



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

JOÃO VICTOR OLIVEIRA DE ALBUQUERQUE MALTA

**DIAGNÓSTICO PARA IMPLEMENTAÇÃO BIM USANDO O MÉTODO DE
DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS**

Recife

2020

JOÃO VICTOR OLIVEIRA DE ALBUQUERQUE MALTA

**DIAGNÓSTICO PARA IMPLEMENTAÇÃO BIM USANDO O MÉTODO DE
DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de concentração: Estruturas.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª Rachel Perez Palha.

Recife

2020

Catálogo na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

M261d Malta, João Victor Oliveira de Albuquerque.
Diagnóstico para implementação BIM usando o método de desenvolvimento e análise de alternativas estratégicas / João Victor Oliveira de Albuquerque Malta. – 2020.
95 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Rachel Perez Palha.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2020.
Inclui Referências.

1. Engenharia Civil. 2. *Building Information Modeling*. 3. *Strategic Options Development Analysis*. 4. Plano de execução BIM. 5. Diagnóstico. 6. Mapa cognitivo. I. Palha, Rachel Perez. (Orientadora). II. Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.)

BCTG/2020-55

JOÃO VICTOR OLIVEIRA DE ALBUQUERQUE MALTA

**DIAGNÓSTICO PARA IMPLEMENTAÇÃO BIM USANDO O MÉTODO DE
DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Aprovada em: 04 de Fevereiro de 2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Rachel Perez Palha (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Adiel Teixeira de Almeida Filho (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Sergio Scheer (Examinador Externo)
Universidade Federal do Paraná

AGRADECIMENTOS

A Deus por em toda sua sabedoria ter me guiado por toda a jornada da vida e me iluminado com a sabedoria necessária para superar todos os obstáculos.

À minha orientadora Prof. Dra. Rachel Perez Palha por ter me aceitado como seu orientando nessa dissertação, sempre com boa vontade em compartilhar seu tempo e conhecimentos.

Aos meus pais, Josenilda e João Renato, e a minha tia Genilda sem os quais eu jamais teria chegado até aqui. Obrigado por sempre apoiarem meus estudos desde criança, não medindo esforços para tornar meu sonho possível. Obrigado por todo o sacrifício e por aguentarem firmes todos esses anos em que estou longe. Esse trabalho é pra vocês

À minha namorada que me compreendeu durante todo o processo de produzir um trabalho científico. Obrigado por todo o amor, carinho e suporte. É muito bom saber que posso contar com você.

A todos os professores e funcionários que compõem o programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFPE.

A todos os servidores da Superintendência de Infraestrutura da UFPE por disponibilizarem seu tempo para participarem dessa pesquisa.

RESUMO

O *Building Information Modeling* (BIM) quebra paradigmas e altera consideravelmente a forma como a indústria da construção civil desenvolve seus empreendimentos. Garante uma melhor qualidade, economia e transparência através das diferentes etapas do ciclo de vida da edificação. Propõe-se elaborar um diagnóstico sobre a situação da Superintendência de Infraestrutura da UFPE (SINFRA) sobre os critérios iniciais para implementação do BIM. Desenvolveu um estudo de caso com o uso do método *Strategic Options Development and Analysis* (SODA) de estruturação de problemas. Para isso, realizaram-se entrevistas individuais com os membros da SINFRA e modelou-se um mapa cognitivo baseado nas entrevistas. A análise dos mapas cognitivos mostrou que a SINFRA enfrenta problemas com a comunicação interna, com a falta de definição das atribuições e funções de seus membros, e com fragmentação de suas diretorias. Constatou a perda sistemática de informações ao longo do ciclo de vida da construção. As entrevistas possibilitaram a atualização dos fluxogramas dos principais processos da SINFRA com as sugestões propostas pela própria equipe para mitigar os problemas encontrados. O trabalho apresenta uma caminho para a elaboração de diagnósticos a partir do uso de métodos de estruturação de problemas para encontrar uma solução consensual do grupo envolvido que crie condições favoráveis para a implementação do BIM. O método SODA provou-se uma maneira eficaz de formalizar o conhecimento tácito dos entrevistados e determinar os pontos que necessitam melhorias antes da implementação do BIM.

Palavras-chave: *Building Information Modeling*. *Strategic Options Development Analysis*. Plano de execução BIM. Diagnóstico. Mapa cognitivo.

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) breaks paradigms and considerably changes the way the construction industry develops its projects. It guarantees better quality, economy and transparency through the different stages of the building's life cycle. It is proposed to elaborate a diagnosis on the situation of the UFPE Infrastructure Superintendence (SINFRA) on the initial criteria for the implementation of BIM. Developed a case study using the Strategic Options Development and Analysis (SODA) method of structuring problems. For this, individual interviews were conducted with SINFRA members and a cognitive map based on the interviews was modeled. The analysis of the cognitive maps showed that SINFRA faces problems with internal communication, with the lack of definition of the attributions and functions of its members, and with the fragmentation of its boards. It found a systematic loss of information throughout the construction life cycle. The interviews made it possible to update the flowcharts of the main SINFRA processes with the suggestions proposed by the team itself to mitigate the problems encountered. The work presents a path for the elaboration of diagnoses based on the use of problem structuring methods to find a consensual solution for the group involved that creates favorable conditions for the implementation of BIM. The SODA method has proven to be an effective way to formalize the tacit knowledge of the interviewees and to determine the points that need improvement before the implementation of BIM.

Keywords: Building Information Modeling. Strategic Options Development Analysis. BIM Execution Plan. Diagnosis. Cognitive Map.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Motivações para implementação do BIM em projetos de construção	19
Figura 2 - Porcentagem de participantes por benefício BIM.....	20
Figura 3 - Organograma da Superintendência de Infraestrutura	31
Figura 4 - Etapas da pesquisa	35
Figura 5 - Fluxograma de produção de projetos (Diretor).....	42
Figura 6 - Fluxograma de produção de projetos (<i>workshop</i>).....	43
Figura 7 - Fluxograma de produção de projetos (modificações da equipe)	44
Figura 8 - Esboço do mapa cognitivo da DPP.....	45
Figura 9 - Mapa cognitivo da DPP	46
Figura 10 - Fluxograma do ciclo de vida da DFO (diretor).....	48
Figura 11 - Fluxograma da medição mensal (diretor)	49
Figura 12 - Fluxograma da DFO (<i>workshop</i>)	50
Figura 13 - Fluxograma da medição mensal (modificações da equipe)	51
Figura 14 - Esboço do mapa cognitivo da DFO	51
Figura 15 - Mapa Cognitivo da DFO.....	52
Figura 16 - Fluxograma de solicitação de demanda (diretor).....	54
Figura 17 - Fluxograma de solicitação de demanda (<i>workshop</i>).....	55
Figura 18 - Fluxograma de solicitação de demanda (modificações da equipe).....	56
Figura 19 - Esboço do mapa cognitivo da DMC	57
Figura 20 - Mapa cognitivo da DMC	58
Figura 21 - Fluxograma da gerência de recursos hídricos da DGA (existente)	60
Figura 22 - Fluxograma da gerência de fiscalização de contratos da DGA (existente)	61
Figura 23 - Fluxograma da gerência de operações da DGA (existente).....	62
Figura 24 - Fluxograma da gerência de projetos e ações ambientais da DGA (existente).....	62
Figura 25 - Esboço do mapa cognitivo da DGA	63
Figura 26 - Fluxograma da gerência de recursos hídricos da DGA (<i>workshop</i>)	64
Figura 27 - Fluxograma da gerência de recursos hídricos da DGA (modificações da equipe)	65
Figura 28 - Fluxograma da gerência de fiscalização de contratos da DGA	65
Figura 29 - Fluxograma da gerência de operações da DGA (modificações da equipe)	66
Figura 30 - Mapa cognitivo da DGA.....	67
Figura 31 - Fluxograma de execução orçamentaria das obras e projetos de engenharia (existente)	70

Figura 32 - Fluxograma de procedimentos após a emissão da nota de empenho de obras e projetos de engenharia	71
Figura 33 - Esboço do mapa cognitivo da DA	72
Figura 34 - Mapa cognitivo da Diretoria Administrativa	73
Figura 35 - Fluxograma licitação modalidade tomada de preço e concorrência de obras e projetos	75
Figura 36 - Fluxograma para execução de serviços ou obras.....	76
Figura 37 - Mapa cognitivo da Diretoria de Licitações e Contratos	77
Figura 38 - Mapa cognitivo da SINFRA	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo dos benefícios da implementação do BIM	20
Tabela 2 - Resumo das barreiras para implementação do BIM.....	22
Tabela 3 - Visão geral das abordagens SODA, SCA e SSM.....	25
Tabela 4 - Perguntas gerais das entrevistas	36
Tabela 5 - Aspectos relevantes para os participantes	80

