia o processo de diagnóstico de edificações públicas existentes nos projetos de <i>retrofit</i> , tendo em vista que este modelo pode explicar as interações entre todos os fluxos de energia na edificação, além de fornecer um método sistemático para planejar eventuais atualizações necessárias. <u>Você concorda com essa afirmação?</u>
Questão 04	Você concorda que o modelo para Retrocomissionamento proposto é pertinente?
Questão 05	Quais os pontos fortes do Modelo para Retrocomissionamento proposto você citaria, tendo em vista que o mesmo busca dar suporte à tomada de decisão à cerca das intervenções necessárias que visam a melhoria de seu desempenho?
Questão 06	Na sua opinião, quais entraves poderiam dificultar a implementação do modelo?
Questão 07	Quais benefícios você citaria para o emprego do processo de Retrocomissionamento no contexto estudado?
Questão 08	Quais dificuldades você citaria para o emprego do processo de Retrocomissionamento no contexto estudado?

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Conforme apresentado logo abaixo, na Figura 13, com relação à formação acadêmica, os respondentes são na sua maioria engenheiros mecânicos. Isto permite pensar que o processo de comissionamento tem forte vinculação com sistemas mecânicos, como instalações de centrais de ar-condicionado, por exemplo.

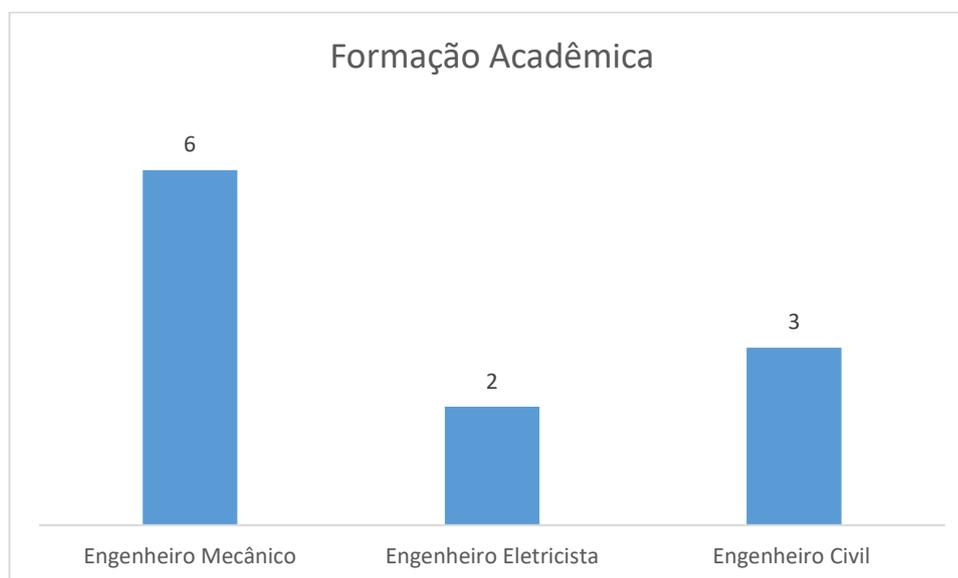


Figura 13 - Formação acadêmica dos especialistas.
Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Dentre as especialidades e cargos dos especialistas que participaram da pesquisa estão diretores de empresas de prestação de serviços de comissionamento, diretores técnicos comerciais, gerentes técnicos de sistemas prediais, especialistas em sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC), especialistas em sistemas prediais, especialistas com certificação *Project Management Professional* (PMP), consultores de Retrocomissionamento, Comissionamento e eficiência energética de sistemas de ar condicionado.

7.1.1.1 Questão 01

A primeira questão apresentada aos especialistas teve como enunciado: “A inserção do Modelo para Retrocomissionamento proposto, como parte integrante da gestão de edifícios públicos, em especial os existentes, dá suporte à tomada de decisão acerca das intervenções necessárias que visam a melhoria de seu desempenho. Você concorda com essa afirmação?”.

Dos 11 especialistas, 09 deles, ou 82%, concordaram totalmente com a afirmação, enquanto os demais 02, ou 18%, concordaram parcialmente com a

afirmação.

Para os especialistas que concordaram plenamente, as principais justificativas apontadas foram: (a) que o modelo fora baseado em referências reconhecidas sobre Retrocomissionamento; todo processo que identifica oportunidades de implementação de medidas de eficiência energética auxilia na melhoria da gestão de edifícios; e que o processo se caracteriza como uma ferramenta de apoio à tomada de decisão.

O Retrocomissionamento é elencado pelos especialistas como um processo eficiente, no qual os métodos são utilizados e podem efetivamente trazer melhorias na operação e desempenho dos sistemas prediais.

Ainda, para os especialistas consultados, a inserção do modelo como parte integrante da gestão de edifícios públicos, em especial existentes, é fundamental para a orientar o levantamento e organização de dados e informações acerca das edificações, para posterior acompanhamento das melhorias ao longo do processo de Retrocomissionamento.

Outro aspecto ressaltado está relacionado às decisões na esfera pública, tendo em vista que muitas vezes podem ser encontrados obstáculos na gestão dos edifícios públicos, que podem ser transpostos pelo emprego de métodos, técnicas e ferramentas como as que compõem o processo de Comissionamento de Edifícios.

Os 02 especialistas (18%) que concordaram parcialmente com a afirmativa não expuseram seus argumentos para tal resposta.

7.1.1.2 Questão 02

A segunda questão apresentada foi: *“As práticas correntes para efficientização de edificações públicas existentes possuem lacunas na sua operacionalização e o Modelo de Retrocomissionamento proposto, por ser sistemático e estruturado, auxilia na tomada de decisão acerca das intervenções necessárias que visam a melhoria de seu desempenho. Você concorda com essa afirmação?”*.

Novamente, dos 11 especialistas respondentes, 82% concordaram totalmente com a afirmação, enquanto os 18% restantes afirmaram concordar parcialmente com a frase.

Entre os comentários registrados para esta questão, foi apontado pelos especialistas que as práticas correntes para melhoria da eficiência energética de

edifícios e/ou instalações industriais baseia-se na substituição de equipamentos individuais (*chillers*, bombas, torres etc.), sem que haja preocupação com o desempenho do sistema como um todo.

Os especialistas apontaram que, para a eficácia de um programa de melhorias, deve-se considerar a integração de novos equipamentos com os sistemas a que se integrarão, bem como os respectivos sistemas de controle e monitoramento.

Conforme a *Environmental Protection Agency* (2007), a implementação do processo de Retrocomissionamento por fases, possibilita explicar as interações entre todos os fluxos de energia em um edifício e produz um método sistemático para planejar atualizações que aumentam a economia de energia.

Assim sendo, as respostas dos especialistas e as referências utilizadas convergem no sentido de que existe uma oportunidade de inserção do processo de Retrocomissionamento na gestão dos edifícios públicos existentes na busca por processos estruturados e sistemáticos que operacionalizam e auxiliam a tomada de decisão acerca das intervenções necessárias que visam a melhoria do desempenho dessas edificações.

Para os especialistas, processos estruturados associados a ferramentas que auxiliam na criação de oportunidades para melhorar a gestão de edifícios existentes, bem como diminuir prazos de retorno de investimento, incluindo a informação do grau da intervenção e os custos envolvidos são muito mais eficientes que propostas isoladas.

Ainda, mesmo que a implementação de um modelo de retrocomissionamento seja importante, o acompanhamento contínuo é fundamental para a manutenção das melhorias e do desempenho energético da edificação. A fase de comissionamento contínuo proposta no modelo está focada na persistência em manter os sistemas prediais operando da maneira mais eficiente, o que vai ao encontro do posicionamento externado pelos especialistas.

Em particular, um dos especialistas ponderou que os programas de eficiência energética existentes, principalmente o PBE EDIFICA, obrigatório para edificações públicas federais novas, exigindo o nível A de eficiência, também para edifícios que sofrem *retrofit*, não faz qualquer menção ao processo de comissionamento, ou ao comissionamento contínuo ou retrocomissionamento.

Nesse sentido, ainda segundo o mesmo especialista, esses processos são

fundamentais e base na orientação de procedimentos e atividades necessárias para a obtenção de desempenho das edificações, inclusive na certificação pelo PBE EDIFICA.

Por fim, os especialistas ressaltaram que se deve entender que muitos dos problemas de operação e falhas de desempenho dos sistemas prediais são oriundos da fase de projeto, execução e operação inicial dessas edificações, que não foram comissionadas ou nas quais o processo de comissionamento foi simplesmente procedural.

Os 02 especialistas (18%) que concordaram parcialmente com a afirmativa não expuseram seus argumentos para tal resposta.

7.1.1.3 Questão 03

A terceira questão do questionário 01 foi: *“O emprego do Modelo para Retrocomissionamento proposto auxilia o processo de diagnóstico de edificações públicas existentes nos projetos de retrofit, tendo em vista que este modelo pode explicar as interações entre todos os fluxos de energia na edificação, além de fornecer um método sistemático para planejar eventuais atualizações necessárias. Você concorda com essa afirmação?”*.

Nessa questão, 82% dos especialistas concordaram totalmente com a afirmação, enquanto os 18% restantes concordaram parcialmente.

Os especialistas ressaltaram que a gestão energética de uma edificação, por meio da implementação de melhorias de forma organizada e levando em consideração a interação entre essas propostas de intervenção sempre produz resultados positivos. A título de exemplo, cita um dos especialistas, uma mudança de fachada em uma edificação, visando a redução de carga térmica, traz resultados expressivos na redução do uso de ar-condicionado.

Foi ressaltado pelos especialistas, que o Modelo pra Retrocomissionamento proposto tem caráter analítico, preciso e com procedimentos de implantação claros. Para os especialistas, o processo de retrocomissionamento pode auxiliar muito na criação de procedimentos para levantamentos diagnósticos e para a melhoria de desempenho.

Ainda, foi ressaltado que, a rigor, para o projeto de *retrofit* de equipamentos ou sistema é fundamental o desenvolvimento prévio do processo de RCx, em que seja

possível realizar uma análise completa dos sistemas, a fim de identificar as correções necessárias e oportunidades de melhorias.

Embora, atualmente, muitos acreditem que a simples substituição de um equipamento de baixo desempenho por um novo, de alto desempenho, seja a solução definitiva. Porém, os especialistas apontam que, na prática, tem se verificado que o novo equipamento, quando em operação, não atinge o desempenho esperado, justamente porque os demais problemas existentes da instalação limitam a sua operação eficiente.

Os 02 especialistas (18%) que concordaram parcialmente com a afirmativa não expuseram seus argumentos para tal resposta.

7.1.1.4 Questão 04

A quarta questão perguntava: *“Você concorda que o modelo para Retrocomissionamento proposto é pertinente?”*.

Nesta questão, 82% dos especialistas responderam que concordavam totalmente, enquanto 18% que concordavam parcialmente.

Para os especialistas, o processo de Retrocomissionamento é uma boa solução para qualquer edificação, assim como para edifícios públicos, tendo em vista que o mesmo pode apoiar a tomada de decisão.

O Modelo para Retrocomissionamento proposto foi apontado como pertinente pois, segundo os participantes, é baseado em normas e guias de sucesso e traz soluções testadas e aprovadas. Além disso, os especialistas citam que o modelo é direto e simplificado, facilitando sua aplicação, especialmente no contexto dos empreendimentos públicos.

Para os especialistas, trata-se de um modelo básico dentro do conceito de RCx aplicado em várias normas internacionais. Para os mesmos, o RCx é um método bem conhecido e por anos tem se provado positivo.

Os 02 especialistas (18%) que concordaram parcialmente com a afirmativa não expuseram seus argumentos para tal resposta.

7.1.1.5 Questão 05

A quinta questão indagou: *“Quais os pontos fortes do Modelo para Retrocomissionamento proposto você citaria, tendo em vista que o mesmo busca dar*

suporte à tomada de decisão acerca das intervenções necessárias visando a melhoria do desempenho da edificação?”.

De forma geral, os pontos fortes do Modelo para Retrocomissionamento citados pelos especialistas foram:

- a) modelo analítico e detalhado, com enfoque sistêmico;
- b) possui uma sequência lógica de atividades;
- c) estabelece uma relação clara entre fontes (origens) e aplicações (destinos);
- d) possibilita a identificação de pontos de modernização com a eficiência em foco;
- e) envolve todas as partes interessadas;

Um ponto forte citado pelos especialistas é que o modelo é analítico e detalhado, com enfoque sistêmico. Ainda segundo os especialistas, a sequência lógica de atividades, as quais conduzem a uma avaliação mais apurada da instalação como um todo (equipamentos, sistemas integradores e automação) é também um ponto de robustez do modelo.

Para os especialistas, o modelo possui uma linha de pensamento e raciocínio lógica, com todas as etapas, agentes e processos bem definidos e explicados, o que é visto como um ponto forte do modelo.

Outro ponto forte do modelo citado pelos especialistas é que o mesmo se propõe a relacionar as fontes (origens) e aplicações (destinos) dos usos de energia, rastreando possíveis desperdícios e oportunidades de melhorias.

Os especialistas apontam que através do modelo é possível realizar ajustes dos equipamentos existentes para a nova realidade da edificação, assim como identificar pontos de modernização com a eficiência em foco, sendo esse um ponto forte do modelo.

A proposta de envolver todas as partes interessadas no processo de Retrocomissionamento foi vista como um diferencial do modelo, e essa questão foi apontada como uma boa prática a ser implementada nos processos de gestão dos edifícios públicos existentes. Além disso, foi apontado como um ponto forte a interação com os usuários e com a equipe de operação e manutenção, tendo em vista que os últimos são os verdadeiros conhecedores do edifício.

Com relação às fases e atividades propostas no Modelo para Retrocomissionamento, os especialistas citam os seguintes pontos fortes:

- a) os estudos da fase de viabilidade;
- b) a elaboração do Plano de RCx e Reunião Inicial do projeto durante a fase de Planejamento;
- c) a fase de levantamento de informações.

Para alguns especialistas, os estudos da fase de viabilidade são o principal ponto forte do modelo proposto, pois é a fase mais importante de todo o processo. Outros citam que a elaboração do Plano de RCx e Reunião Inicial do projeto durante a fase de Planejamento, são pontos cruciais do processo.

Para outros especialistas, o ponto de maior importância e destaque do processo de retrocomissionamento é a fase de levantamento de informações, pois é nesse momento que fica muito claro como o processo é muito importante, já que se levanta todas as informações dos projetos originais, das condições das alterações dos projetos e dos sistemas, das condições operacionais e de desempenho dos equipamentos e da forma de manutenção dos sistemas e equipamentos.