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO.....	14
1.2	OBJETIVOS DO TRABALHO.....	15
1.2.1	Objetivo Geral	15
1.2.2	Objetivos Específicos.....	15
1.3	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	15
2	BASE CONCEITUAL.....	16
2.1	<i>BUILDING INFORMATION MODELING</i>	16
2.1.1	Implementação BIM.....	17
2.1.2	Benefícios do BIM.....	19
2.1.3	Barreiras na Implementação do BIM.....	21
2.1.4	Responsabilidades das atividades BIM	23
2.2	MÉTODO DE ESTRUTURAÇÃO DE PROBLEMAS	24
2.2.1	Método SODA.....	26
2.2.2	Mapa Cognitivo	27
2.3	APLICAÇÕES DO MÉTODO SODA	28
3	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA E DE SEU CONTEXTO	30
4	MATERIAIS E MÉTODO	33
4.1	ENTREVISTAS	36
4.2	MODELAGEM DOS MAPAS COGNITIVOS.....	37
4.3	ANÁLISE DO MAPA COGNITIVO	38
4.4	DIAGNÓSTICO.....	39
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
5.1	MAPAS COGNITIVOS	40
5.1.1	Diretoria de Planos e Projetos	41
5.1.2	Diretoria de Fiscalização de Obras	47
5.1.3	Diretoria de Manutenção e Conservação	53
5.1.4	Diretoria de Gestão Ambiental.....	59
5.1.5	Diretoria Administrativa	68
5.1.6	Diretoria de Licitações e Contratos	74
5.1.7	Mapa cognitivo da SINFRA	78
5.2	DISCUSSÃO	80

5.3	IMPLICAÇÕES GERENCIAIS	82
6	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	86
	REFERÊNCIAS.....	88

1 INTRODUÇÃO

O BIM vem ganhando espaço no cenário mundial como uma alternativa para reduzir gastos e desperdícios na indústria da construção por aumentar a eficiência e a transparência dos processos nos projetos de construção civil (OKAKPU *et al.*, 2019). A compreensão no que tange a este processo cresce à medida que mais países o adotam nas diferentes fases do ciclo de vida da edificação – concepção, projeto, construção e operação (GHAFFARIANHOSEINI *et al.*, 2017). Apesar disso, muitos países ainda apresentam uma baixa adesão a este processo ou ainda estão em estágios iniciais de implementação com grande parte dos empreendimentos sendo desenvolvido às margens do BIM (CAO *et al.*, 2017). Apesar da tecnologia que dá suporte ao BIM já existir há muito tempo, sua implementação é relativamente lenta na indústria da construção se comparado com os avanços de outras indústrias. (SMITH, 2014).

Neste sentido, os governos possuem um papel de liderança fundamental para apoiar a adoção do BIM na indústria da construção, sendo, em alguns países, o principal impulsionador de sua adoção (YUAN; YANG, 2020). Cheng e Lu (2015), em uma pesquisa sobre a implementação do BIM em 14 países, identificaram seis papéis principais do poder público para a adoção do BIM: (1) iniciar e direcionar; (2) regular; (3) educar; (4) financiar; (5) demonstrar; e (6) pesquisar. Estes autores também verificaram que todos os países aplicaram os dois primeiros papéis e a maioria também aplicou os dois últimos papéis

Tuckwood (2016) verificou que criar uma legislação primária é difícil, consome tempo e nem sempre é estritamente necessário, assim, usar mandato BIM obrigatório em projetos governamentais pode representar uma alternativa à legislação formal no papel de incentivar pessoas e organizações a aderirem aos principais requisitos do BIM que envolvem mudanças significativas dos processos. Assim, desenvolver uma diretiva governamental clara pode ajudar a influenciar, de forma positiva, a participação das empresas de construção civil na incorporação dos processos BIM. Esta estratégia, portanto, é uma forma comprovada de levar o setor público à assumir a liderança na implementação do BIM (YANG; CHOU, 2018).

Políticas governamentais de adoção do BIM em vários países como EUA e Reino Unido desenvolveram papéis importantes para o avanço na implementação do BIM em seus respectivos países (YANG; CHOU, 2018). Seguindo esses passos o Governo Brasileiro também adotou medidas para incentivar a disseminação do BIM pelo Brasil. O Decreto 9.983/2019 estabelece a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM no Brasil, que tem

como objetivos, entre outros, difundir o BIM e os seus benefícios; e coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM (BRASIL, 2019). Esta estratégia propõe metas e prazos a serem executados nos próximos anos, começando com a adoção do BIM para desenvolvimento de novos projetos de arquitetura e engenharia a partir de 2021; seguido pela aplicação do BIM na execução direta ou indireta de projetos de arquitetura e de engenharia em 2024; e finalizando com a adoção do BIM para os serviços de gerenciamento e de manutenção de construções em 2028 (MDIC, 2018).

Os mandatos do BIM são frequentemente liberados juntamente com os guias para implementação BIM para ajudar no plano estratégico de longo prazo a levar a indústria nacional da construção a um nível em que os benefícios do BIM possam ser alcançados (SACKS *et al.*, 2018). Além disso, vários desses guias incluem uma análise sobre o nível de colaboração, uma vez que a colaboração entre os participantes do projeto é essencial e leva o grupo a outro problema que envolve os riscos legais e de segurança (SACKS *et al.*, 2018). Portanto, o grupo precisa decidir como eles podem colaborar e quais aptidões e recursos podem ser compartilhados entre o grupo, mas os projetos em BIM estão enfrentando vários problemas em termos de colaboração entre os membros da equipe (ORAE *et al.*, 2019). Além disso, a implementação do BIM em instituições públicas é um processo que envolve diversos fatores, com um grande número de variáveis, levando esta implementação a envolver um amplo contexto de decisões por parte dos envolvidos. As decisões de grupo são consideradas complexas porque, em geral, envolvem problemas mal definidos e pontos de vista conflitantes. Dessa forma, a fim de criar um compromisso do grupo com o novo processo de projeto e definir de forma consensual o que será compartilhado, é importante numa fase prévia realizar um trabalho que permita ao grupo entender quais serão os seus compromissos diante deste novo cenário, como levantado por Orae *et al.* (2019).

Uma vez que uma das principais barreiras para o uso do BIM é a falta de conhecimento do processo BIM e como o BIM muda todo o fluxo de trabalho (CHENG; LU, 2015) , a utilização de um Método de Estruturação de Problemas (*Problem Structuring Methods – PSM*) poderia auxiliar o grupo a conhecer e construir o seu próprio processo de projeto, fluxo de informações entre os participantes e responsabilidades a serem compartilhadas. Entre os PSMs, esta dissertação utiliza do método *Strategic Options Development and Analysis* (SODA), que visa obter a interpretação de cada indivíduo sobre uma situação problemática (ACKERMANN; EDEN, 2001). Esse método é construído a partir dos mapas cognitivos onde são registrados os diferentes pontos de vista dos indivíduos (ROSENHEAD, 1996). Desta

forma, o SODA possibilita a construção do problema global a partir das perspectivas de cada indivíduo. Além disso o mapeamento cognitivo aplicado a um grupo aumenta as chances desse grupo perceber-se como responsável pelo problema, o que por sua vez, aumenta a probabilidade de sucesso no processo de implementação das soluções acordadas (EDEN, 2004). Assim, as principais contribuições dessa dissertação são: i) a proposição do uso dos métodos de estruturação de problemas, através da utilização do SODA, como ferramenta para auxiliar no contexto da implementação do BIM, a fim de ajudar a estruturar o problema e encontrar uma solução em consenso com o grupo envolvido, que ainda não foi feito na literatura; ii) apresentar um caminho para elaboração de diagnósticos em outras empresas e setores que busquem realizar esta implementação, não só em empresas públicas, mas também em empresas privadas; além disto, (iii) essa dissertação trata de um estudo de caso onde esta metodologia foi aplicada com a finalidade de criar condições que fossem favoráveis a implementação do BIM e os resultados da aplicação deste procedimento são discutidos e apresentados nessa dissertação.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

Em 2018, O Brasil adotou ao BIM como padrão para obras públicas no âmbito federal, estabelecendo metas e prazos para sua implementação. Para atender as disposições do decreto 9.983/2019, o setor de projetos da UFPE precisará passar por uma profunda reestruturação nos processos desenvolvidos. Tendo em vista a urgência e os desafios para a implementação do BIM na Superintendência de Infraestrutura (SINFRA) da UFPE, faz-se necessário a realização de um trabalho que possa balizar a implementação da metodologia BIM.

O setor público, em geral, enfrenta grandes dificuldades na adoção de novas tecnologias, o que se torna ainda mais problemático quando se trata da indústria da construção. Uma variedade de problemas, desde conflitos entre gerações até falhas nos processos, pode interferir na implementação do BIM. Também é possível destacar questões legais que se aplicam aos contratos públicos e podem comprometer a aplicação do BIM na sua totalidade.

A realização de um estudo de diagnóstico, que forneça ao gerente BIM as informações necessárias para que ele possa elaborar mais assertivamente o Plano de Execução do BIM, tem grande relevância para a implementação bem-sucedida do BIM.

Assim, o estudo do setor e o diagnóstico prévio à adoção do BIM são muito importantes para atenuar problemas na adoção da metodologia.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

Com a realização deste estudo, pretende-se alcançar os seguintes objetivos:

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta dissertação é fazer um diagnóstico sobre a situação da Superintendência de Infraestrutura da UFPE (SINFRA) em relação aos critérios iniciais básicos para a implementação da Modelagem de Informações da Construção.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- a) Formalizar o conhecimento tácito dos entrevistados;
- b) Criar os fluxos de processos das principais atividades de cada diretoria;
- c) Identificar gargalos e problemas no fluxo de processos;
- d) Propor melhorias nos processos.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O trabalho está estruturado em cinco capítulos descritos a seguir:

O Capítulo I apresenta a Introdução com as motivações e justificativas para o desenvolvimento do trabalho e os objetivos do estudo.

O Capítulo II apresenta a base conceitual e a revisão bibliográfica utilizadas para embasar o estudo aqui apresentado.

O Capítulo III apresenta a descrição do problema e o contexto no qual a SINFRA está inserida

O Capítulo IV apresenta o método usado nesta dissertação.

O Capítulo V apresenta os resultados encontrados e interpreta os dados obtidos.

O Capítulo VI apresenta as conclusões e trabalhos sugestões para futuros trabalhos.

2 BASE CONCEITUAL

O capítulo de base conceitual tem como objetivo descrever as principais abordagens relacionadas aos assuntos que serão trabalhados nesta pesquisa, configurado a partir dos conceitos e definições referentes a fundamentação teórica da pesquisa de mestrado.

2.1 *BUILDING INFORMATION MODELING*

O *Building Information Modeling* (BIM) rompe com os antigos paradigmas da indústria da construção civil e mostra-se com a principal alternativa para solucionar os problemas de baixo desempenho que sempre afetaram essa indústria.(SACKS *et al.*, 2018). De maneira geral os profissionais da construção civil operam em uma plataforma bidimensional e de forma fragmentada, com cada fase do projeto sendo executada de maneira isolada. Essa falta de colaboração entre as equipes pode acarretar, entre outras coisas, em retrabalho na obra, atrasos, aditivos e processos entre as partes (HARDIN; MCCOOL, 2015).

BIM pode ser definido como um conjunto de atividades e processos que buscam desenvolver uma representação digital da edificação através de um modelo tridimensional orientado ao objeto em termos de suas informações geométricas e não-geométricas. Além disso o BIM utiliza uma série de ferramentas e tecnologias para desenvolver a colaboração entre os profissionais e as organizações, aumentando a produtividade através do auxílio nas fases de projeto, construção, manutenção e operação (MIETTINEN; PAAVOLA, 2014).

Quando utilizado durante o ciclo de vida do edifício, o BIM apresenta uma série extensa de benefícios que vão desde as fases iniciais de concepção da ideia, passando pela elaboração dos projetos, execução e fiscalização da obra, até as fases de operação e manutenção. O BIM possui grandes vantagens sobre o tradicional sistema *Computer Aided Design* (CAD), proporcionando soluções de projetos mais integradas e inteligentes. Também auxilia nos mecanismos de controle de custo e gerenciamento de projetos e equipes reduzindo conflitos e perdas (GHAFFARIANHOSEINI, *et al.*, 2017). Assim como pode desempenhar um papel fundamental na fase de manutenção fornecendo informações extraídas do modelo digital que podem apoiar as ferramentas usadas na gestão das instalações (PISHDAD-BOZORGI *et al.*, 2018).

A implementação do BIM implica em alterações em diversos processos de uma instituição. Dessa forma é necessário o entendimento do que é o BIM e quais os processos

envolvidos (SACKS *et al.*, 2018). Para auxiliar na implementação do BIM surge a necessidade de elaborar um Plano de Execução BIM (*BIM Execution Plan* – BEP) que define instruções para a implementação do BIM baseado nos objetivos pretendidos pela instituição. No BEP fica definido quais são as expectativas e como elas serão atendidas, como se dará a comunicação entre as equipes e os *softwares* e como a informação será estruturada ao longo do ciclo de vida do empreendimento (HARDIN; MCCOOL, 2015).

2.1.1 Implementação BIM

A efetiva implementação do BIM continua sendo uma questão relevante para a indústria da construção. Enquanto a tecnologia que suporta o BIM já existe há muito tempo, a implementação do BIM é relativamente lenta na indústria da construção se comparado com os avanços de outras indústrias. (SMITH, 2014).

Apesar do que foi alcançado até agora, a implementação do BIM não possui uma solução única para todos os casos. Não existe um modelo padrão que se adapte à situação de todas as organizações. Um argumento semelhante pode ser feito para a implementação do BIM nos países e na indústria da construção civil. Para ter sucesso na implementação do BIM, as organizações precisam de uma estratégia que atenda às suas necessidades específicas e valores de negócios. (ALMUNTASER; SANNI-ANIBIRE; HASSANAIN, 2018).

Os objetivos da implementação BIM, portanto, devem ser coerentes com as estratégias da própria organização, tendo em vista a melhoria dos seus processos e atividades mais críticas e mais importantes (CBIC, 2016).

Para implementar o BIM, Arayici *et al.* (2011) defende que devem acontecer mudanças significativas na maneira como as empresas trabalham em quase todos os níveis do processo de construção. Dessa forma, não é necessário apenas aprender a utilizar novos aplicativos de *software*, mas também reinventar o fluxo interno de trabalho. Assim, o setor poderia se beneficiar de um conjunto claro de diretrizes que descrevem uma estratégia e metodologia eficazes de implementação do BIM no nível organizacional.

Cheng e Lu (2015) acreditam que uma das principais barreiras para o uso do BIM é a falta de conhecimento do processo BIM e como o BIM muda todo o fluxo de trabalho. Portanto, projetos-piloto conduzidos pelo governo para demonstrar a implementação e o fluxo de trabalho do BIM podem ajudar a preencher essa lacuna de conhecimento.

A tecnologia BIM está evoluindo rapidamente e a pesquisa e o desenvolvimento são importantes para ajudar a indústria a melhorar o conhecimento sobre o BIM. O setor público, como agente interessado, pode realizar pesquisas BIM, colaborar com instituições de pesquisa ou apoiar financeiramente terceiros em projetos de pesquisa relacionados ao BIM para melhorar as habilidades em BIM no setor. (CHENG; LU, 2015).

A implementação do BIM fornece mais do que apenas soluções que podem ser adaptadas e desenvolvidas em outras organizações que compartilham os mesmos desafios. Ela também fornece conhecimento sobre problemas e gargalos de implementação podendo auxiliar no desenvolvimento do BIM, assim como, ferramentas complementares e soluções organizacionais (MIETTINEN; PAAVOLA, 2014). É por isso que a implementação deve ser feita através do estabelecimento de um projeto formal, minimamente estruturado e bem documentado (CBIC, 2016).

Segundo Succar e Kassem (2016), a implementação do BIM refere-se ao conjunto de atividades desenvolvidas por uma organização para preparar, implantar ou melhorar suas entregas (produtos) e seus fluxos de trabalho (processos). A implementação do BIM é apresentada como uma abordagem em três fases:

- a) Facilidade BIM – representa a propensão ou o nível de preparação da organização para adotar o BIM. É a fase de planejamento e preparação das atividades que antecedem a implementação.
- b) Capacitação BIM – é a implementação voluntária de ferramentas, fluxos de trabalho e protocolos BIM. A capacitação BIM é alcançada através de estágios bem definidos, separados por etapas evolutivas.
- c) Maturidade BIM – é a melhoria gradual e contínua da qualidade, repetitividade e previsibilidade dentro dos recursos disponíveis.

Em seu estudo Cao *et al.* (2017) classificou, em quatro grandes categoria, as motivações para projetistas e construtores implementarem o BIM. A Figura 1 esquematiza as quatro categorias de motivações.

Figura 1 - Motivações para implementação do BIM em projetos de construção



Fonte: adaptado de Cao *et al.* (2017).