7.1.1.6 *Questão 06*

A sexta questão abordou: “*Na sua opinião, quais entraves poderiam dificultar a implementação do modelo?*”.

De forma geral, os entraves que poderiam dificultar a implementação do Modelo para Retrocomissionamento citados pelos especialistas foram:

- a) falta de conhecimento acerca do processo de RCx e seus benefícios;
- b) falta de cultura;
- c) complexidade do modelo;
- d) falta de conhecimento no que diz respeito a edificação a ser Retrocomissionada e seus sistemas prediais;
- e) burocracia do setor público;
- f) falta de recursos;
- g) despreparo das equipes de operação e manutenção das edificações públicas;
- h) falha na concepção e execução de projetos no setor público;
- i) custos e tempo de retorno.

Segundo os especialistas, assim como o processo de Comissionamento, o Retrocomissionamento também é pouco conhecido no mercado brasileiro, tendo em vista que o mercado da construção não conhece o Processo de Comissionamento,

mas sim o Comissionamento de Testes, fazendo com que incorporadores e proprietários não enxerguem valor nesse tipo de serviço.

Segundo Grondzik (2009) o comissionamento não é uma fase adicional de um projeto, não é um evento de teste isolado, não é TAB (teste, ajuste, balanceamento), não é a partida do equipamento, o comissionamento provavelmente envolverá TAB, inicialização de equipamentos e testes de vários tipos, mas estes são apenas uma parte de todo o processo de comissionamento, uma vez que ocorre em todas as fases de um projeto.

A falta de cultura dos entes envolvidos foi um ponto levantado pelos especialistas como entrave para aplicação do Modelo proposto. Ainda segundo eles, esse ponto combinado com a complexidade do modelo implica em risco de insucesso.

No caso de prédios existentes, determinados consumos de energia podem ser desconhecidos ou mesmo ignorados, segundo os especialistas, o que também pode ser um entrave para a aplicação do Modelo. Nesse sentido, é necessário um levantamento detalhado, mas deve-se equilibrar o quão profundo e detalhado este será, a fim de não tornar o processo dispendioso e desestimular a continuidade do trabalho. Para os especialistas, pequenas medidas com resultados de curto prazo podem motivar a equipe de levantamento de dados.

Segundo os especialistas, a falta de recursos para execução pode representar um entrave para a implementação do modelo. Além disso, os mesmos argumentam que a equipe responsável pela operação em um edifício público é, em geral, despreparada, pois os contratos de operação e manutenção são muito restritos e administrados por pessoal sem capacitação técnica.

A legislação que governa a tomada de decisão nas esferas públicas, segundo os especialistas, pode ser um obstáculo não somente para a contratação do Retrocomissionamento, como também para sua aplicação. A burocracia do setor público é citada como um possível entrave para a implementação do processo.

Segundo os especialistas, um dos grandes desafios do RCx relaciona-se ao fato de que os projetos, desde a sua concepção, são falhos e as instalações são, em geral, mal executadas, algo recorrente, segundo a experiência dos especialistas, em prédios públicos.

Outro entrave, diz respeito à falta de conhecimento acerca dos sistemas prediais. Nesse sentido, o conceito de que operar é “fazer funcionar” e de que manter

é "manter funcionando" é um dos grandes problemas da operação e manutenção desses sistemas.

Por mais que se tente melhorar o desempenho de equipamentos, se não houver consciência de que o projeto precisa ser repensado, o resultado do RCx pode ser frustrante. Ainda segundo os respondentes, para repensar o projeto há que se verificar as premissas de projeto dos sistemas e fazer um processo de investigação e análise muito detalhado.

O Método, por si só, não é suficiente para a obtenção de resultados efetivos. É fundamental, ainda, que os profissionais envolvidos no processo possuam expertise para a implementação do RCx. Isto significa, profissionais que possam analisar criticamente o projeto e a instalação (pensar "fora da caixa"), entendendo o funcionamento atual do sistema, as limitações dos controles, os parâmetros eventualmente mal ajustados, e os esforços (algumas vezes improvisações) dos operadores, no esforço de manter o sistema em operação.

Para os especialistas, a proximidade aos operadores é um dos aspectos mais importantes no processo, significando uma oportunidade de troca, na qual se aprende com os operadores e é possível ensiná-los, a partir de conceitos - e não com dogmas. Assim, se o RCx for entendido como um método que se resume a leitura e aplicação de prescrições disponíveis em manuais, corre-se o risco de tornar o processo burocrático, sem resultados efetivos.

Ainda, incorporadores e proprietários entendem que o RCx trará grandes despesas a curto prazo, mas não enxergam o enorme benefício a longo prazo, como desempenho, segurança e valorização imobiliária das edificações (no caso de edificações privadas).

Os custos de implementação e o tempo de retorno podem ser um entrave para a aplicação do modelo. Contudo, esse e os demais entraves apresentados podem ser contornados por um plano de retrocomissionamento flexível e ajustável a diferentes realidades.

7.1.1.7 Questão 07

A sétima questão perguntou: "*Quais benefícios você citaria para o emprego do processo de Retrocomissionamento no contexto estudado?*".

Para os especialistas, o Processo de Retrocomissionamento é o único

processo estruturado para a correta avaliação de uma instalação de forma sistêmica, não apenas de equipamentos, de forma isolada. Ainda, segundo os respondentes, a aplicação do Processo de RCx possibilita ganhos reais, como economia de energia, aumento do conforto do usuário, aumento da disponibilidade das instalações e retorno financeiro.

Entre os benefícios citados, estão o controle das condições de operação do sistema comissionado (e suas partes constituintes), a economia resultante das melhorias na operação do sistema e o aumento da qualidade do serviço entregue pelo sistema comissionado.

Além de trazer as instalações às condições previstas no projeto inicial, a aplicação do Retrocomissionamento traz benefícios ao fornecer uma abordagem prática para a operação cotidiana, a possibilidade de identificar melhorias na operação, além de possíveis medidas de *retrofit*.

Entretanto, segundo os especialistas, que não se deve pensar exclusivamente em termos de desempenho energético, uma vez que se pode concluir, após a implementação do processo de RCx, que a melhor forma de reduzir o consumo pode ser por meio do desligamento de um sistema, como o de ar-condicionado, por exemplo.

Para os especialistas, os benefícios são muitos, desde que se defina, ou que se saiba definir, os objetivos finais do processo. No contexto estudado, segundo os mesmos, em que se busca a melhoria do desempenho dos sistemas prediais, um dos principais benefícios pode ser a melhoria do conforto ambiental de forma mais ampla (não apenas conforto térmico), envolvendo, por exemplo, qualidade do ar interno, iluminação, entre outros). Nesse sentido, o RCx pode contribuir para uma visão mais ampla do sistema, e as ações necessárias para atingir os índices de conforto ambiental pretendidos.

Para os especialistas, a melhoria de desempenho dos sistemas prediais, atendendo às expectativas dos *stakeholders* do empreendimento, a segurança contra riscos de acidentes (incêndio, elétrico, estrutural etc.), são benefícios advindos do processo, que, além disso, proporcionam qualidade interna e bem-estar aos ocupantes e por consequência valorização do imóvel.

O uso racional da energia, a redução de consumo energético, o aumento do desempenho energético, direcionando recursos para equipamentos específicos, uso

racional de equipamentos consumidores de eletricidade, como, por exemplo, condicionadores de ar, e aumento do conforto, térmico, visual e sonoro, são apontados pelos especialistas como benefícios advindos da aplicação do Processo de RCx.

Outros benefícios são a confiabilidade operacional, melhorias no Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOCs)¹⁴, mais conhecimento agregado às equipes de O&M, menos reclamações dos usuários (ambientes mais confortáveis) e, em contrapartida, maior eficiência energética (que nem sempre significa redução na conta de energia), foram pontos levantados pelos especialistas como benefícios do processo de RCx.

7.1.1.8 *Questão 08*

A última questão apresentada aos especialistas foi: “*Quais dificuldades você citaria para o emprego do processo de Retrocomissionamento no contexto estudado?*”.

A falta de conhecimento e de comprometimento do proprietário (edifício público), a falta de recursos para reforma e/ou substituição de sistemas integradores (dutos, sistemas de controle, atualização de instalações), a resistência dos clientes internos (servidores públicos), quanto a necessidade de mudar de local trabalho, a fim de permitir a execução de reformas e ou adaptações dos sistemas, por exemplo, foram algumas dificuldades citadas pelos especialistas.

No campo profissional, a falta de reconhecimento e interesse da academia (ensino de engenharia e arquitetura) acerca do tema, que tem sido pouco explorado na formação profissional.

Ainda, o conflito de interesses entre prestadores de serviço de comissionamento e gerentes de instalações, também foi uma das dificuldades citadas pelos especialistas. Segundo os respondentes, esse conflito não deveria existir, uma vez que as atividades são complementares, tendo como objetivo promover melhoria contínua, e não competem entre si. Porém, segundo a experiência dos especialistas, os gestores de facilidades acabam omitindo informações sobre o processo de comissionamento para os proprietários.

¹⁴ É o conjunto de documentos em que constam todos os dados da edificação, do sistema de climatização, do responsável técnico, bem como procedimentos e rotinas de manutenção comprovando sua execução.

Outra dificuldade encontrada para o emprego do processo é vencer a desconfiança das equipes de operação e manutenção, não estão acostumadas ao processo e detentoras de vícios operacionais difíceis de serem mudados.

No que concerne à implantação do método de forma ampla, a maior dificuldade se relacionaria à falta de profissionais com o conhecimento necessário para conduzir o RCx da maneira correta, técnica e não apenas procedural. Esta limitação, segundo os especialistas, não é exclusiva do Brasil, acontecendo o mesmo nos EUA.

Para os respondentes, o Modelo considera que a liderança do processo seja do "proprietário do edifício", em algumas de suas etapas. Entretanto, a partir de experiências prévias em edifícios públicos, esta figura (proprietário) não existe na prática.

Ainda, no que diz respeito ao contexto de aplicação do modelo, toda decisão a ser tomada no âmbito do serviço público depende de uma legislação extensa e normalmente complicada, o que poderia causar dificuldades na implementação do processo.

A visão de que o comissionamento represente um custo é um entrave, tanto na esfera pública como na iniciativa privada. Isto acontece porque, geralmente, não são considerados benefícios a longo prazo. A dificuldade está em explicar que, apesar dos custos de implementação, o processo pode trazer muitas economias ao longo da vida útil do sistema.

Em especial, o alto custo do levantamento do estado atual do edifício foi uma dificuldade apontada relativamente aos custos de implementação, o que pode inviabilizar medidas de melhoria, em função de restrições orçamentárias, infraestrutura ou mão de obra necessários para sua consecução.

7.1.2 Rodada 2 (Questionário 02)

O questionário 02 foi enviado aos 11 especialistas que participaram na Rodada 1, sendo que 09 desses responderam à Rodada 2. Ao todo, 14 questões fizeram parte do questionário. Os procedimentos de envio dos questionários foram os mesmos já descritos para a rodada anterior. O Questionário 02 encontra-se no Apêndice 04, deste trabalho.

7.1.2.1 Questão 01

A primeira questão apresentada aos especialistas teve como enunciado: “*Na sua opinião, qual o papel do processo de Retrocomissionamento nos projetos de Retrofit?*”.

Para os especialistas, em projetos de *retrofit* o Retrocomissionamento é fundamental para o levantamento das condições originais do projeto, de modo a verificar a viabilidade das alterações a serem propostas, ou seja, avaliar as potencialidades da instalação existente e as oportunidades de melhorias para o *Retrofit*.

Além disso, os respondentes apontam que o RCx é um importante instrumento de apoio para obter os melhores resultados possíveis e assegurar que os requisitos determinados no início do processo sejam atendidos.

O retrocomissionamento é fundamental para o entendimento dos requisitos de projeto e verificação da operação atual, assim como para a investigação de quais necessidades dos usuários e da equipe de operações e manutenção foram atendidas, quais ações não funcionaram e quais ações ainda precisam ser atendidas para a atual operação, apontam os respondentes.

Segundo os especialistas, um Processo de RCx bem executado irá indicar o que precisa ser corrigido e melhorado, desencadeando um eventual processo de *Retrofit*. Os participantes apontam que em sistemas novos (com menos de 10 anos), dificilmente um *retrofit* será requerido ou viável (especialmente dos *chillers*, ou unidades VRF, ou de expansão direta, em sistemas de ar-condicionado e refrigeração), mas o Retrocomissionamento pode e é sempre recomendado para todos os edifícios existentes.

Um RCx bem executado irá produzir um plano de ação viável, com pequenas intervenções no sistema, com baixo custo de implementação, sem necessidade de

Retrofit de equipamentos, exceto se estiverem realmente avariados ou tenham sido erroneamente dimensionados, com resultados muito positivos, incluindo a melhoria da eficiência energética.

Os especialistas citam que não é ideal vincular RCx com *Retrofit*, tendo em vista que dentro de um processo de *Retrofit* se alguém pensa no RCx, este terá grande chance de ser apenas um relatório para corroborar o *Retrofit*. Ainda sob essa ótica, segundo a *expertise* dos especialistas, normalmente quem oferece o *Retrofit* são fabricantes de equipamentos, com o interesse de vendê-los. Assim, o correto seria pensar primeiro em realizar um RCx, para depois realizar os *retrofits* decorrentes.

7.1.2.2 Questão 02

A segunda questão apresentada foi: “*No seu dia a dia, você observa que projetos de Retrocomissionamento geram demanda por Retrofit ou projetos de Retrofit demandam a aplicação do processo de Retrocomissionamento?*”.

Para alguns especialistas, o Retrocomissionamento acaba gerando demanda de *Retrofit*, ainda que de forma tímida.

Outros apontam que o fluxo acontece nos dois sentidos, quando já se tem conhecimento da necessidade de *retrofit*, o comissionamento garante a fiel instalação do projeto, quando não se tem, identifica as novas demandas.

Alguns especialistas apontam que o processo de retrocomissionamento deve vir antes do *retrofit*, o que pode ser determinante para a não realização do *retrofit*.