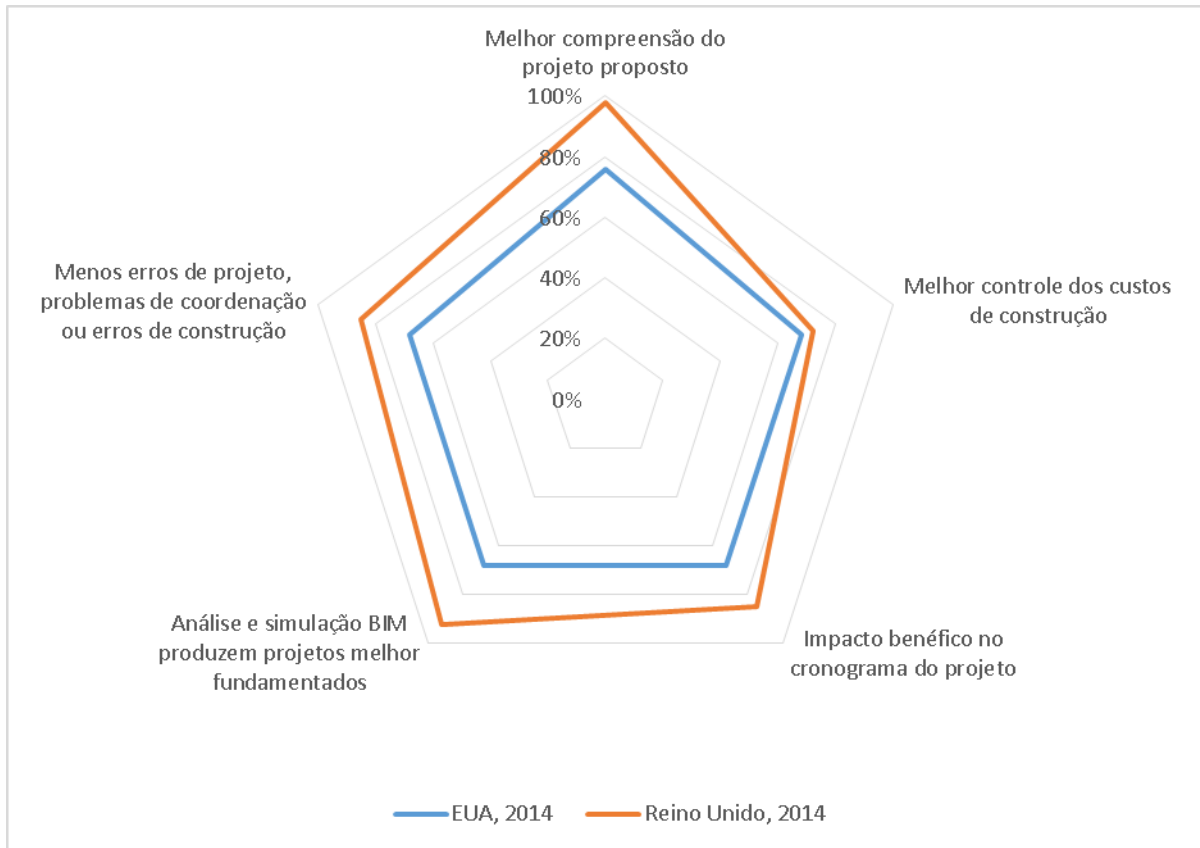
As motivações para organizações implementarem o BIM podem ter origem social ou econômica. As motivações sociais podem envolver pressões externas (motivação reativa) como normas criadas por agências regulatórias e a influência de outros agentes do ciclo de vida do projeto, ou envolver desejos intrínsecos da organização em parecer tecnologicamente superior (motivação de imagem). Já as motivações econômicas podem envolver o desejo de melhorar a eficiência e os lucros no projeto atual (motivação econômica baseada no projeto) ou podem envolver a vontade de aprender com os projetos em busca de benefícios econômicos em projetos futuros (motivação econômica entre projetos) (CAO *et al.*, 2017).

2.1.2 Benefícios do BIM

Há uma ampla gama de benefícios associados ao uso do BIM. Eles variam de superioridade técnica, recursos de interoperabilidade, informações da construção disponíveis de forma antecipada, uso em todo o ciclo de vida da construção, precisão na aquisição de materiais, mecanismos aprimorados de controle de custos, redução de conflitos e benefícios para equipe do projeto (GHAFARIANHOSEINI *et al.*, 2017).

Na pesquisa realizada por Jones e Bernstein (2014) foi solicitado que os participantes avaliassem o quanto concordavam com cada um dos cinco benefícios do BIM. Estes participantes possuíam alto nível de envolvimento com BIM nos EUA e no Reino Unido antes do início desta pesquisa. A Figura 2 mostra a porcentagem de participantes que experimentaram cada um desses benefícios.

Figura 2 - Porcentagem de participantes por benefício BIM



Fonte: adaptado de Jones; Bernstein (2014).

Já a revisão na literatura, realizada por Chan, Olawum e Ho (2019) encontrou os mesmos cinco benefícios e apontou mais sete benefícios da adoção do BIM nas organizações. Os resultados dos benefícios da implementação do BIM estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resumo dos benefícios da implementação do BIM

Benefícios da implementação BIM	Descrição
Melhorar a qualidade do projeto	A implementação do BIM melhora as variáveis de qualidade do projeto, facilitando a avaliação de materiais de construção e processo de trabalho
Melhor entendimento do projeto	A aplicação do 3D pode facilitar a capacidade da equipe do projeto de visualizar e entender o projeto, usando algumas funções essenciais como "renderização" e "walk-through".
Fornecimento de dados do ciclo de vida	As informações geradas pelo sistema BIM podem ser utilizadas em todo o ciclo de vida do projeto.
Esclarecimento do escopo	O BIM é uma ferramenta apropriada para verificar conflitos e reduzir discrepâncias entre desenhos de projeto.

Aceleração do processo de projeto	O BIM facilita o processo de criação do projeto, para garantir que todas as partes interessadas entendam e aprovelem o projeto rapidamente.
Reduz o custo de construção	O modelo BIM pode facilitar o planejamento eficaz para aumentar a eficiência e reduzir o retrabalho afim de economizar tempo e dinheiro
Melhores estimativas e controle de custos	O BIM pode gerar automaticamente dados, incluindo quantitativos de materiais, o que pode aumentar a precisão do cálculo e controle de custos em comparação com o levantamento manual
Melhor planejamento e monitoramento da construção	O sistema BIM pode exibir uma imagem completa muito clara do projeto e mostrar as sequências de trabalho em um computador antes do início real do projeto no local
Comunicações mais eficientes	O sistema BIM facilita o processo de compartilhamento e coordenação de conhecimento na indústria.
Redução de duração do projeto	O BIM facilita a entrega de um projeto de construção dentro ou antes do cronograma.
Melhor desempenho de segurança	O BIM facilita a integração entre precauções e variáveis que podem ser simuladas para melhorar a segurança na obra.
Aprimoramento da imagem organizacional	Uma política ou estratégia da organização para integrar e implementar o BIM em seus processos de trabalho pode melhorar sua vantagem competitiva

Fonte: adaptado de Chan; Olawum; Ho (2019).

O cliente em um projeto de construção, em geral, é um dos principais beneficiários da implementação do BIM. Sendo o governo um dos maiores clientes da indústria da construção civil, este tem o maior potencial para usufruir dos maiores benefícios da implementação do BIM. Esse fato leva a maioria dos países a se envolver ativamente na promoção da adoção do BIM (YANG; CHOU, 2018).

2.1.3 Barreiras na Implementação do BIM

Apesar de todas as estratégias desenvolvidas para implementação e benefícios tecnológicos e os ganhos econômicos que agem como motivadores, a implementação do BIM sofre com uma variedade de barreiras que dificultam o total aproveitamento dos avanços proporcionados pelo BIM (Cao *et al.*, 2017). Chan, Olawum e Ho (2019) realizaram uma revisão da literatura acerca das barreiras mais comuns enfrentadas para a implementação do BIM. Os resultados encontrados são vistos na Tabela 2.

Tabela 2 - Resumo das barreiras para implementação do BIM

Barreiras à implementação do BIM	Descrição
Alto custo inicial	O custo de aquisição do <i>software</i> BIM e licenças, hardware e outros recursos associados à adoção do BIM
Falta de conhecimento	A inexistência de uma equipe de projeto com experiência anterior em implementação do BIM
Interoperabilidade entre <i>softwares</i>	A perda de dados e informações nos modelos BIM devido à incompatibilidade entre os modelos de <i>software</i> BIM
Falta de treinamento / cursos	A indisponibilidade de programas de treinamento para facilitar a transferência de conhecimento sobre BIM
Barreira cultural (resistência à mudança)	A apatia das partes interessadas do projeto em mudar das formas convencionais (2D) de gerenciamento de projetos e designs.
Fraca colaboração dos participantes do projeto	O baixo nível de compartilhamento e coordenação de informações entre os membros da equipe do projeto e na indústria.
Estrutura organizacional	Falta de unidades ou diretorias para apoiar a implementação e prática do BIM
Falta de subempreiteiros que dominem o BIM	Não existem subempreiteiras habilitadas em BIM para facilitar seu uso no setor
Risco de segurança	Problemas decorrentes do risco de perda do direito de propriedade intelectual dos modelos BIM
Falta de regulamento da indústria	Não disponibilidade de normas, códigos e regulamentos BIM para facilitar a implementação do BIM
Dificuldade de medir os impactos do BIM	A árdua tarefa envolvida de avaliar de forma independente e exclusiva a influência do BIM no sucesso do projeto.
Escassez de dados na fase de construção	A redução e o insuficiente nível de detalhes (LOD) no modelo BIM usado na fase de construção.

Fonte: adaptado de Chan, Olawum; Ho (2019).

Dentre as 12 barreiras, o estudo de caso de Chan, Olawum e Ho (2019) aplicado na indústria da construção de Hong Kong, identificou que a barreira cultural (resistência a mudanças) foi a mais relevante entre os entrevistados, seguido por problemas na estrutura organizacional e insuficiente interoperabilidade entre *softwares*.

Outro estudo desenvolvido por Zhou, Yang e Yang (2019) apontou as principais barreiras para a implementação na indústria da construção chinesa. A primeira barreira é a falta de normas e regulamentos, em seguida apareceu a insegurança legal e as limitações dos *softwares*.

Barreiras culturais do ambiente brasileiro também podem representar dificuldades extras na adoção do BIM. Baixa valorização da fase de planejamento, modelo de contratação

que não favorece a aplicação do BIM ainda nas fases iniciais do projeto, ceticismo sobre os benefícios da implementação, o tipo de modelo educacional das universidades que dificultam à disseminação da metodologia BIM e até mesmo o conflito de gerações entre profissionais mais experiente que ainda usam o CAD e os mais jovens quem desejam implementar o BIM são barreiras apontadas pela CBIC (CBIC, 2016).

2.1.4 Responsabilidades das atividades BIM

A implementação do BIM afeta a estrutura organizacional, as responsabilidades e a função dos envolvidos na indústria da construção civil para atender às novas atividades decorrentes do BIM (SUCCAR, 2009). Dessa forma os papéis dos profissionais da construção civil estão evoluindo para atender as demandas de projetos BIM (SEBASTIAN, 2011).

Além dessa evolução, com a nova tecnologia, novas funções e responsabilidades foram criadas para garantir o sucesso da transição organizacional para metodologia BIM e para projetos feitos com BIM. Algumas das nomenclaturas usadas são coordenador BIM, gerente BIM e gerente de informações (AKINTOLA; VENKATACHALAM; ROOT, 2017).

Segundo Sebastian (2011), o gerente BIM lida com os processos e com a equipe. Ele fornece e mantém soluções tecnológicas necessárias para as funcionalidades do BIM, gerencia o fluxo de informações e aprimora as habilidades de colaboração da equipe. O gerente BIM não toma decisões sobre soluções de projeto e engenharia, nem sobre os processos organizacionais, mas suas funções na cadeia de tomada de decisão estão focadas em:

- a) Desenvolver o BIM, definir a estrutura e o nível de detalhe do modelo e implantar ferramentas BIM relevantes, como verificação do modelo, importação e detecção de conflitos;
- b) Contribuir para métodos de colaboração, especialmente protocolos de tomada de decisão e comunicação, planejamento de tarefas e gerenciamento de riscos; e
- c) Gerenciar informações, em termos de fluxo e armazenamento de dados, identificar erros de comunicação e rastrear processos.

Outras funções associadas ao gerenciamento de informações, gerenciamento de informações de tarefas e gerenciamento de interface, entretanto, não se destinam a ser desempenhadas por um profissional independente. Em vez disso, espera-se que eles façam parte dos papéis dos membros existentes da equipe do projeto, exceto em circunstâncias peculiares (AKINTOLA; VENKATACHALAM; ROOT, 2017).

As funções dos membros das equipes de projetos multidisciplinares precisam ser redefinidas para refletir as relações necessárias entre várias tarefas e atividades diversas e interdependentes advindas do BIM. À medida que a escala e o escopo das tarefas cooperativas aumentam, o nível compartilhado de responsabilidade pelos projetos deve refletir-se no uso de sistemas colaborativos para que os processos se tornem mais transparentes e compreendidos pelos envolvidos no projeto (ZANNI; SOETANTO; RUIKAR, 2017).

Entretanto algumas das funções desempenhadas não são necessariamente novas, mas simplesmente antigas funções que agora são executadas de maneira diferente no processo de implementação do BIM (AKINTOLA; VENKATACHALAM; ROOT, 2017).

2.2 MÉTODO DE ESTRUTURAÇÃO DE PROBLEMAS

Métodos de estruturação de problemas (PSM) são abordagens qualitativas para ajudar a entender e trabalhar com problemas mal estruturados. Os PSMs analisam o problema através da construção de modelos qualitativos, que geralmente representam dados de diferentes pontos de vista, onde esses modelos são uma representação integrada de uma situação projetados para facilitar negociações e acordos (SMITH; SHAW, 2019). O modelo, portanto, desempenha um importante papel na negociação rumo a um acordo por meio de discussão e desenvolvimento de um entendimento comum (EDEN; ACKERMANN, 2006).

Os PSMs são apropriados para situações caracterizadas por múltiplos atores, perspectivas diferentes, interesses parcialmente conflitantes, intangibilidade e incertezas. Eles funcionam em tais contextos porque: i) foram planejados para aplicação em um formato de grupo; ii) permitem a consideração simultânea de diferentes perspectivas; iii) são de natureza participativa, com interação entre participantes e entre participante e facilitador; iv) permitem a iteração entre a análise dos dados e a aplicação dos resultados analíticos; v) encerram quando os participantes estiverem satisfeitos com o progresso alcançado, em vez de exigir o comprometimento com uma solução abrangente de todas as vertentes em interação que compõem a situação problemática (ROSENHEAD, 2006). Assim, é possível considerar que os PSMs são um amplo grupo de abordagens e tratamento de problemas cujo objetivo é auxiliar na estruturação do problemas, em vez de resolvê-los diretamente (ROSENHEAD, 1996). Os PSMs podem fornecer aos analistas um melhor acesso a problemas estratégicos, que envolvem vários decisores relativamente independentes. Os métodos transparentes de

representação dos PSMs podem capturar percepções diferentes da situação, ajudar a gerar um consenso ou facilitar as negociações (ROSENHEAD, 1996).

Através dos PSMs os problemas são analisados como sistemas nos quais os elementos estão interconectados, ao invés de serem isolados e estáticos. Portanto, os PSMs exploram questões sistêmicas, com o objetivo de construir um entendimento compartilhado e um compromisso entre as partes interessadas por meio da facilitação, participação e estimulando o diálogo por meio de uma análise estrutural da questão (SMITH; SHAW, 2019). Assim, os PSMs foram utilizados para diversos fins, como para análise causa e efeito de desperdício de alimentos (IRANI *et al.*, 2018), para dar suporte ao processo de design de arquitetura (TODELLA; LAMI; ARMANDO, 2018), para auxiliar no processo de melhoria contínua de empresas têxteis na Argentina (CASTELLINI; PAUCAR-CACERES, 2019), para identificação da percepção de riscos de alagamento pelas partes interessadas (SANTORO *et al.*, 2019), no processo de regeneração urbana (CAPOLONGO *et al.*, 2019), entre outros.

Os PSMs possuem, como característica, abordagens participativas e interativas (ROSENHEAD, 1996), que permitem aos envolvidos um maior conforto para expressar suas preferências e pontos de vista acerca do problema, o que permite a construção de um ambiente democrático para a tomada de decisões. Normalmente, as partes interessadas são entrevistadas, individualmente ou em grupo, por um facilitador que media a discussão entre os participantes e ajuda na construção do modelo para o problema (ROUWETTE; BASTINGS; BLOKKER, 2011). De acordo com Eden e Ackermann (2006), nas últimas décadas três PSMs tornaram-se particularmente bem conhecidos: *Soft Systems Methodology* (SSM), *Strategic Choice Approach* (SCA), e *Strategic Options Development and Analysis* (SODA). A Tabela 3 apresenta as características desses três métodos quanto a origem, foco, processo, organização, técnica aplicada e papel do consultor.

Tabela 3 - Visão geral das abordagens SODA, SCA e SSM

Características	SODA	SCA	SSM
Origem	Psicologia / psicologia social	Pesquisa Operacional	Engenharia de sistemas
Foco	Suporte na percepção e na estruturação de problemas	Suporte analítico de áreas de decisão	Estruturação de um problema complexo
Processo	Processo de aprendizagem onde o pensamento dialético vem da análise das percepções individuais e estas são reunidas em um modelo agregado	Processo de aprendizagem em que há uma mudança dialética entre diferentes formas de trabalhar	Processo de aprendizagem em que as visões de mundo individuais são sistematizadas

Organização	Entrevistas individuais e <i>workshops</i>	<i>Workshops</i> com participação interativa	Descrição entre o sistema do cliente e as definições de origem.
Técnica	Mapas Cognitivos	Diferentes fases de trabalho com participação interativa	Pensamento sistemático e organizado sobre a organização
Papel do consultor	Facilitador e analista	Facilitador e especialista	Facilitador e especialista

Fonte: adaptado de Sørensen; Vidal (2008).

2.2.1 Método SODA

Entre os PSMs, esta dissertação utiliza do método SODA, que visa obter a interpretação de cada indivíduo sobre uma situação problemática (ACKERMANN; EDEN, 2001). Para fazer isso utiliza o mapeamento cognitivo como uma ferramenta de modelagem para registrar os diferentes pontos de vista dos indivíduos (ROSENHEAD, 1996). Assim, este método possibilita a construção do problema global a partir das perspectivas de cada indivíduo. Além disso o mapeamento cognitivo aplicados a um grupo aumenta as chances desse grupo perceber-se como responsável pelo problema, o que por sua vez, aumenta a probabilidade de implementação das soluções acordadas (EDEN, 2004).

O SODA tem suas raízes nos campos da Pesquisa Operacional e da psicologia cognitiva. SODA é uma maneira de trabalhar com um grupo de pessoas e uma técnica para construir mapas cognitivos de como as pessoas percebem e pensam sobre uma situação problemática. É usado quando grupos de pessoas, individualmente e em conjunto, podem ter dificuldades em definir e estruturar sua percepção de uma situação problemática (SØRENSEN; VIDAL, 2008).