Os especialistas apontam que o RCx é muito mais amplo do que simplesmente um relatório que indicará o *Retrofit*. Nesse sentido, os melhores resultados de RCx seriam obtidos em sistemas novos, com equipamentos eficientes, sistemas automatizados (por exemplo, edifícios com selos de certificação de sustentabilidade), mas que não foram comissionados (ou que tiveram o "Cx pra LEED" - apenas procedural). Nesses casos, o tempo para retorno do investimento será muito reduzido.

Porém, os especialistas apontam que o *Retrofit* é muito mais conhecido e praticado. Quando o *retrofit* demanda o RCx, dificilmente o RCx trará um resultado tão bom, se fosse o contrário. Para os especialistas a mudança cultural deveria acontecer nesse sentido, inverter a ordem dos processos, para obter o melhor resultado do processo de Retrocomissionamento, indicando eventuais *retrofits* de equipamentos, o que traria possibilidades viáveis de melhoria, sem necessariamente a obrigação de

grandes investimentos, o que é típico do processo de *Retrofit*.

7.1.2.3 Questões 03 e 04

Sobre a Fase de Viabilidade do modelo, as questões 03 e 04 tiveram como objetivo colher a opinião dos especialistas sobre esta fase específica. Assim, a questão 03 indagava: “*Diante da Fase de Viabilidade ilustrada na figura abaixo, quais atividades você acrescentaria ou removeria para refinar o modelo proposto?*” (a figura ilustrando a fase foi apresentada no questionário). No mesmo sentido, a questão 04 propôs a seguinte pergunta: “*Na sua opinião, qual a importância dessa Fase no Processo de Retrocomissionamento?*”.

Um dos especialistas apontou que a definição (contratação) do responsável pelo comissionamento deve ser realizada antes da definição dos objetivos, pois este responsável, ou equipe responsável, poderá definir melhor os objetivos (OPR/CFR) em conjunto com o proprietário.

Outro especialista apontou que a análise da viabilidade do RCx é dependente das metas propostas pelo proprietário, sugerindo uma inversão na ordem dessas atividades no modelo, ou seja, primeiro avaliar a edificação, reavaliar metas, para depois avaliar a viabilidade do RCx (ou mesmo a necessidade de um *Retrofit*).

Um dos especialistas sugeriu que antes da visita à edificação, os projetos existentes deveriam ser apresentados e avaliados, contribuindo para qualificar a visita.

Três especialistas não apontaram nenhuma modificação.

Um dos especialistas apontou que a fase de Viabilidade, como apresentada, é típica de RCx vinculado a processos de *Retrofit*. Segundo este, um RCx sem vínculo com o processo de *Retrofit* só seria inviável se o sistema estivesse em perfeitas condições, o que, segundo sua experiência, não é habitual, ou se o cliente não tiver recursos para realizar a fase de Investigação e Análise do RCx.

Todos os especialistas concordaram que essa fase é primordial para o RCx, pois é a fase na qual todas as premissas são definidas.

Para os especialistas, a Fase de Análise de Viabilidade é fundamental para definir o custo-benefício de cada alteração proposta, assim como garantir a efetividade e viabilidade da implementação da modificação.

Para um dos especialistas, essa fase pode ser aplicada para verificar a viabilidade de um processo de *Retrofit*, porém, seria lamentável abandonar o RCx, por

conta da inviabilidade do *Retrofit*. Segundo o especialista, mesmo que o *Retrofit* visando economia de energia não seja viável, esse pode ser viável por vários outros resultados não vinculados à conta de energia, tendo em vista que, no caso do HVAC, por exemplo, economia de energia não é a razão de ser do sistema, aponta o especialista.

7.1.2.4 Questões 05 e 06

As questões 05 e 06 tiveram como foco a Fase de Planejamento. A questão 05 perguntava: *“Diante da Fase de Planejamento ilustrada na figura abaixo, quais atividades você acrescentaria ou removeria para refinar o modelo proposto?”* (a figura ilustrando a fase foi apresentada no questionário). Já a questão 06 propôs: *“Na sua opinião, qual a importância dessa Fase dentro do Processo de Retrocomissionamento?”*.

A importância dessa Fase se dá pelo fato de que é nessa fase que são definidas as principais atividades, apontou um dos especialistas. Outro especialista afirmou que é nesta fase que se deve planejar o processo, reduzindo custos e retrabalhos.

A Fase de Planejamento une o estado atual ao estado futuro, que se pretende. Sem esta fase o RCx é somente um compilado de ideias possíveis, citou um dos especialistas. A Fase de Planejamento propõe a organização que torna o processo viável, pois mais importante do que atingir o objetivo, é saber o caminho que deve ser percorrido.

Para um dos especialistas, esta é a Fase mais importante no processo de RCx. Outro citou que essa fase é a "alma" do processo, pois o resultado do RCx dependerá da importância que as partes interessadas darão ao Plano de RCx.

A rigor, uma vez que o Plano RCx deva ser um documento "vivo", durante todo o Processo de RCx, essa fase percorre todo o processo, segundo um dos especialistas. Em especial, ainda segundo o mesmo especialista, durante a fase de Investigação e Análise, quanto melhores forem o Plano de RCx e a condução da Fase de Investigação e Análise, mais o Plano de RCx será alterado, melhorado, expandido ou, até mesmo, reduzido, com intervenções eliminadas, por terem sido consideradas desnecessárias.

Segundo um dos especialistas, uma vez que a maioria dos sistemas não possui um conjunto de dados históricos adequado, com dados suficientes para que se possa

verificar o desempenho real do sistema, a obtenção de dados de 12 meses de operação do sistema quase sempre se resume às contas de energia e abastecimento de água, fato que pode levar a conclusões errôneas sobre o sistema, devido à escassez de informações.

Mesmo que o sistema seja automatizado, a maioria dos sistemas não registra dados históricos orientados ao desempenho dos sistemas, segundo um dos especialistas consultados. Ainda, no caso de sistemas de HVAC, muito mais do que o consumo de energia e água, a eficiência (COP) dos equipamentos, o perfil de carga térmica, o perfil de temperatura do ar (TBS) e umidade relativa nos ambientes, o perfil da temperatura do ar exterior, o perfil da temperatura de água de resfriamento na saída das torres, o perfil de ocupação dos pavimentos, o histórico de reclamações sobre desconforto nos ambientes são informações imprescindíveis.

Ainda, sobre o exemplo supracitado, o mesmo especialista sugeriu a realização de um período de coleta de dados reais durante esta fase, postergando a continuidade do processo de RCx por até 7 meses, abrangendo inverno, primavera e verão, por exemplo, ou até 12 meses, coletando dados de todas as estações do ano. Para tanto, seria necessária a reconfiguração no sistema supervisório, para o registro dos dados necessários e até, se necessário, a inclusão de alguns instrumentos de coleta de dados em campo.

A Medição e Verificação inicial de desempenho são atividades muito importantes, porém, na maioria dos casos o produto dessas atividades possui poucas informações, resumindo-se às contas de energia e água. Se não houver tempo para uma coleta adequada, o especialista orientou para a possibilidade de realizar o levantamento na Fase de Investigação e Análise, o que poderá acarretar o aumento do prazo de realização desta fase.

7.1.2.5 Questões 07 e 08

As questões 07 e 08 visaram a Fase de Investigação e Análise. A questão 07 perguntava: *“Diante da Fase de Investigação e Análise ilustrada na figura abaixo, quais atividades você acrescentaria ou removeria para refinar o modelo proposto?”* (a figura ilustrando a fase foi apresentada no questionário). No mesmo sentido, a questão 08 propôs a seguinte reflexão: *“Na sua opinião, qual a importância dessa Fase dentro do Processo de Retrocomissionamento?”*.

Dois especialistas apontaram a necessidade de customização desta fase caso-a-caso, ou seja, seria necessário entender a especificidade de cada projeto, considerando que o modelo apresentado é genérico. Assim, os mesmos especialistas sugeriram que pode ser necessário realizar algumas adaptações, em função de características próprias de cada edificação.

Para um dos especialistas, o processo está muito focado na eficiência energética e conseqüentemente em economia de recursos. Entretanto, o mesmo especialista apontou a existência de outros pontos importantes, como, por exemplo, controles de acessos que precisam ser modernizados e não necessariamente trarão economias.

Três especialistas consultados não apontaram nenhuma modificação necessária.

Outro especialista ressaltou a importância das atividades de campo. Neste sentido, essa fase precisa ser tratada de maneira detalhada e exaustiva, o que exige tempo e conhecimento teórico e prático sobre o tipo de sistema analisado. Ainda, segundo o mesmo especialista, os operadores são os principais aliados nesta fase, porém é necessário filtrar algumas informações fornecidas pelos mesmos.

Um dos especialistas cita dois requisitos para esta fase e para todo o processo de RCx: *expertise* do provedor de Cx em psicologia e o benefício da dúvida, ou seja, deve-se duvidar de tudo, dos projetos, de toda documentação existente, dos depoimentos das equipes de O&M, dos usuários, dos gerentes, dos valores disponíveis no sistema supervisorio, dos instrumentos próprios da equipe de RCx, do que se vê, pois talvez não se esteja vendo tudo, e até dos próprios conceitos, pois talvez, por serem limitados, conduzam a conclusões equivocadas.

Para um dos respondentes, essa é a fase mais importante do processo, já que haverá melhor investigação e detalhamento dos sistemas, além da verificação de desempenho. No caso de uma coleta de dados de baixa qualidade, o especialista complementa, as análises serão distorcidas e podem ser equivocadas, como, por exemplo, no caso de medições de vazão de ar sem critérios, que podem carregar consigo inúmeros erros, aumentando a possibilidades de intervenções que levem a custos desnecessários.

Para um dos especialistas, nessa fase tudo acontece e tudo é revelado. Em suma, deve-se considerar que esta fase irá tomar a maior parte do tempo do processo,

cita um dos especialistas, e que contratempos dos profissionais envolvidos não podem acarretar em aumento de tempo de execução do processo.

7.1.2.6 Questões 09 e 10

Sobre a Fase de Implementação, a questão 09 perguntou: “*Diante da Fase de Implementação ilustrada na figura abaixo, quais atividades você acrescentaria ou removeria para refinar o modelo proposto?*” (novamente, a figura ilustrando a fase foi apresentada no questionário). Já a questão 10 indagou: “*Na sua opinião, qual a importância dessa Fase para o Processo de Retrocomissionamento?*”.

Um dos especialistas afirmou que acrescentaria o retorno ao desenvolvimento do Plano de Implementação, caso o mesmo não seja aprovado, assim como o retorno do processo, caso os resultados da Fase de Implementação não sejam atendidos. Segundo o mesmo especialista, essa fase é importante para o acompanhamento das intervenções e verificação dos resultados.

Para outro especialista, normalmente nesta fase há grande participação de terceiros, os fornecedores das soluções, e esses deveriam estar inseridos no processo.

Quatro especialistas não apontaram nenhuma modificação necessária.

Um dos especialistas ressaltou que, assim como todas as fases do processo, esta é uma fase crítica, pois caso as implementações não atendam aos requisitos de qualidade, os resultados podem ficar abaixo do esperado. Outro aponta que além de implantar as medidas é fundamental medir suas efetividades pois esta é a fase onde se materializa tudo que foi planejado.

7.1.2.7 Questões 11 e 12

Sobre a Fase de Transferência e Acompanhamento, a questão 11 foi: “*Diante da Fase de Transferência e Acompanhamento ilustrada na figura abaixo, quais atividades você acrescentaria ou removeria para refinar o modelo proposto?*” (a figura ilustrando a fase foi apresentada no questionário). A fim de ampliar a discussão, a questão 12 propôs: “*Na sua opinião, qual a importância dessa Fase dentro do Processo de Retrocomissionamento?*”.

Para um dos especialistas, a equipe de operação e manutenção precisa participar no desenvolvimento dos Manuais de Sistemas, além de validá-los. Além

disso, é necessário inserir uma etapa de avaliação do treinamento, na qual deverá haver novos treinamentos, caso a equipe apresente baixo desempenho/entendimento ou o treinamento não tenha tido eficácia.

O mesmo especialista, que na questão anterior sugeriu a inserção de terceiros na Fase de Implementação, recomendou inseri-los também nesta fase.

Quatro especialistas não apontaram nenhuma modificação.

Para um dos especialistas a Fase de Transferência e Acompanhamento é importante, principalmente pela elaboração da documentação dos manuais e treinamentos da equipe de O&M. No mesmo sentido, outro especialista citou que o treinamento adequado das equipes de operação e manutenção e a entrega de uma documentação clara de todo trabalho desenvolvido é fundamental para a obtenção dos benefícios esperados.

A equipe de Operação e Manutenção será fundamental para a manutenção dos benefícios das ações implementadas, sendo fundamental que seus membros saibam medir, avaliar, operar e controlar a edificação, conforme um especialista consultado.

Um dos especialistas aponta que essa Fase é a mais negligenciada do RCx, embora requeira muita disciplina, pois é quando acontece a “passagem de bastão”. Uma avaliação das equipes de O&M, para verificar se possuem capacitação adequada para seguir operando o sistema de maneira adequada foi apontada como algo importante, o que também se aplica aos fornecedores de serviços de manutenção dos equipamentos.

7.1.2.8 Questões 13 e 14

Concluindo a rodada 2, as questões 13 e 14 trataram da Fase de Comissionamento Contínuo. A questão 13 perguntou: *“Diante da Fase de Comissionamento Contínuo ilustrada na figura abaixo, quais atividades você acrescentaria ou removeria para refinar o modelo proposto?”* (a figura ilustrando a fase foi apresentada no questionário). A fim de ampliar a discussão, a questão 14 questionou: *“Na sua opinião, qual a importância dessa Fase dentro do Processo de Retrocomissionamento?”*.

Um dos especialistas sugeriu a inclusão de atividades de checagem de indicadores de desempenho e retroalimentação de informação relevantes no processo de comissionamento contínuo.

Quatro especialistas não apontaram nenhuma modificação. Um deles ressaltou que, ainda que o modelo da Fase seja muito simples, o mesmo atende, de forma geral, os objetivos da fase no processo de RCx.

Para um dos especialistas, o Comissionamento Contínuo deve ser entendido como a continuidade de todo o processo, ou um recomeço a partir do que foi planejado e implementado anteriormente.

Um dos especialistas citou que a Fase de Comissionamento Contínuo é importante para manter o desempenho esperado dos sistemas, bem como a atualização constante da documentação e do treinamento da equipe de O&M. A edificação deve ser continuamente avaliada para manutenção dos benefícios, apontou um dos especialistas.

Para a operação da instalação esta é uma fase muito interessante, para que não se percam os ganhos do processo de Retrocomissionamento, cita outro especialista.