O método SODA captura os múltiplos pontos de vista em mapas cognitivos, unindo os modelos de cada participante para formar um novo modelo que engloba todos os pontos de vista. Durante o processo de elaboração do mapa o facilitador encoraja os participantes a sempre agregarem mais detalhes ao mapa (SMITH; SHAW, 2019) e a definir ativamente suas próprias estratégias (KWAHK; KIM, 1999).

Portanto, o método SODA estabelece um entendimento conjunto de um problema através da construção de mapas de grupo compartilhados. Esses mapas são compostos de mapas cognitivos individuais agregados ou de um único mapa criado por vários participantes. Em ambos os casos, podem fornecer uma forma pela qual os membros do grupo entendam,

conjuntamente, as perspectivas dos outros membros, reflitam sobre os problemas que surgem delas e comecem a negociar em uma direção estratégica acordada (SMITH; SHAW, 2019).

Os consultores podem empregar o SODA como um “*front end*” para análises posteriores que são posteriormente conduzidas por métodos convencionais de solução de problemas. Eles podem usar SODA para o estágio de formulação do problema, após o qual, por exemplo, eles podem encontrar o problema mais favorável a aplicação de métodos de decisão multicritério ou o processo pode focar a atenção em uma incerteza que requer outro tipo de abordagem (ROSENHEAD, 1996).

A estrutura da SODA é composta por quatro perspectivas teóricas importantes e interativas. Essas perspectivas incluem: i) o indivíduo, através da psicologia cognitiva; ii) a natureza das organizações e grupos (como empresas negociam); iii) prática de consultoria, através da interação entre um facilitador e um grupo; iv) o papel da tecnologia e das técnicas para permitir a construção de um modelo visualmente interativo (ACKERMANN; EDEN, 2010).

2.2.2 Mapa Cognitivo

As técnicas de mapeamento cognitivo são uma família de procedimentos projetados para obter e representar sistematicamente as crenças dos atores em relação a um problema ou evento específico (HODGKINSON; MAULE; BOWN, 2004). Um mapa cognitivo inclui uma descrição de uma situação problemática e, por implicação ou explicação, um entendimento sobre o que pode ou não ser feito sobre um problema (EDEN, 1994).

Os mapas cognitivos não foram pensados como modelos de cognição, mas como ferramentas para o pensamento reflexivo e a solução de problemas. É, portanto uma teoria que resultou em um método de modelagem que busca retratar a maneira pela qual os proprietários de problemas estão entendendo sua situação (EDEN, 1994).

A modelagem cognitiva possui os seguintes recursos: compreensão e captura de relações de causa e efeito, facilitar a identificação de problemas e oportunidades e facilitar o pensamento de sistemas em uma organização.(KWAHK; KIM, 1999). Os mapas cognitivos são, em geral, derivados de entrevistas realizadas com os atores envolvidos nas tomadas de decisão e, portanto, pretendem representar o mundo subjetivo desses entrevistados. Um conjunto de vários mapas cognitivos derivados de cada membro de uma equipe pode ainda ser

mesclado em um único mapa do grupo (EDEN, 2004). Esse mapa tende a representar a visão compartilhada dos entrevistados acerca da situação.

O mapa cognitivo geralmente é desenhado como pequenos pedaços de texto (constructos) vinculados por setas unidirecionais. No caso geral, uma declaração no final de uma flecha é considerada causa ou influência da declaração na ponta da seta (EDEN, 2004). Um mapa cognitivo é orientado ao problema e, portanto, os construtos no mapa são proposicionais, sugerindo uma possível opção de ação. Sempre que possível, um construto inclui um polo contrastante para expressar uma circunstância psicológica oposta ao polo primário do construto (EDEN, 1994). Eles são caracterizados por uma estrutura hierárquica, na maioria das vezes na forma de um gráfico de meios / fins, com as metas localizadas no topo da hierarquia.

Assim, o mapa cognitivo é um gráfico direcionado, semelhante a um diagrama de influência, que se concentra em um entendimento qualitativo da situação através das ligações entre construções bipolares (EDEN, 1994).

2.3 APLICAÇÕES DO MÉTODO SODA

O método SODA tem sido amplamente utilizada para a estruturação de problemas e tomada de decisões em organizações públicas e privadas, grandes e pequenas e em todos os níveis hierárquicos (ACKERMANN; EDEN, 2010). O método também pode ser usada para auxiliar a participação pública em decisões de agências governamentais (HJORTSØ, 2004), ou na análise de políticas públicas (EDEN; ACKERMANN, 2004; FARSARI; BUTLER; SZIVAS, 2010).

No Brasil, o método SODA vem sendo usada em vários estudos na área de gestão de recursos hídricos. Medeiros, Urtiga e Moraes (2017); Schramm e Schramm (2018) aplicaram o SODA como uma abordagem de estruturação de problemas e suporte para negociação na gestão de recursos hídricos. Já Levino e Moraes (2009) aplicaram na busca de decisões estratégicas para o comitê de bacias hidrográficas do estado de Pernambuco.

Além da gestão de recursos hídricos outras áreas de estudo também fazem uso do método SODA. Santos *et al.* (2019) utilizaram o SODA para estruturar as perspectivas contrastantes de diferentes atores sobre o uso e conservação das florestas nativas no estado de Santa Catarina. Carvalho (2019) empregou o SODA para estruturar a problemática da integração da cadeia de suprimentos de hortaliças no Distrito Federal. Guarnieriz, Silva e

Levino (2016) conduziram a estruturação do problema de decisões relacionadas à gestão da logística reversa de rejeitos eletrônicos aplicando o método SODA. Enquanto Manso, Suterio e Belderrain (2015) usaram o SODA para mapear o sistema de defesa civil do estado de São Paulo e estruturar o gerenciamento de desastre no estado.

Como observado no grande número de trabalhos que empregam, o SODA é um método comprovadamente eficaz de trabalhar com grupos de pessoas que, individualmente ou em conjunto, tem dificuldades em definir e estruturar sua percepção de uma situação problemática (SØRENSEN; VIDAL, 2008).

O método SODA foi escolhida por sua capacidade de identificar e relacionar ações para orientar as decisões na direção definida pelo grupo. Como o mapeamento cognitivo é possível influenciar o processo de negociação para criar um consenso e um compromisso por parte do grupo com o curso de ação proposto (ROUWETTE; BASTINGS; BLOKKER, 2011). O método também aumenta a integração do grupo através da melhora na comunicação e da percepção de pertencimento nas tomadas de decisões, o que facilita no comprometimento do grupo em alcançar as soluções acordadas (HJORTSØ, 2004).

Dessa forma, em um ambiente marcado pela fragmentação dos processos, onde cada profissional sente-se responsável apenas por sua parcela do trabalho, fica claro a importância de um método de estruturação de problemas que seja integrativo e capaz de gerar comprometimento e adesão as mudanças propostas para a implementação do BIM.

3 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA E DE SEU CONTEXTO

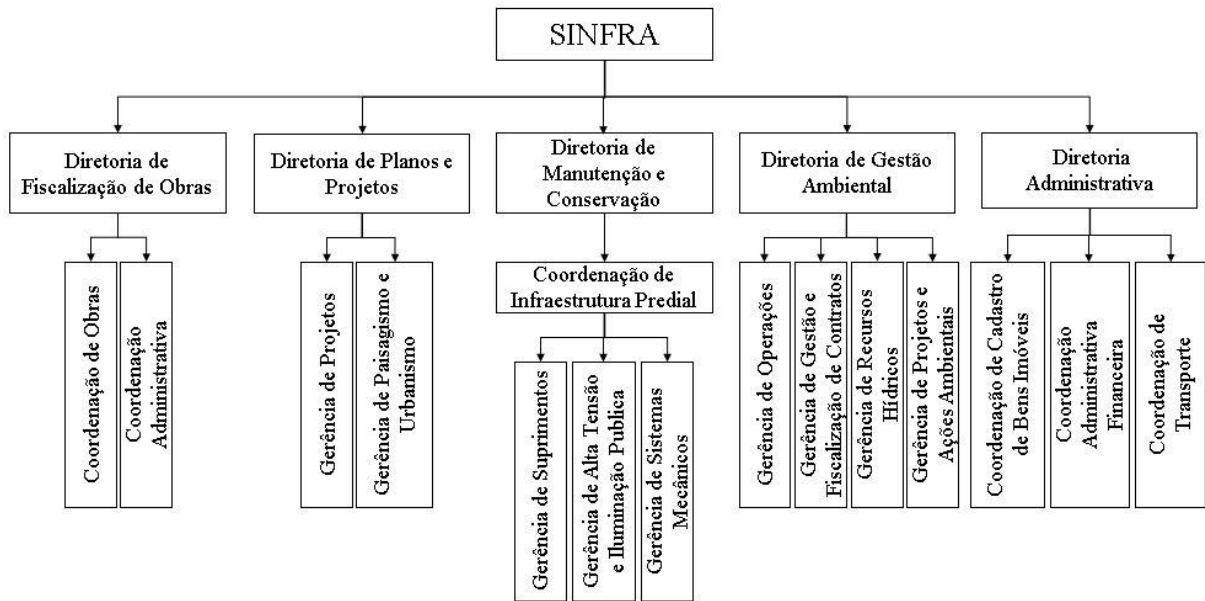
Este estudo foi realizado na Superintendência de Infraestrutura (SINFRA) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). A SINFRA é responsável pelo planejamento e gerenciamento das obras e pelo uso do espaço físico da universidade e pela prestação de serviços de construção e manutenção urbana e conservação, com o objetivo de preservar a integridade da infraestrutura e melhorar o acesso às instalações da universidade.