Um dos especialistas, contudo, considerou que essa fase pode ser considerada como um item opcional. Em edificações mais complexas, como laboratórios farmacêuticos, hospitais, *datacenters*, por exemplo, o Comissionamento Contínuo pode ser mais adequado do que em edifícios comerciais, menos complexos. Eventualmente, pode-se considerar a sua continuidade após um período de operação do sistema renovado ou a aplicação de um novo RCx, após um intervalo de aproximadamente 7 anos.

Os processos de Retrocomissionamento e de Comissionamento Contínuo são fundamentais para manter e prolongar a vida útil de qualquer empreendimento, não só relativo aos sistemas prediais, mas também aos demais sistemas civis (estrutura, fachada, envoltória, etc.), que precisam de processos para manter o desempenho conforme esperado nos projetos originais, uma vez que a etapa de uso e operação é a mais longa e custosa de todo o ciclo de vida de uma edificação, concluiu um dos especialistas.

7.2 Modelo para Retrocomissionamento de Edificações Públicas

A partir da análise dos resultados da etapa de avaliação do Modelo Preliminar, pelos especialistas, conforme descrito anteriormente, alguns aspectos restaram importantes e serão aqui discutidos, bem como as alterações no Modelo Preliminar fruto dessa análise são apresentadas, culminando na apresentação do Modelo para Retrocomissionamento de Edificações Públicas, produto desta dissertação.

Desta forma, O Modelo para Retrocomissionamento de Edificações Públicas, com vistas à melhoria de Desempenho, em especial Energético é apresentado no Apêndice 05 deste trabalho e seu detalhamento é discutido a seguir.

7.2.1 Aspectos Gerais

De forma mais ampla, os especialistas apontaram preocupação com a presença da figura do proprietário, como líder do processo de RCx, enquanto, em prédios públicos, esta figura inexistente. Nesse sentido, a partir da concordância com esta consideração, corroborado por alguns guias que fizeram parte da revisão narrativa de literatura acerca do RCx (PORTLAND ENERGY CONSERVATION, INC - PECEI, 2001; CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; NATIONAL ENVIRONMENTAL BALANCING BUREAU – NEEB, 2013; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019), a nomenclatura utilizada no Modelo foi alterada de “Proprietário” para “Representante do Proprietário”.

Em nenhum dos guias que citam a possibilidade de existir um representante do proprietário como solução, há uma indicação de quem poderia ser essa figura. Cada edificação pública possui uma particularidade na sua gestão, porém é importante apontar que a figura do representante do proprietário necessita estar alinhada e comprometida com o sucesso do Processo de RCx, além de ter pleno conhecimento dos Requisitos do Proprietário elencados no início do processo.

7.2.2 Fase de Viabilidade

Com relação à Fase de Viabilidade, esta recebeu uma série de sugestões. Em uma delas, uma inversão de ordem nas atividades iniciais foi sugerida, de forma que a contratação do responsável pelo comissionamento preceda a definição dos objetivos

do RCx.

Nesse sentido, de acordo com *California Commissioning Collaborative* (2006), o proprietário pode contratar ou nomear um líder de comissionamento tanto no início do projeto, como depois de selecionar o edifício, definir os objetivos e obter apoio interno para o processo.

Assim, embora *California Commissioning Collaborative* (2006) aponte para essas duas alternativas, a sugestão oriunda da etapa de avaliação foi atendida, por considerá-la pertinente e embasada na expertise do especialista, com experiência prática no processo (vide Fase de Viabilidade, atividades V2 e V3, no Apêndice 05).

Outra sugestão apontada pelos respondentes foi primeiramente avaliar a edificação e reavaliar as metas e por último avaliar a viabilidade do RCx ou até mesmo a possibilidade de *Retrofit*, também da etapa de Viabilidade.

Segundo o *Building Commissioning Association* (2019), a avaliação da viabilidade do edifício a ser Retrocomissionado deve incluir uma revisão preliminar da documentação existente e dos dados dos sistemas que podem ser incluídos no processo. Embora o objetivo final desta atividade seja rastrear a viabilidade da aplicação do processo, ou seja, tomar a decisão de fazê-lo ou não, é igualmente importante reconhecer os desafios potenciais, apresentá-los ao proprietário e discutir como um projeto de Retrocomissionamento ainda pode prosseguir à luz destes desafios (BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

Assim, a atividade de reavaliação foi mantida ao final da Fase de Viabilidade tendo em vista que, segundo *California Commissioning Collaborative* (2006), após a verificação das condições operacionais existentes da instalação, feitas pela Equipe de RCx e apresentadas ao proprietário, a reavaliação das demandas elencadas inicialmente trará a compreensão clara das metas do projeto de Retrocomissionamento.

Ainda na Fase de Viabilidade, foi sugerido que, antes da visita ao imóvel, os projetos existentes devem ser avaliados, para um melhor aproveitamento da visita.

Após o planejamento inicial da implementação do processo de Retrocomissionamento feito pela Equipe de RCx, esta deve reunir colaboradores para a reunião de abertura do processo, devendo contar com a contribuição do representante do proprietário, da equipe de operação e manutenção e dos usuários (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; ELECTRICAL AND

MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; PECI, 2001; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; NEEB, 2013; BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION, 2019).

A apresentação dos projetos existentes pode ocorrer nesta reunião, que, por sua vez, antecede a visita ao imóvel. Assim, essa demanda foi atendida no modelo (vide Fase de Viabilidade, atividade V5, no Apêndice 05).

7.2.3 Fase de Implementação

Na Fase de Implementação, a sugestão foi a de acrescentar o retorno do processo caso não seja aprovado o Plano de Implementação, assim como no caso de os resultados pretendidos não sejam alcançados.

Segundo o *California Commissioning Collaborative* (2006), um Plano de Implementação organiza e define o trabalho necessário para obter os resultados necessários, incluindo um escopo de trabalho, para abordar cada problema ou melhoria que o proprietário selecionou para implementar, juntamente com os requisitos para verificação. Assim, apenas quando o referido plano for aprovado, o processo de implementação efetivamente iniciará.

Depois de concluir uma melhoria, é importante testar novamente o equipamento ou os sistemas, para garantir que estejam funcionando conforme o esperado. Para confirmar que cada melhoria, bem como a combinação de melhorias, estão integradas e têm o efeito desejado, os dados pós-implementação são comparados aos dados originais (CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE, 2006; ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018; PECI, 2001; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009; NEEB, 2013).

Desta forma, a condição de retorno, caso os resultados esperados não tenham sido alcançados, foi incluída ao modelo (vide Fase de Implementação, atividade I5, no Apêndice 05).

Tanto na Fase de Implementação, quanto na Fase de Transferência e Acompanhamento, foi sugerida a inserção de terceiros (como por exemplo, empresas fornecedoras de projetos, empresas de execução de obras, empresas fornecedoras de equipamentos, empresas especializadas em testes em equipamentos, etc), sob a justificativa de que normalmente nessas fases há uma grande participação desses

atores, fornecedores das soluções.

A customização da Fase de Implementação, que pode envolver terceiros ou não, foi sugerida por alguns especialistas. Durante os estudos de caso, percebe-se que os mesmos são inseridos no Modelo do Mapa de Processo, e acabam participando do processo de RCx.

7.2.4 Fase de Transferência e Acompanhamento

Com relação à Fase de Transferência e Acompanhamento, uma das sugestões disse respeito a que a equipe de operação e manutenção participe do desenvolvimento dos Manuais de Sistemas, além de validá-los.

Segundo o *California Commissioning Collaborative* (2006) existem inúmeras formas de elaborar um Manual de Sistemas, o fundamental é que as informações essenciais sobre de que maneira operar o edifício sejam incluídas, assim como as lições aprendidas com o processo de RCx.

Nenhum dos guias utilizados nessa pesquisa explicitaram a participação da equipe de operação e manutenção na elaboração dos Manuais de Sistemas. Entretanto, essa sugestão foi incluída no modelo, tendo em vista que essa participação é uma oportunidade de melhorar a interface entre projeto e execução.

Ainda na Fase de Transferência e Acompanhamento, a inserção de uma etapa de avaliação do treinamento, na qual deverá haver novos treinamentos caso a equipe apresente baixo desempenho/entendimento ou o treinamento não tenha tido eficácia, foi apresentada como sugestão de melhoria.

Os operadores da edificação, os gerentes e as equipe de O&M devem ter o conhecimento e as habilidades corretas para garantir que os benefícios do Retrocomissionamento sejam mantidos a longo prazo. A equipe RCx deve desenvolver e realizar treinamento para a equipe de O&M, com o objetivo de oferecer uma oportunidade de abordar como a equipe pode manter as melhorias no RCx (ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT, 2018). Desta forma. a atividade de avaliação do treinamento foi inserida no modelo final (vide Fase de Transferência e Acompanhamento, atividade TA6, no Apêndice 05).

7.2.5 Fase de Comissionamento Contínuo

Com relação à Fase de Comissionamento Contínuo, foi sugerido que atividades de checagem de indicadores de desempenho e retroalimentação de informações relevantes no processo de comissionamento contínuo sejam feitas. Essa colocação é exatamente o objetivo das estratégias de persistência do comissionamento contínuo. Desta forma essas duas atividades foram inseridas no modelo final (vide Fase de Comissionamento Contínuo, atividades CC2 e CC3, no Apêndice 05).

8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões deste trabalho, assim como algumas sugestões para a realização de trabalhos futuros, tendo como base os resultados deste trabalho.

8.1 Principais Conclusões

Este trabalho teve como objetivo geral propor a inserção do Processo de Retrocomissionamento, como parte integrante da gestão de edifícios públicos, em especial os existentes, buscando dar suporte à tomada de decisão à cerca das intervenções necessárias que visam a melhoria de seu desempenho.

A estratégia de pesquisa utilizada foi a *Design Science Research*, e o desenvolvimento deste trabalho se deu em cinco etapas: a etapa de conscientização, a etapa de sugestão, a etapa de desenvolvimento, a etapa de avaliação e a etapa de conclusão, sendo que todas as etapas ocorreram apoiadas em uma revisão de literatura.

A etapa de Conscientização teve início com um Levantamento das práticas de Eficiência Energética no cenário Brasileiro, buscando conhecê-las de forma geral, tendo em vista que o Brasil possui uma diversidade de programas, políticas, leis, agendas, projetos e regulamentos preocupados com a obtenção da eficiência energética nos diversos setores, incluindo, particularmente, o setor público.

Por meio do levantamento das práticas de eficiência energética, foi possível perceber que existem oportunidades de inserção do Processo de Retrocomissionamento na gestão de edifícios públicos, tendo em vista que diversas práticas visam a otimização da qualidade do gasto público e prioridade na gestão dos processos, fatores alinhados aos resultados potenciais obtidos pela implementação do Processo de Retrocomissionamento.

Ainda na Etapa de Conscientização, foi feito um Levantamento dos manuais, guias e boas práticas do processo de Retrocomissionamento, na qual buscou-se evidências sobre esse processo de forma ampla, com a apresentação de suas etapas, objetivos e benefícios, apontados por cada autor. Esse processo de busca

demonstrou que existe uma infinidade de documentos internacionais que abordam o tema, como também a carência de conteúdo nacional acerca do mesmo.

A etapa de Sugestão consistiu inicialmente da identificação de lacunas e demandas no panorama das práticas de Eficiência Energética levantadas na etapa anterior.

Ações governamentais dirigidas a impulsionar o uso de medidas de conservação e racionalização de energia; o estímulo aos órgãos públicos do país a implementarem práticas de sustentabilidade, a fim de obter eficiência na atividade pública; a divulgação e o estímulo à aplicação dos conceitos de eficiência energética em edificações; além da redução da demanda energética, o conforto dos usuários no interior das edificações é meta de algumas das práticas do cenário brasileiro; e o fortalecimento do mercado de eficiência energética no Brasil, por meio da capacitação de profissionais, ações de sensibilização, promoção da eficiência energética em edifícios públicos, são objetivos verificados no levantamento das práticas de eficiência energética que estão em consonância com os objetivos do Processo de Retrocomissionamento, tendo em vista que o mesmo busca reduzir o desperdício, economizar recursos, além de identificar e corrigir problemas existentes.

A busca pelo aperfeiçoamento de métodos e procedimentos de avaliação do desempenho termoenergético de instalações é uma das metas do Plano Nacional de Eficiência Energética, sendo uma grande oportunidade para a inserção do Processo de Retrocomissionamento, no momento em que a abordagem por fases utilizada no referido processo explica as interações entre todos os fluxos de energia em um edifício e produz um método sistemático para planejar atualizações visando aumentar a economia de energia, permitindo uma avaliação completa do desempenho termoenergético das instalações.

Segundo a IN nº 10/2012, os Planos de Logística Sustentável devem ser formalizados em processos, e seu Plano de Ação deve conter seu objetivo, o detalhamento de implementação das ações, as unidades e áreas envolvidas pela implementação de cada ação e respectivos responsáveis, as metas a serem alcançadas para cada ação, o cronograma de implantação das ações e previsão de recursos financeiros, humanos, instrumentais, entre outros, necessários para a implementação das ações. Tendo em vista que o processo de Retrocomissionamento é sistemático e estruturado, existe a oportunidade de que esse possa contribuir para

a sua operacionalização, além de guiar o Plano de Ações proposto pela IN nº 10/2012.

A Instrução Normativa Nº 02/14, que dispõe sobre o uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam *retrofit*, oportuniza a inserção do processo de Retrocomissionamento, quando salienta que ainda que nem todos os sistemas sejam objeto de *retrofit*, é aconselhável que o edifício seja avaliado como um todo, sendo essa avaliação um resultado da aplicação do Processo de RCx.

Outro ponto foi levantado pelos especialistas durante a Etapa de Avaliação desta pesquisa, tendo em vista que, segundo os mesmos, as práticas correntes para melhorar a eficiência energética de edifícios e/ou instalações baseia-se apenas na substituição de equipamentos e não se preocupam com o sistema como um todo. Entretanto, os mesmos apontam que para um resultado eficaz de um programa de melhorias, deve-se considerar a integração de novos equipamentos com os sistemas que os integram, bem como os respectivos sistemas de controle e monitoramento, resultado obtido também pela aplicação do Processo de RCx.

Outra fonte de evidência para identificar as oportunidades de inserção do processo de RCx foram os dois estudos de caso desenvolvidos nesta pesquisa. Durante a ação de pesquisa, percebeu-se a necessidade de desenvolver a modelagem da estrutura organizacional e a modelagem do mapa de processo das duas organizações alvos dos estudos de caso, a fim de melhor entender seu funcionamento e peculiaridades, atividade que foi incluída na Etapa de Viabilidade do Modelo de RCx aqui proposto.

O primeiro objetivo específico deste trabalho disse respeito a “analisar as práticas correntes para efficientização de edificações públicas existentes e identificar oportunidades para a inserção do processo de retrocomissionamento”. A partir da análise das práticas de Eficiência Energética levantadas, das evidências dos Estudos de Caso na Etapa de Desenvolvimento e a contribuição dos especialistas durante a Etapa de Avaliação foi possível identificar essas oportunidades.

Em seguida, ainda na etapa de Sugestão, pela análise das referências levantadas acerca do processo de Retrocomissionamento, foram sistematizados os seguintes tópicos: objetivos e benefícios, envolvidos no processo de Retrocomissionamento e suas responsabilidades, atividades pertinentes as diferentes etapas do processo, documentação e entregas, estratégias de persistência, além do

alinhamento do Processo de Retrocomissionamento aos processos de *retrofit* e auditorias energéticas.

O segundo objetivo específico consistiu em “avaliar o emprego do Retrocomissionamento na melhoria do processo de diagnóstico de edificações públicas existentes com vistas ao seu *retrofit*”. De forma geral, pela análise de guias internacionais, no que tange o alinhamento do processo de Retrocomissionamento com os projetos de *retrofit*, foi possível perceber que o RCx pode apoiar de forma assertiva os projetos de *retrofit*.

Outra fonte de evidência para a consecução desse objetivo foi a validação do Modelo Preliminar proposto neste trabalho, com a participação de diversos especialistas, utilizando o método Delphi. De forma geral, segundo os especialistas consultados, em projetos de *retrofit*, o Retrocomissionamento desempenha papel fundamental no levantamento das condições originais da edificação, de modo a embasar a verificação da viabilidade das alterações a serem propostas, pela avaliação das potencialidades da instalação existente e as oportunidades de melhorias para o *Retrofit*.

A etapa de Desenvolvimento teve início com a realização de dois estudos de caso. O Estudo de Caso 1 foi realizado no setor de arquitetura da Secretaria Municipal de Saúde de um município localizado no sul do Rio Grande do Sul. O Estudo de Caso 2 realizado na Divisão de Logística e Infraestrutura de um Hospital Universitário, vinculado a uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES), localizado no sul do Rio Grande do Sul.

Esses estudos buscaram caracterizar os processos de desenvolvimento de projetos, execução, licitação, fiscalização, uso, operação e manutenção de instalações de atenção à saúde além, de identificar oportunidades para a introdução do retrocomissionamento de edifícios nos projetos de adaptações e modernizações.

Em cada estudo, a caracterização dos respectivos processos propiciou a construção de dois modelos, o primeiro da estrutura organizacional e o segundo do mapa de processo, fundamentais para identificar oportunidades para a introdução do comissionamento nessas instituições, e de forma genérica para qualquer edificação.

Essas evidências serviram tanto para a configuração do Modelo, pela inserção dessas atividades na Etapa de Viabilidade, quanto para mostrar que é necessário entender o funcionamento da organização, a fim de melhor propor a inserção do

Processo de RCx de uma edificação.

Com base na descrição dos modelos de Retrocomissionamento elaborados na etapa de Sugestão e nas evidências observadas ao longo dos estudos de caso foi elaborado, na Etapa de Desenvolvimento, um Modelo Preliminar de Retrocomissionamento para Edificações Públicas Existentes, avaliado na Etapa de Avaliação, o Modelo Preliminar de Retrocomissionamento para Edificações Públicas Existentes foi avaliado através do Método Delphi.

O terceiro objetivo específico foi “avaliar potenciais benefícios e dificuldades para sua implementação”. Os resultados da aplicação do Método Delphi durante a Etapa de Avaliação desta pesquisa permitiram avaliar esses benefícios e dificuldades.

A avaliação de uma instalação de forma sistêmica e assertiva, não somente de seus equipamentos isoladamente, o controle das condições em que o sistema (e suas partes) opera, a melhoria da qualidade do serviço que o sistema entrega, ganhos reais em economia de energia, conforto do usuário, aumento de disponibilidade das instalações, retorno financeiro, melhorias no Plano de Manutenção, Operação e Controle, mais conhecimento agregado às equipes de O&M, são alguns benefícios da aplicação do processo de Retrocomissionamento.

A aplicação do Processo de RCx além de fazer com que as instalações retornem às suas condições de desempenho originalmente previstas no projeto, traz consigo um formato prático para a sua operação cotidiana e a possibilidade de identificar melhorias na operação e possíveis medidas de *retrofit* para implementação.

A melhoria de desempenho dos sistemas prediais, atendendo às expectativas dos *stakeholders* do empreendimento, a segurança contra riscos de acidentes (incêndio, elétrico, estrutural, etc.), também são benefícios advindos do processo, que, além disso, proporciona qualidade interna e bem-estar aos ocupantes e por consequência valorização do imóvel.

A falta de conhecimento por parte do proprietário (edifício público), a falta de comprometimento com os resultados por parte do proprietário, a falta de recursos para reforma e/ou substituição de sistemas integradores (dutos, sistemas de controle, atualização de instalações), a resistência à mudanças dos funcionários públicos são algumas dificuldades para a implementação do RCx no contexto estudado.

No campo profissional, a falta de reconhecimento e interesse da academia (ensino de engenharia e arquitetura) acerca do tema, o conflito de interesses entre

prestadores de serviço de comissionamento com gestores de instalações, a falta de profissionais com o conhecimento necessário para conduzir o RCx da maneira correta, técnica e não apenas procedural, também são dificuldades relacionadas à aplicação do processo.

Por fim, conclui-se que a inserção do modelo de RCx como parte integrante da gestão de edifícios públicos existentes é pertinente, tendo em vista que o processo identifica oportunidades de implementação de medidas de eficiência energética, auxilia na gestão de edifícios e caracteriza-se por ser uma ferramenta de apoio à tomada de decisão.

Outrossim, o processo de RCx é fundamental para a busca ou levantamento de informações dos projetos originais dos empreendimentos para posterior acompanhamento das melhorias ao longo do processo de *retrofit*.

O Retrocomissionamento é elencado como um processo eficiente, metódico, podendo efetivamente trazer melhorias na operação e desempenho dos sistemas prediais. Sob o ponto de vista dos obstáculos na gestão dos edifícios na esfera pública, essas dificuldades podem ser atenuadas, exatamente pelo caráter técnico e metódico do processo.

8.2 Recomendações para trabalhos futuros

Com base nos estudos realizados, apresenta-se as seguintes sugestões para trabalhos futuros:

- a) aplicar o modelo proposto nesta pesquisa, ou parte dele, em edificações públicas existentes, a fim de avaliar e refinar o modelo;
- b) ampliar o conhecimento acerca do processo de Retrocomissionamento, por meio, por exemplo, da realização de revisão sistemática de literatura acerca do mesmo.

REFERÊNCIAS

AALTONEN, J.; RINNE, J.; TUIKKALA, I. A Multidisciplinary Framework for Concept Evolution: A Research Tool for Developing Business Models. In: European-Japanese Conference 2007 on Information Modeling and Knowledge Bases. **Proceedings...** Tampere: EJC, 2007. Disponível em: www.academia.edu/165667/A_Multidisciplinary_Framework_for_Concept_Evolution_A_Research_Tool_for_Developing_Business_Models. Acesso em: 09 jul. 2020.

ABRAXAS ENERGY CONSULTING. **The Difference between Audits and Retro-Commissioning**. Disponível em: <https://www.abraxasenergy.com/energy-consulting/commercial-energy-audits/the-difference-between-audits-and-retro-commissioning/>. Acesso em: 17 ago. 2021.

ALTOÉ, L. *et al.* Políticas públicas de incentivo à eficiência energética. **Revista Estudos Avançados**. São Paulo: 2017, n. 89, p. 285-297. Disponível em: www.revistas.usp.br. Acesso em: 17 ago. 2019.

ALTURKI, A.; GABLE, G. G.; BANDARA, W. **A design science research roadmap**. Milwaukee: Springer, 2011.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE). **Guideline 0-2005: The Commissioning Process**. Atlanta, Georgia. 2005.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE). Preview ASHRAE Standards and Guidelines. **Standard 211-2018: Standard for Commercial Building Energy Audits**. 2018.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE). **The Strategic Guide to Commissioning**. 2014.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE). **Conheça o Chapter Brasil: História**. 2018. Disponível em: <https://www.ashraebrasil.org/copia-ashrae-brasil-chapter>. Acesso em: 24 mar. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 50001: Sistemas de gestão da energia — Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO (ABRAVA). 2020a. Disponível em: <https://abrava.com.br/>. Acesso em: 06 fev. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO (ABRAVA). **PNUD E MMA estimulam processo de Retrocomissionamento**. 2020b. Disponível em: <https://abrava.com.br/pnud-e-mma-estimulam-processo-de-retrocomissionamento/>. Acesso em: 06 fev. 2020.

BAECHLER, M.; FARLEY, J. **A Guide to Building Commissioning**. Washington:

Pacific Northwest National Laboratory. Prepared for U.S. Department of Energy: Building Technologies Program. 2011. Disponível em: www.pnnl.gov. Acesso em: 17 jul. 2019.

BARRIENTOS, M. I. G. G. **Retrofit de Edificações**: Estudo de Reabilitação e Adaptação das Edificações Antigas as Necessidades Atuais. (Dissertação). Rio de Janeiro: UFRJ / FAU, 2004.

BARRIENTOS, M. I. G. G.; QUALHARINI, E., L., Retrofit de construções: metodologia de avaliação. In: **10º ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, 2004, São Paulo. Construção Sustentável. São Paulo, 2004.

BAYAZIT, N. (2004). Investigating design: A review of forty years of design research. **Massachusetts Institute of Technology: Design Issues**, 20(1), 16–29.

BORANIGI, M.T. **Crise retrai a contratação do comissionamento**. Engenharia e Arquitetura. 20 dez. 2017. Disponível em: <http://www.engenhariaearquitectura.com.br/2017/12/crise-retrai-contratacao-do-comissionamento>. Acesso em: 08 fev. 2020.

BRASIL. Portaria Interministerial MME/MIC n.1.877, de 30 de dezembro de 1985. Institui o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial da União**, 1985.

BRASIL. Decreto presidencial de 18 de julho de 1991. Institui o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (Conpet) e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial da União**, 1991.

BRASIL. Lei 9.478, de 6 de agosto de 1997. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial da União**, 1997.

BRASIL. Lei 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial da União**, 2001a.

BRASIL. Decreto 4.059, de 19 de dezembro de 2001. Regulamenta a Lei n.10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial da União**, 2001b.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia. 2007.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Eficiência Energética**. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 2011.

BRASIL. Instrução Normativa n.10, de 12 de novembro de 2012. Estabelece regras para elaboração dos Planos de Gestão de Logística Sustentável de que trata o art. 16, do Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012, e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial da União**, 2012.

BRASIL. Instrução Normativa n.2, de 4 de junho de 2014. Dispõe sobre regras para a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores de energia pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional, e uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (Ence) nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam retrofit. Brasília: **Diário Oficial da União**, 2014.

BRASIL. Decreto 9.863, de 27 de junho de 2019. Dispõe sobre o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - Procel e sobre o Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional da Energia. Brasília: **Diário Oficial da União**, 2019a.

BRASIL. Decreto 9.864, de 27 de junho de 2019. Regulamenta a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dispõe sobre o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética. Brasília: **Diário Oficial da União**, 2019b.

BRASIL. Medida Provisória Nº 915, de 27 de Dezembro de 2019. Aprimora os procedimentos de gestão e alienação dos imóveis da União. Brasília: **Diário Oficial da União**, 2019c.

BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION (BCxA). Chapter Brasil. **Workshop de Comissionamento de Instalações**. TAB e sua importância no processo de comissionamento. Rio de Janeiro. 2017.

BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION (BCxA). Chapter Brasil. **Boas Práticas de Comissionamento Predial de Nova Construção**. 2018.

BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION (BCxA). **Existing Building Commissioning: Best Practices**. 2019.

BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION (BCxA). **History of BCxA**. 2020. Disponível em: <https://www.bcxa.org/about/bca-history/>. Acesso em: 06 fev. 2020.

BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION. O que é o BCA Brasil Chapter (BCxA). Disponível em: <http://www.bcxa.com.br/#sobre>. Acesso em: 04 fev. 2022.

CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE. **California Commissioning Guide: Existing Buildings**. 2006. Disponível em: www.cacx.org/resources/documents. Acesso em: 17 jul. 2019.

CLETO, L. T. **Casos reais de retrocomissionamento no Brasil**. Engenharia e arquitetura. 2017a. Disponível em: <http://www.engenhariaearquitectura.com.br/2017/12/casos-reais-de-retrocomissionamento-no-brasil>. Acesso em: 20 out. 2018.

CLETO, L. T. **Retrocomissionamento, qualidade do ar e conforto térmico.** Engenharia e arquitetura. 2017b. Disponível em: <http://www.engenhariaearquitetura.com.br/2017/12/retrocomissionamento-qualidade-do-ar-e-conforto-termico>. Acesso em: 20 out. 2018.

CLETO, L.T. **Crise retrai a contratação do comissionamento.** Engenharia e Arquitetura. 20 dez. 2017c. Disponível em: <http://www.engenhariaearquitetura.com.br/2017/12/crise-retrai-contratacao-do-comissionamento>. Acesso em: 08 fev. 2020.

DOMINGUES, L.C.F. **Estudo sobre comissionamento de edifícios comerciais monousuários e sua influência sobre o Gerenciamento de Facilidades.** Monografia (MBA) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

DRESCH, A.;LACERDA, D. P.;JÚNIOR, J. A. V. **Design Science Research: A Method for Science and Technology Advancement.** Ed. Springer. 2015.