A SINFRA emprega ferramentas 2D-CAD na entrega de todos os seus projetos e segue o modelo tradicional de construção com uma abordagem de desenvolvimento sequencial comumente aplicada no processo de projeto, construção e operação. Nesse modelo, o cliente contrata um arquiteto que projeta e depois escolhe a construtora para construí-los. Por fim, os gerentes das instalações assumem o controle da operação do edifício. Essa fragmentação gera um alto grau de desentendimento entre as partes e reduz o desempenho geral do empreendimento (ELMUALIM; GILDER, 2014).

Após a publicação do decreto brasileiro do BIM, todas as instituições públicas tiveram que iniciar a redefinição de seus departamentos de engenharia para permitir o uso do BIM em novos projetos e em reformas. Na UFPE, esse processo começou por mapear o processo de projetos atual para aumentar a compreensão do grupo sobre como eles estão desenvolvendo suas atividades e como eles poderão fazer isso após a implementação. Esse processo de transmitir os benefícios do BIM e incentivar o trabalho em conjunto é para engajar o grupo em uma solução fornecida por eles. A maior parte das atividades relacionadas à construção e reforma de edifícios na UFPE ocorre dentro da SINFRA, no entanto, algumas dessas atividades são realizadas em departamentos auxiliares.

A estrutura interna da SINFRA, como mostra a Figura 3, é dividida em cinco diretorias: (1) Diretoria de Planos e Projetos (DPP) responsável por coordenar as várias atividades relacionadas ao projeto, incluindo estudos preliminares, projetos executivos e planilhas; (2) Diretoria de Fiscalização de Obras (DFO), encarregado de registrar e monitorar a evolução de todas as atividades relacionadas à construção da obra; (3) A Diretoria de Manutenção e Conservação (DMC) planeja e coordena as atividades relativas à manutenção predial dos prédios do campus universitário; (4) Diretoria de Gestão Ambiental (DGA) responsável por promover a inserção da Universidade nos padrões de sustentabilidade exigidos; e (5) Diretoria Administrativo (DA) responsável por fornecer apoio administrativo e financeiro às demais diretorias.

Figura 3 - Organograma da Superintendência de Infraestrutura



Fonte: adaptado de SINFRA (2019).

A Diretoria de Licitações e Contratos (DLC) não pertence à estrutura da SINFRA, mas é responsável por realizar os processos de licitações e redigir os contratos da UFPE. A DLC desempenha um papel fundamental nos processos da SINFRA, uma vez que todos os contratos de fornecimento de serviços e materiais precisam seguir um processo de licitação pública.

Além disso, existem outras diretorias auxiliares, que não fazem parte da estrutura interna da SINFRA, mas desempenham um papel essencial em suas atividades diárias. Estes são os departamentos de engenharia que fazem parte da estrutura de cada centro da universidade. A estrutura organizacional desses departamentos é confusa e seu fluxo de trabalho não está relacionado ao fluxo de trabalho na SINFRA. Segue uma estrutura funcional, enquanto a SINFRA possui uma estrutura orientada a projetos. Por si só, essas diferenças na administração de diferentes grupos não comprometem o funcionamento dos departamentos, o problema ocorre pois os departamentos de engenharia de cada centro não coordenam suas ações com a SINFRA. Portanto, essas equipes se reportam apenas ao gerente funcional, que é o diretor do centro, o que acaba reduzindo a eficiência dos recursos, causando falta de coordenação e comunicação entre os departamentos, devido à perda de informações, principalmente durante a fase de manutenção. Além disso, todos os professores da universidade são clientes em potencial, o que significa que a SINFRA tem muitos clientes

internos para atender. Essas equipes seriam muito mais úteis sob um arranjo matricial. Todos esses problemas reduzem o desempenho de todas as diretorias da SINFRA. Além disso, o processo é de natureza fragmentada, levando a equipe da SINFRA a enfrentar sérios problemas de ineficiência, como atrasos no projeto, coordenação ineficaz do projeto, retrabalho, excedentes de custos de construção, padrões de qualidade insatisfatórios e falha na documentação.

Com a adoção obrigatória do BIM em projetos públicos brasileiros, a SINFRA precisa ajustar seu processo para atender aos requisitos do BIM. Esse processo de implementação representa um grande desafio, não apenas em relação ao novo salto tecnológico e aos custos necessários para a compra de *software* e *hardware*, mas o maior desafio é em relação às pessoas e à própria organização, conforme apresentado por Sacks *et al.* (2018). É necessário construir um processo aberto à inovação, que inclua a colaboração em todas as fases de um projeto: design, construção, operação e manutenção. Além disso, a atual crise econômica que o Brasil enfrenta pressiona o setor a buscar mais eficiência e transparência em suas atividades.

Nesse contexto, foi necessário entender e mapear o processo de projeto dentro da UFPE, considerando todas as partes envolvidas e auxiliar o grupo a buscar uma proposta conjunta sobre como lidar com o problema de colaboração e troca de documentos. Portanto, nesta pesquisa, os autores decidiram usar o método SODA para obter o conhecimento tácito dos envolvidos e transformá-lo em conhecimento explícito, ajudando as partes interessadas a entenderem o problema de maneira satisfatória e definir todas as variáveis que o compunham. Além disso, usando SODA, o grupo é capaz de construir uma visão comum do problema, além de mapear todas as questões associadas ao problema, o que ajuda o grupo a buscar uma decisão objetiva, levando em consideração os problemas subjetivos do processo de decisão.

4 MATERIAIS E MÉTODO

Este trabalho trata de um Estudo de Caso onde foi realizado um diagnóstico sobre o funcionamento atual da Unidade de Projetos da UFPE para proposição das mudanças que seriam necessárias para implementação do processo BIM. Para isso, optou-se por usar um Método de Estruturação de Problemas para entender como os indivíduos trabalhavam individualmente e em grupo e para identificar os principais problemas no processo de projeto dentro do setor. A fim de assegurar que o grupo teria oportunidade de construir a sua visão de como funcionava o processo de projetos dentro da UFPE e buscar em conjunto possíveis soluções para os problemas encontrados, o método escolhido foi o SODA. Assim, eles não apenas podem se engajar na solução do problema, mas também podem chegar a um acordo sobre as modificações que a unidade deve ser submetida.

Um estudo de caso investiga um fenômeno contemporâneo em seu contexto do mundo real (YIN, 2013). Este caso pode ser um indivíduo, um grupo, uma organização, um evento, um problema ou uma anomalia (RIDDER, 2017). De acordo com Eisenhardt (1989), o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que se concentra na compreensão da dinâmica presente em cenários únicos e geralmente combina vários métodos de coleta de dados, como documentos, entrevistas, questionários e observações.