ELECTRICAL AND MECHANICAL SERVICES DEPARTMENT. **Technical Guidelines on Retro-commissioning.** Energy Saving Plan for Hong Kong's Built Environment. Environment Bureau. Development Bureau and Transport and Housing Bureau. Hong Kong. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE SERVIÇOS HOSPITALARES (EBSERH). **Organograma.** Disponível em: https://www.gov.br/ebserh/pt-br/hospitais-universitarios/regiao-sul/he-ufpel/aceso-a-informacao/institucional/OrganogramaHE2019_semfotosecargos.pdf. Acesso em: 15 dez. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Atlas da Eficiência Energética 2020:** Ano base 2019. 2020. Disponível em: <http://www.epe.gov.br>. Acesso em: 15 dez. 2020.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Energy Star. **Building Upgrade Manual.** United States Environmental Protection Agency. 2007.

FACIONE, P. A. **Critical thinking:** a statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction. Research findings and recommendations (Report). Newark: American Philosophical Association. 1990.

FERRADOR FILHO A. L., AGUIAR A. O., KNISS C.T. **Eficiência Energética com Base nos Critérios Procel:** Estudo de Caso em Edifício Público. HOLOS, Ano 34, Vol. 07. 2018.

FONSECA, L. **Crise retrai a contratação do comissionamento.** Engenharia e Arquitetura. 20 dez. 2017. Disponível em: <http://www.engenhariaearquitetura.com.br/2017/12/crise-retrai-contratacao-do-comissionamento>. Acesso em: 08 fev. 2020.

- GILLIS W. L., CUDNEY E. A. A Standard for the Commissioning Process. **Engineering Management Theories and Methodologies**. 2015.
- GIROD, B., STUCKI, T., & WOERTER, M. How do policies for efficient energy use in the household sector induce energy-efficiency innovation? An evaluation of European countries. **Energy Policy**, Elsevier, vol.103(C), p. 223–237. 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/energy-policy/vol/103>. Acesso em: 17 ago. 2019.
- GOUGH D., OLIVER, S., THOMAS, J. **An introduction to systematic reviews**. London: Sage Publications Ltda. 2012.
- GRONDZIK, W. T. **Principles of Building Commissioning**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2009.
- GUIMARÃES, J. M. C. **Manutenção de EAS: chave para a sua sobrevivência e economicidade**. Arquitetura e Engenharia Hospitalar - Planejamento, projetos e perspectivas. 1ªed.Rio de Janeiro: Editora Grupo Rio Ltda - Rio Books, v. 1, p. 366-399. 2014.
- GUPTA, U. G., & CLARKE, R. E. **Theory and application of the Delphi technique: a bibliography (1975-1994)**. Technological Forecasting and Social Change, 53, 185-211. 1996.
- HEVNER A. R., *et al.* **Design science in information systems research**. MIS Quarterly. 28(1), 75–105. 2004.
- ISHIDA, C.D.S.F. **Modelo Conceitual para Comissionamento de Sistemas Prediais**. Dissertação - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.
- JANNUZZI, G. M. Power sector reforms in Brazil and its impacts on energy efficiency and research and development activities. **Energy Policy**. 2005.
- JI, C. *et al.* Effect of building energy efficiency certificate on reducing energy consumption of non-residential buildings in South Korea. **Energy and Buildings**. 2021.
- KITCHENHAM, B. What's up with software metrics? - A preliminary mapping study. **Journal of Systems and Software**, 83(1), 37–51. 2010.
- LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; JÚNIOR, J. A. V. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**. vol. 20, p. 741-761, no.4, São Carlos, 2013.
- LEE, D.; CHENG, C. **Energy savings by energy management systems: A review**. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Science Direct, v. 56, p. 760-777, abr. 2016.

LEGRIS, C., N., CHOINIÈRE D., FERRETTI M. **Annex 47 Report 1: Commissioning Overview**. NIST Technical Note 1725. National Institute of Standards and Technology. 2010.

MACHADO, R.A. **Reabilitação de Edifícios visando a Eficiência Energética**. Universidade do Minho. Escola de Engenharia. Tese de Mestrado. 2014.

MARCH, S. T.; STOREY, V. C. (2008). **Design science in the information systems discipline**: Na introduction to the special issue on design science research. *MIS Quarterly*, 32(4), 725–730.

MARQUES J. B. V; FREITAS D. **Método DELPHI**: caracterização e potencialidades na pesquisa em Educação. *Pro-Posições* 29, 389-415. 2018.

MILLS, E. *et al.* **The Cost-Effectiveness of Commissioning New and Existing Buildings: Lessons from 224 Buildings**. 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/268295028_The_Cost-Effectiveness_of_Commissioning_New_and_Existing_Commercial_Buildings_Lessons_from_224_Buildings. Acesso em: 20 set. 2021.

MILLS. E. **Building Commissioning**: a golden opportunity for reducing energy costs and greenhouse gas emissions in the United States. *Energy Efficiency*. 2011.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS (MDIC). Portaria nº 372, de 17 de setembro de 2010. Apresenta o Regulamento Técnico da Qualidade para o nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicos. In: **Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO)**, Rio de Janeiro, 2010.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS (MDIC). Apresenta o Regulamento Técnico da Qualidade para o nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais. In: **Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO)**, Rio de Janeiro, 2012.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS (MDIC). Portaria nº 248, de 10 de julho de 2018. Aperfeiçoamento do Regulamento Técnico da Qualidade para a Classe de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos. In: **Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO)**, Rio de Janeiro, 2018.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL). **Cartilha “O Que Fazer Para Tornar Mais Eficiente O Uso De Energia Elétrica Em Prédios Públicos”**. Rio de Janeiro: CEPEL, 2015a.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL). **Guia para eficiência energética nas edificações públicas**. Rio de Janeiro: CEPEL, 2015b.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P)**. 2001. Disponível em: <http://a3p.mma.gov.br/>. Acesso em: 11 fev. 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Projeteee – Projetando Edificações Energeticamente Eficientes**. 2005a. Disponível em: <http://projeteee.mma.gov.br/>. Acesso em: 11 fev. 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Projeto 3E – Eficiência Energética em Edificações**. 2005b. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informma/item/11644-projeto3emais>. Acesso em: 11 fev. 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Guia Prático: Conceitos e Ferramentas de Gestão e Auditoria Energéticas**. 2ª edição. Brasília. 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Programa Brasileiro De Eliminação dos HCFCs. **O Brasil e a Proteção da Camada de Ozônio: uma parceria bem-sucedida entre governo, setor produtivo e sociedade**. Retrocomissionamento. 21 jun 2017. Disponível em: <http://www.protocolodemontreal.org.br/site/pbh/projeto-gerenciamento-de-chillers/retrocomissionamento>. Acesso em: 29 out. 2018.

NASCIMENTO, W.C. **Processo De Comissionamento para Projetos Industriais**. Faculdade Internacional Signorelli Gerenciamento De Projetos. Belo Horizonte. 2014.

NATIONAL ENVIRONMENTAL BALANCING BUREAU (NEEB). **Procedural Standards for Retro-Commissioning of Existing Buildings**. First Edition. 2013.

OROFINO, M.Z.; LARA, A. **Comissionamento de instalações prediais garante bom desempenho operacional**. 12/12/2018. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/comissionamento-de-instalacoes-prediais-garante-bom-desempenho-operacional_18257_10_0 Acesso em: 10 fev. 2020.

OSBORNE, C. S, et al. What “Ideas-about-Science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. **Journal of Research in science teaching**, 40 (7), 692-720. 2003.

PORTLAND ENERGY CONSERVATION INC (PECI). **Retrocommissioning Handbook for Facility Managers**. 2001.

POWELL, C. The Delphi technique: myths and realities. **Journal of Advanced Nursing**, 41(4), 376-382. 2003.

PRADO, A. K. J. A., ROMERO, M. DE A., SILVA, C. F. E. Avaliação do custo-benefício do retrofit da envoltória em um edifício público, com suporte de simulação computacional. **Paranoá: Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v.22, p. 88-101, 2018.

PRODANOV, C. C., FREITAS E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**– 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (PROCEL). **Manual para etiquetagem de edificações públicas**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/Manual_Etiquetagem_Edificacoes_Publicas.pdf. Acesso em: 20 fev. 2020.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. CENTRO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (PROCEL INFO), 2006. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/>. Acesso em: 12 jan. 2020.

QUALHARINI, E. L.; OSCAR, L. H. C. ; SILVA, M. R. Rehabilitation of buildings as an alternative to sustainability in Brazilian constructions. **OPEN ENGINEERING**, v. 9, p. 139-143, 2019.

RODRIGUES M. S. **Engenharia e Arquitetura**. Gestão de Energia. Quando o retrofit é um bom negócio. 2017.

ROWE, G., WRIGHT, G. The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis. **International Journal of Forecasting**, 15, 353-375. 1999.

RUPARATHNA R.; HEWAGE K.; SADIQ R. Improving the energy efficiency of the existing building stock: A critical review of commercial and institutional buildings. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v. 53, p.1032-1045. 2015.

SANTOS, A. **Seleção do Método de Pesquisa: Guia para pós-graduandos em design e áreas afins**. Editora Insight. Curitiba, PR. 2018.

SAMPAIO, G. **Priorização: a arte para saber o que fazer**. Disponível em: <https://www.jreng.net/post/priorizacao-a-arte-para-saber-o-que-fazer>. 2021. Acesso em: 11 fev. 2022.

SCHINAZI, A. *et al.* MITSIDI PROJETOS. **Guia Interativo de Eficiência Energética em Edificações**. São Paulo. 2018.

SEURING, S., & GOLD, S. Conducting content-analysis based literature reviews in supply chain management. **Supply Chain Management: Na International Journal**. 17(5), 544–555. 2012.

SIMON, H. A. **The Sciences of the Artificial**. 3. ed. Cambridge: MIT Press, 1996.

TEIXEIRA, M. I. R. **Comissionamento dos Sistemas Prediais Hidráulicos em Edifícios Multipavimentos**. Dissertação - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2019.

TESSER, G. J. **Principais linhas epistemológicas contemporâneas**. Educar em Revista. Nº.10, Curitiba. 1994.

THOMPSON J. W., MOORE B. Re-/Retro-commissioning: The Best Kept Secret You Can't Afford Not to Know. **Strategic Planning for Energy and the Environment**. 2011.

TRANFIELD, D., DENYER, D., & SMART, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. **British Journal of Management**. 14(3), 207–222.

U.S. GENERAL SERVICE ADMINISTRATION. Public Buildings Service. **The Building Commissioning Guide**. 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS (UFPEL). **Programa De Bom Uso Energético (PROBEN)**. 2006. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/proben/>. Acesso em: 11 fev. 2020.

VAN AKEN, J. E. Management research based on the paradigm of the design sciences: The quest for field-tested and grounded technological Rules. **Journal of Management Studies**. v. 41, n. 2, p. 219-246, 2004.

VAN AKEN, J. E., & ROMME, G. Reinventing the future: Adding design science to the repertoire of organization and management studies. **Organization Management Journal**, 6, 5–12. 2009.

VAN AKEN, J.E. Management research as a design science: Articulating the research products of mode 2 knowledge production in management. **British Journal of Management**, 16: 19–36, 2005.

VIANA, T. M.; FREITAS, R. R.; TOSTA, M. C. R. Análise da gestão energética conforme a ISO 50001: um estudo bibliométrico. **Brazilian Journal of Production Engineering (BJPE)**, v.3, p. 141-154, 2017.

VISIÉ, J.C. **IEA Annex 40: Commissioning of Buildings and HVAC Systems for Improved Energy Performance**. International Energy Agency (IEA) Energy Conservation in Buildings and Community Systems (ECBCS). 2005.

WANG et al. **Energy and Cost Savings of Retro-Commissioning and Retrofit Measures for Large Office Buildings**. Fifth National Conference of IBPSA-USA. Madison, Wisconsin. 2012.

YIN, R.K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

APÊNDICE 1

Mapa de Processo: Secretaria Municipal de Saúde.

APÊNDICE 2

Mapa de Processo: Hospital Escola.

APÊNDICE 3

QUESTIONÁRIO 01

Validação Modelo para Retrocomissionamento

Formação:

Cargo/Especialidade:

Questão 01) A inserção do Modelo para Retrocomissionamento proposto, como parte integrante da gestão de edifícios públicos, em especial os existentes, dá suporte à tomada de decisão acerca das intervenções necessárias que visam a melhoria de seu desempenho. Você concorda com essa afirmação?

- () Concordo Totalmente
- () Concordo Parcialmente
- () Discordo

Registre seu comentário sobre a questão acima:

Questão 02) As práticas correntes para efficientização de edificações públicas existentes possuem lacunas na sua operacionalização e o Modelo de Retrocomissionamento proposto, por ser sistemático e estruturado, auxilia na tomada de decisão acerca das intervenções necessárias que visam a melhoria de seu desempenho. Você concorda com essa afirmação?

- () Concordo Totalmente
- () Concordo Parcialmente
- () Discordo

Registre seu comentário sobre a questão acima:

Questão 03) O emprego do Modelo para Retrocomissionamento proposto auxilia o processo de diagnóstico de edificações públicas existentes nos projetos de *retrofit*, tendo em vista que este modelo pode explicar as interações entre todos os fluxos de energia na edificação, além de fornecer um método sistemático para planejar eventuais atualizações necessárias. Você concorda com essa afirmação?

- () Concordo Totalmente

Concordo Parcialmente

Discordo

Registre seu comentário sobre a questão acima:

Questão 04) Você concorda que o modelo para Retrocomissionamento proposto é pertinente?

Concordo Totalmente

Concordo Parcialmente

Discordo

Registre seu comentário sobre a questão acima:

Questão 05) Quais os pontos fortes do Modelo para Retrocomissionamento proposto você citaria, tendo em vista que o mesmo busca dar suporte à tomada de decisão à cerca das intervenções necessárias que visam a melhoria de seu desempenho?

Questão 06) Na sua opinião, quais entraves poderiam dificultar a implementação do modelo?

Questão 07) Quais benefícios você citaria para o emprego do processo de Retrocomissionamento no contexto estudado?

Questão 08) Quais dificuldades você citaria para o emprego do processo de Retrocomissionamento no contexto estudado?

APÊNDICE 4

QUESTIONÁRIO 02

Validação Modelo para Retrocomissionamento

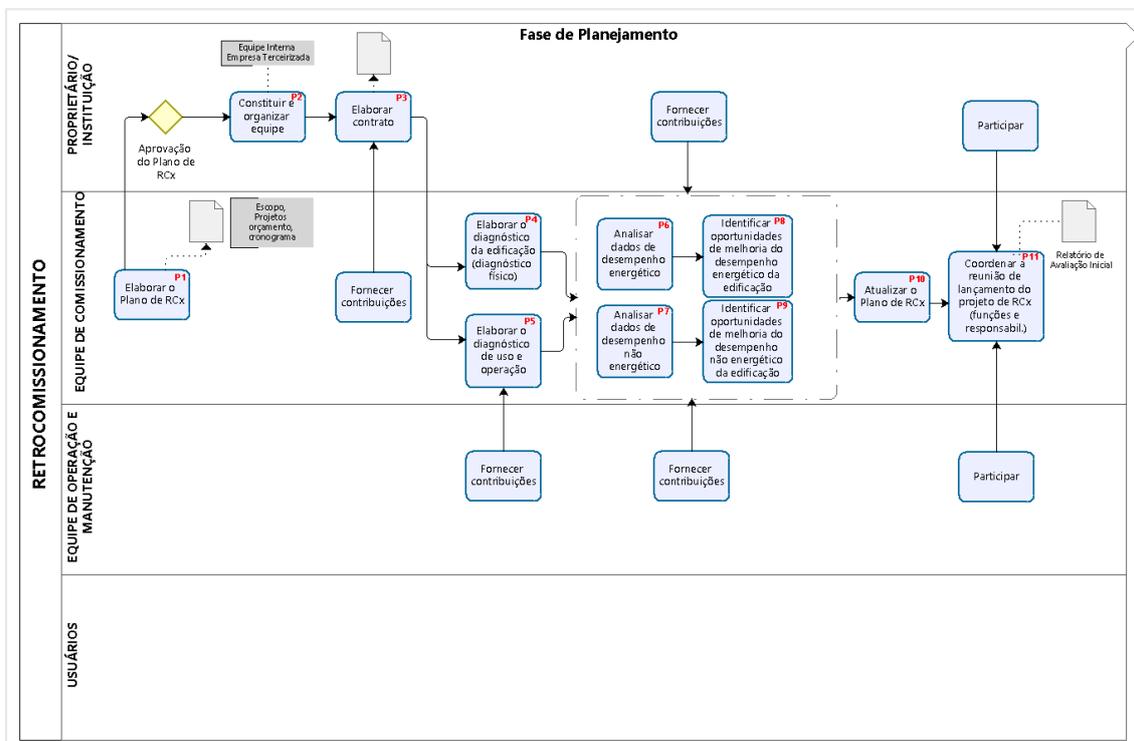
Seção: Retrocomissionamento e Retrofit

Questão 01) Na sua opinião, qual o papel do processo de Retrocomissionamento nos projetos de Retrofit?

Questão 02) No seu dia-a-dia, você observa que projetos de Retrocomissionamento geram demanda por Retrofit ou projetos de Retrofit demandam a aplicação do processo de Retrocomissionamento?

Seção: Fase de Planejamento

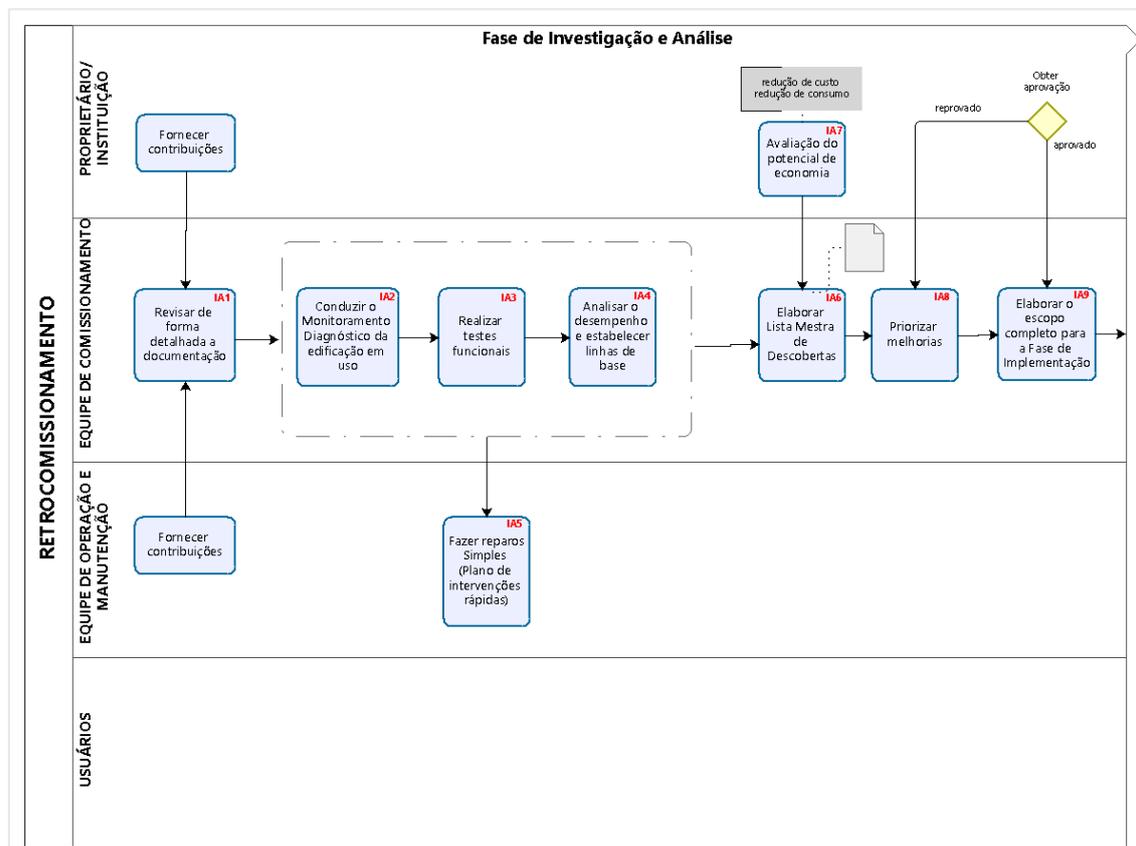
Questão 05) Diante da Fase de Planejamento ilustrada na figura abaixo, quais atividades você acrescentaria ou removeria para refinar o modelo proposto?



Questão 06) Na sua opinião, qual a importância dessa Fase dentro do Processo de Retrocomissionamento?

Seção: Fase de Investigação e Análise

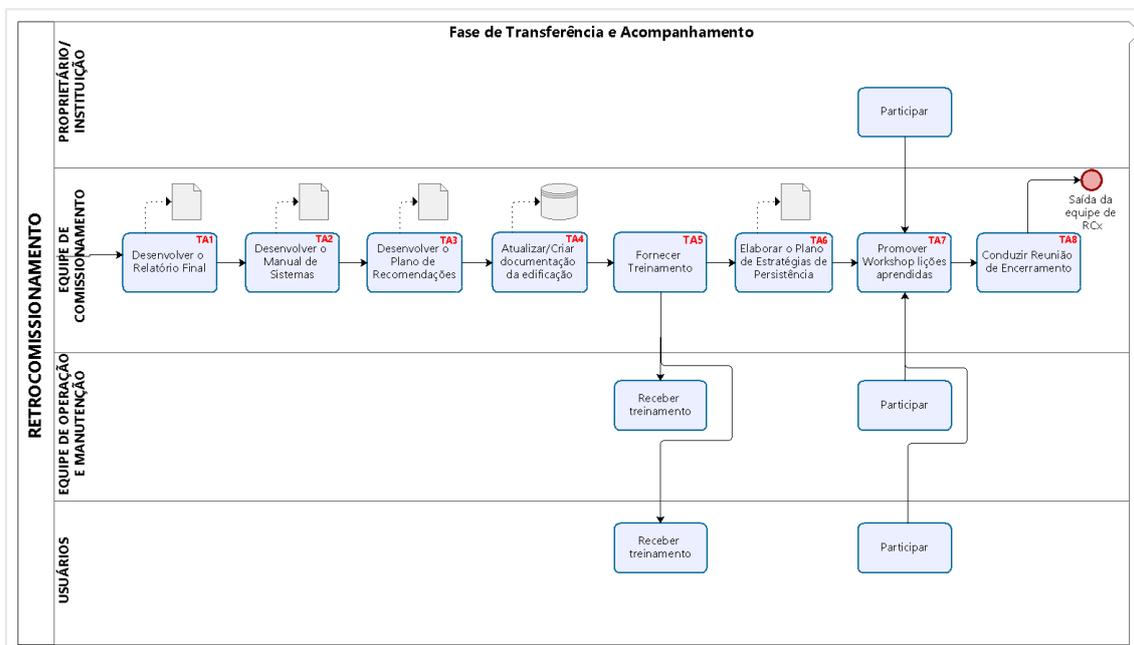
Questão 07) Diante da Fase de Investigação e Análise ilustrada na figura abaixo, quais atividades você acrescentaria ou removeria para refinar o modelo proposto?



Questão 08) Na sua opinião, qual a importância dessa Fase dentro do Processo de Retrocomissionamento?

Seção: Fase de Implementação

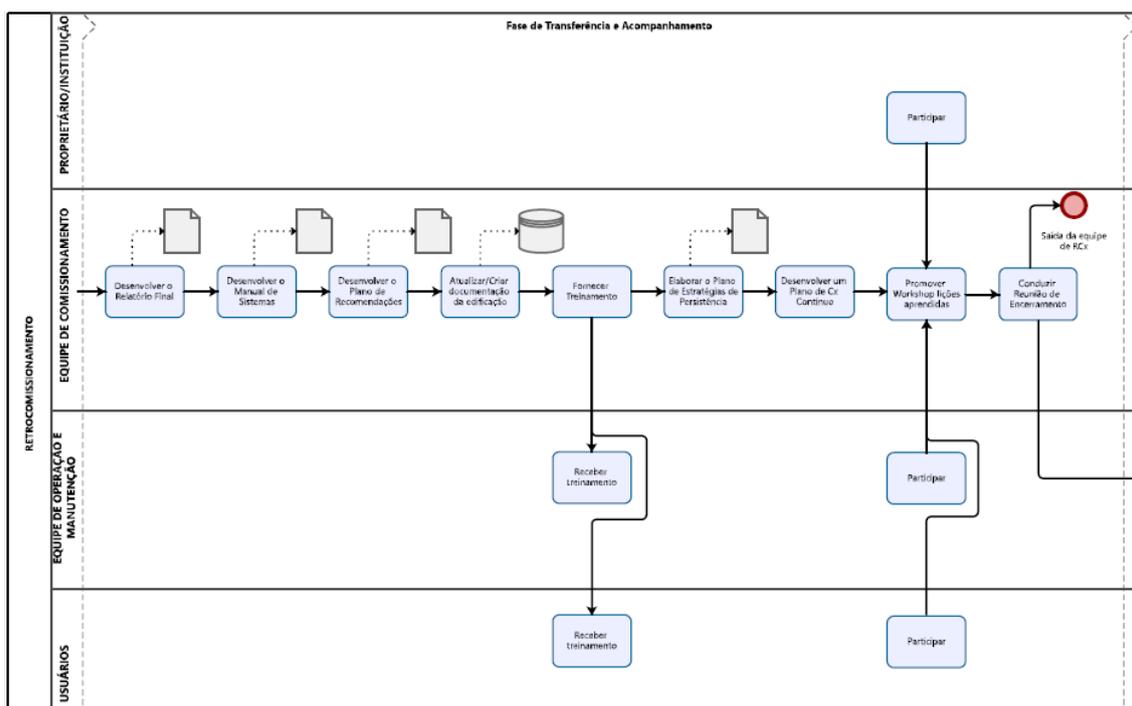
Questão 09) Diante da Fase de Implementação ilustrada na figura abaixo, quais atividades você acrescentaria ou removeria para refinar o modelo proposto?



Questão 10) Na sua opinião, qual a importância dessa Fase dentro do Processo de Retrocomissionamento?

Seção: Fase de Transferência e Acompanhamento

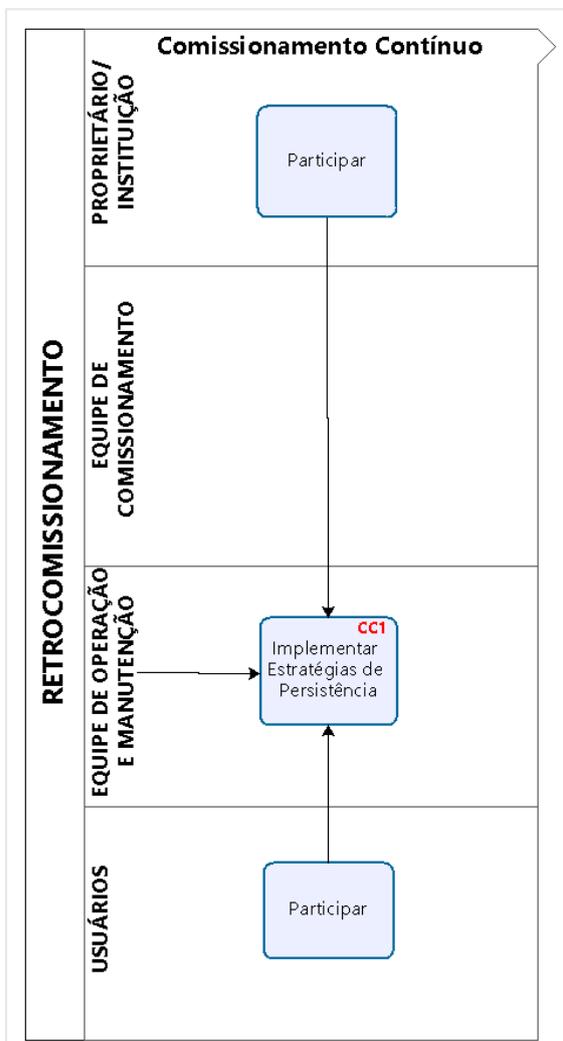
Questão 11) Diante da Fase de Transferência e Acompanhamento ilustrada na figura abaixo, quais atividades você acrescentaria ou removeria para refinar o modelo proposto?



Questão 12) Na sua opinião, qual a importância dessa Fase dentro do Processo de Retrocomissionamento?

Seção: Fase de Comissionamento Contínuo

Questão 13) Diante da Fase de Comissionamento Contínuo ilustrada na figura abaixo, quais atividades você acrescentaria ou removeria para refinar o modelo proposto?



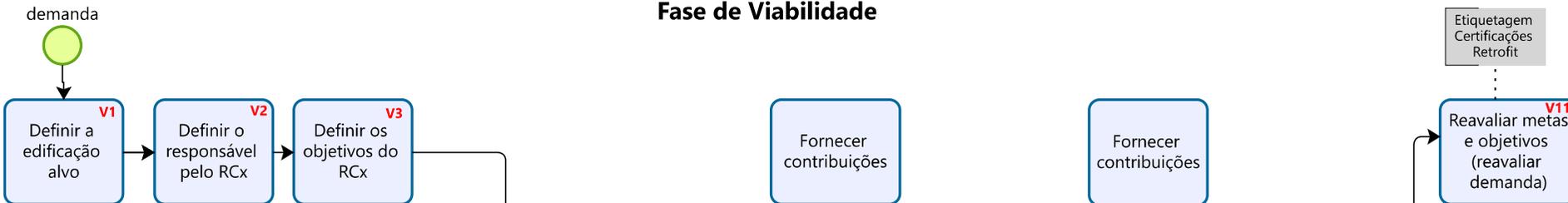
Questão 14) Na sua opinião, qual a importância dessa Fase dentro do Processo de Retrocomissionamento?

APÊNDICE 5

Modelo para Retrocomissionamento de Edificações Públicas

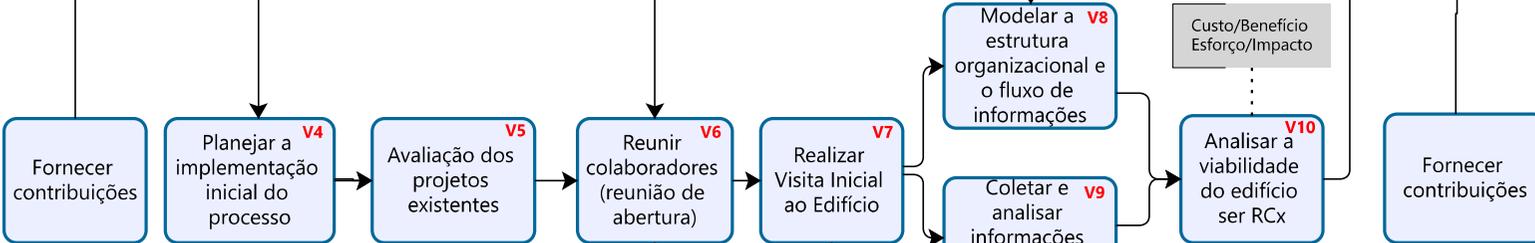
Fase de Viabilidade

PROPRIETARIO/
INSTITUIÇÃO



EQUIPE DE COMISSIONAMENTO

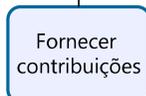
Entrada da equipe de RCx



EQUIPE DE OPERAÇÃO E
MANUTENÇÃO



USUÁRIOS



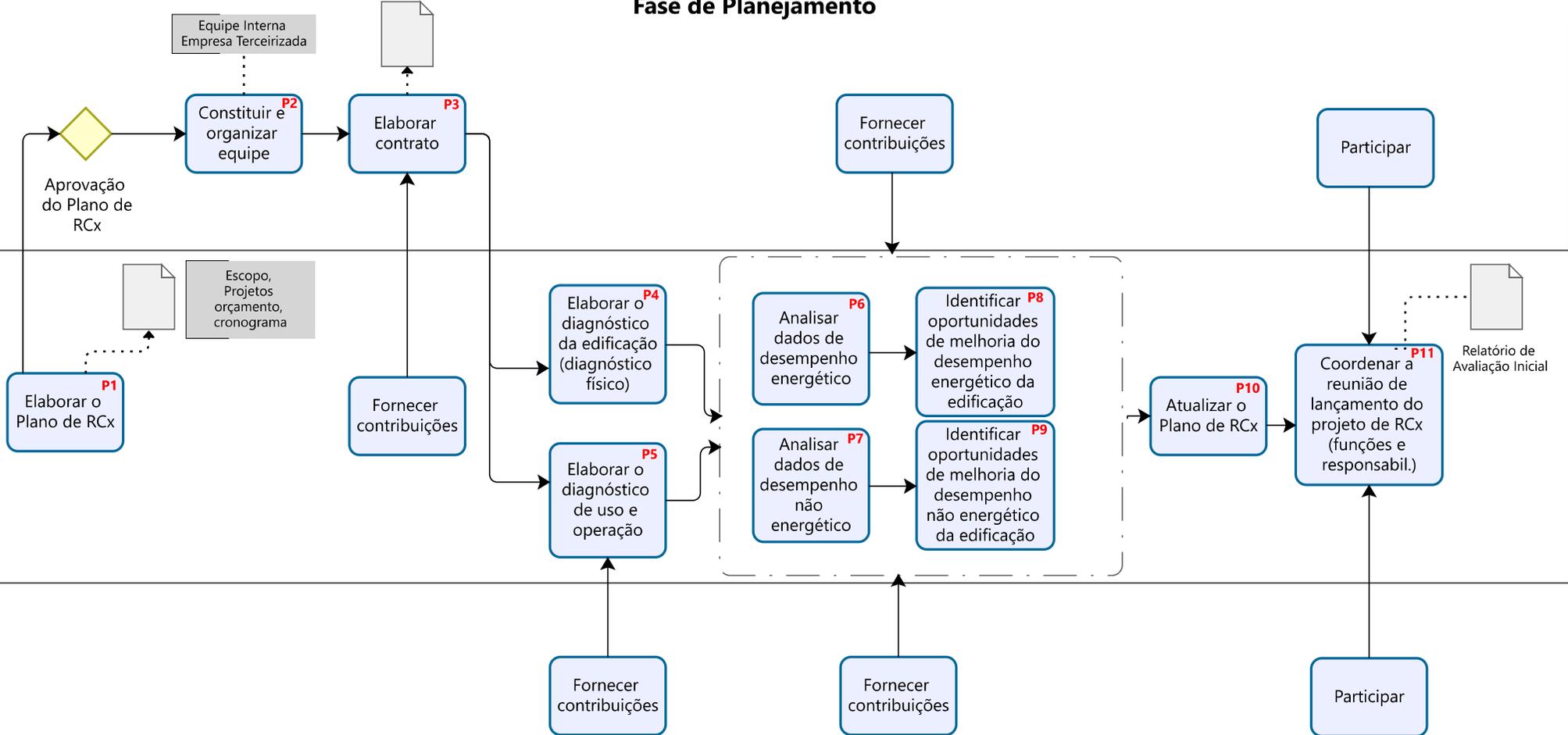
Fase de Planejamento

PROPRIETÁRIO/
INSTITUIÇÃO

EQUIPE DE COMISSIONAMENTO

EQUIPE DE OPERAÇÃO E
MANUTENÇÃO

USUÁRIOS



Fase de Investigação e Análise

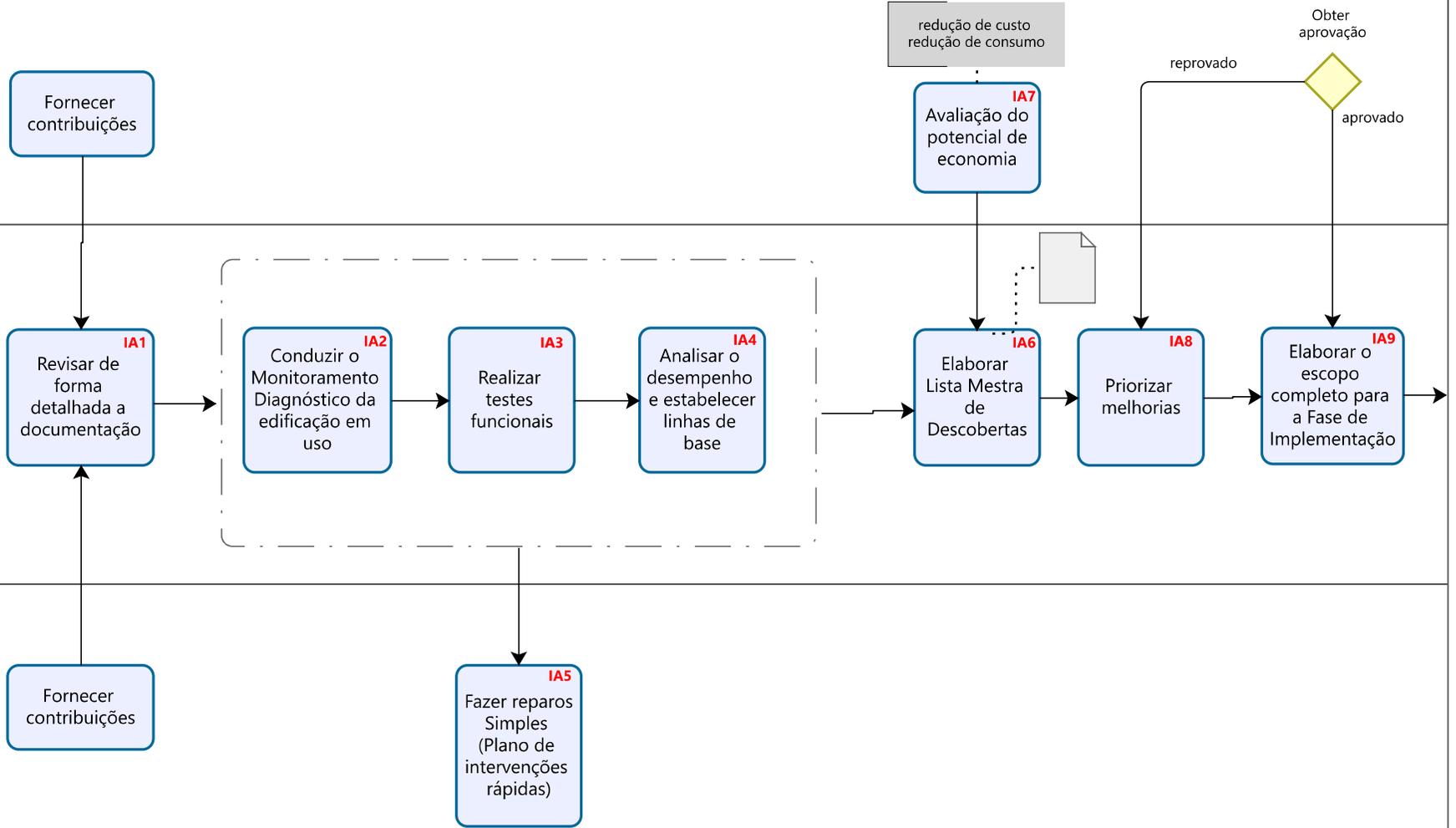
RETROCOMISSONAMENTO

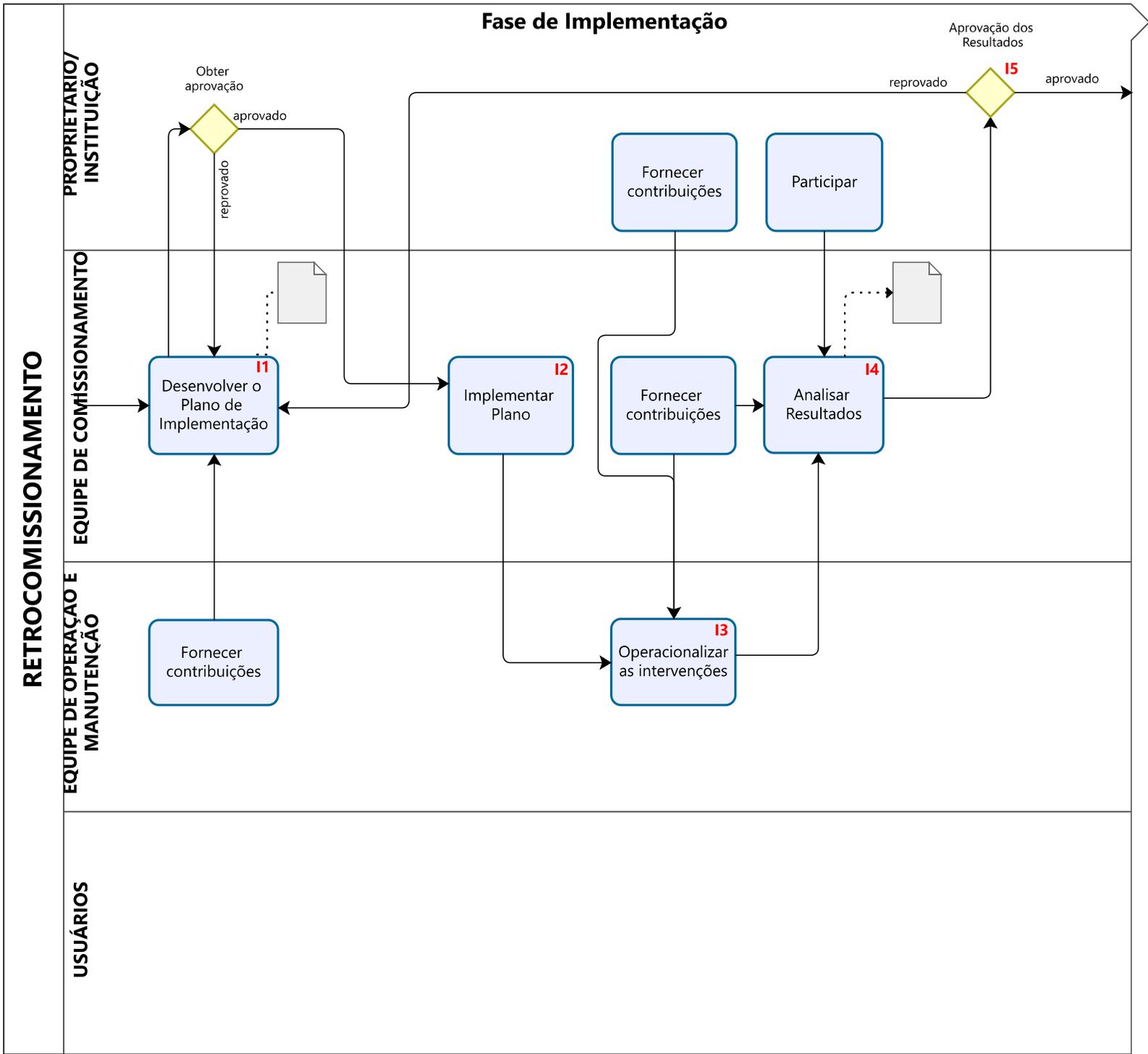
PROPRIETÁRIO/
INSTITUIÇÃO

EQUIPE DE COMISSONAMENTO

EQUIPE DE OPERAÇÃO E
MANUTENÇÃO

USUÁRIOS





Fase de Transferência e Acompanhamento