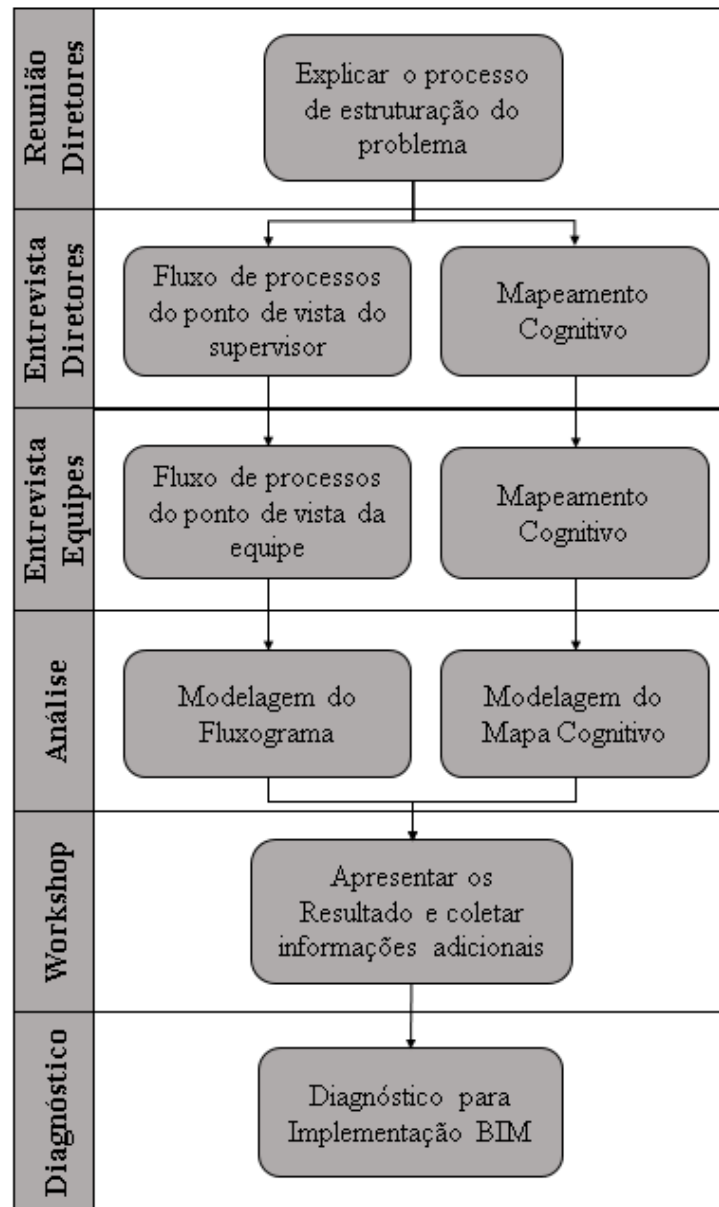
Segundo Yin (2013), conduzir um estudo de caso é um processo linear, mas iterativo, com seis etapas principais. A primeira etapa identifica se o estudo de caso é a melhor abordagem para o estudo. A segunda etapa trata do projeto de pesquisa em que teoria, proposições e assuntos relacionados são desenvolvidos para orientar o estudo de caso. A preparação é a etapa em que os protocolos, os preparativos e o treinamento do estudo de caso são criados. A quarta etapa trata dos procedimentos que devem ser seguidos para a coleta de dados de diferentes fontes de evidência. O próximo passo se concentra no desenvolvimento de uma estratégia analítica para análise de dados. A última etapa trata do compartilhamento dos resultados, onde os materiais textuais e visuais são compostos para fornecer evidências suficientes para a compreensão do caso.

O método SODA começa com entrevistas de mapeamento cognitivo dos decisores e de sua equipe, seguidas pela análise e combinação dos mapas cognitivos para mesclá-los em um único mapa usado para ajudar a entender o problema e auxiliar o grupo a chegar a um acordo sobre o grupo visão sobre o problema.

Paralelamente ao mapeamento cognitivo, a pesquisa tem como objetivo criar e analisar os fluxos de processos das principais atividades de cada diretoria. Esses fluxogramas de processo fornecerão ao facilitador uma melhor compreensão de como cada diretoria funciona. Dessa forma, possibilitará a proposição de um BEP considerando as particularidades de cada diretoria.

Como apresentado na Figura 4, a primeira etapa do cronograma de entrevistas foi reunir todos os diretores que fariam parte do estudo e explicar o processo de estruturação de problemas, apresentando as vantagens e as dificuldades relacionadas ao processo de tomada de decisão, além de apresentar o contexto da implementação do BIM no Brasil. A segunda etapa foi entrevistar cada diretor individualmente e montar o seu mapa cognitivo e o fluxograma de processos da diretoria, em seguida realizar entrevistas e *workshops* com os membros das equipes de cada diretor. A quarta etapa foi analisar esses dados para na quinta etapa apresentá-los em um *workshop* com todos os envolvidos para apresentar os resultados do estudo e coletar opiniões sobre o processo. Por último, a sexta etapa consistiu na elaboração do diagnóstico para a implementação do BIM.

Figura 4 - Etapas da pesquisa



Fonte: O Autor (2020).

Desta forma, esse processo de entrevistas contou com dois facilitadores que participaram das entrevistas e *workshops* para extrair o máximo de informações do grupo e auxiliá-los a entender as modificações inerentes ao decreto BIM, assim como as outras modificações que o grupo acordasse que seria importante para o processo como um todo. O processo foi iniciado com uma reunião entre os facilitadores, o Superintendente da SINFRA, os cinco diretores das diretorias da SINFRA e o diretor da Diretoria de Licitações e Contratos. Em seguida, foram realizadas todas as entrevistas com cada diretor individualmente e cada

gerência houve um *workshop* onde foram extraídas as visões do grupo a respeito dos problemas, com foco sempre na troca de informações e fomento ao trabalho colaborativo. Por último, após a fase de análise, aconteceu um último *workshop* para realização das modificações do fluxograma geral e do mapa cognitivo do grupo.

4.1 ENTREVISTAS

É através de entrevistas que os facilitadores podem coletar informações e percepções úteis das pessoas com poder de decisão sobre o problema (EDEN; ACKERMANN, 2004). As técnicas de mapeamento cognitivo podem empregar entrevistas bem estruturadas, não estruturadas ou semiestruturadas para produzir conhecimento e coletar dados. Entrevistas estruturadas, no entanto, não são muito boas para capturar a percepção real do entrevistado. O simples ato de fazer uma pergunta pré-determinada pode mudar a mente do entrevistado (ACKERMANN; EDEN, 2010). Entrevistas não estruturadas têm o benefício de não impor o ponto de vista do pesquisador sobre o entrevistado. No entanto, muitas vezes deixam de produzir percepções válidas e confiáveis do entrevistado (FARSARI; BUTLER; SZIVAS, 2010).

Este estudo utilizou entrevistas semiestruturadas onde um conjunto de perguntas pré-estabelecido, adaptadas para cada diretoria, foi desenvolvido. Uma vez que o objetivo do estudo é entender os procedimentos da superintendência para uma implementação do BIM, as perguntas da entrevista são direcionadas ao foco do estudo. A Tabela 4 apresenta algumas das questões gerais escolhidas para orientar a entrevista. Outras perguntas foram feitas de acordo com a respectiva diretoria.

Tabela 4 - Perguntas gerais das entrevistas

- | |
|---|
| 1. Quais são as principais atividades desenvolvidas? |
| 2. Qual atividade consome mais tempo e esforço? |
| 3. A diretoria possui fluxos de trabalho bem definidos? |
| 4. Como é o relacionamento com outras diretorias? |
| 5. Como são as trocas de informações internas e externas? |
| 6. Como os documentos são armazenados e gerenciados? |
| 7. Quais são as ferramentas usadas? |

Fonte: O Autor (2020).

Anteriormente ao início das entrevistas foi desenvolvida uma etapa de preparação onde os critérios para a condução das entrevistas foram estabelecidos. Neste ponto decidiu-se quem seriam os entrevistados, quais perguntas seriam feitas a cada diretoria, o uso de papel, canetas e notas adesivas como forma de capturar as informações compartilhadas pelos entrevistados, e o treinamento do facilitador para condução das entrevistas.

O produto final da entrevista de cada gerente foi um panorama da área, definição da estrutura organizacional da área e fluxograma interno e externo de informação. Essas informações foram utilizadas para a fase subsequente com o grupo. Desta forma, o grupo não precisava apresentar um fluxo no início do processo, permitindo a eles usarem o tempo juntos para mapear os problemas que existiam no fluxo original e identificar quais seriam as modificações que aqueles fluxogramas deveriam sofrer de modo a tornar o processo colaborativo.

Após as entrevistas com os membros das equipes de cada diretoria foram realizados *workshops* para analisar os fluxogramas dos processos da diretoria e iniciar um esboço do mapa cognitivo. Para a análise dos fluxogramas o facilitador levou os desenhos do fluxograma em cartolinas onde os participantes poderiam adicionar sugestões ao fluxo colando notas adesivas sobre a cartolina. Para a confecção do esboço do mapa cognitivo cada participante recebeu canetas e notas adesivas e foi encorajado a anotar os pontos problemáticos de suas atividades, em seguida tenta-se interligar esses pontos para entender as causa e consequências desses problemas.

4.2 MODELAGEM DOS MAPAS COGNITIVOS

O mapeamento cognitivo enquanto uma técnica da metodologia SODA visa capturar as crenças, valores e conhecimentos relevantes para a estruturação do problema e exibi-los através de um modelo de conceitos vinculados para formar cadeias hierárquicas de argumentação orientada para a ação (EDEN; ACKERMANN, 2004).

As informações coletadas nas entrevistas são codificadas em um mapa cognitivo. O processo de codificação ajuda na transformação das informações obtidas nas entrevistas em construtos (nós). Construtos são declarações curtas vinculadas a setas unidirecionais que lhes dão um significado de causalidade. Geralmente, a declaração na cauda representa uma causa e a declaração na ponta da seta representa uma consequência (EDEN, 2004)

De acordo com Kelly (1955), em sua teoria do construto pessoal, as pessoas fazem sentido comparando e contrastando eventos. Assim, o mapa cognitivo é constituído por construções bipolares. Onde cada construção, geralmente, tem uma declaração com dois polos contrastantes ou opostos. Na codificação do SODA, os polos contrastantes dentro de um construto são separados por reticências (...) como uma forma de abreviar a expressão “ao invés de”. Então, por exemplo o construto “pagar em dia ao invés de atrasar o pagamento” é escrita “pagar em dia ... atrasar o pagamento”.

A causalidade entre os polos das duas afirmações é direta. O primeiro polo da declaração se refere ao primeiro polo da segunda declaração. Embora quando o primeiro polo de uma declaração se relacione com o segundo polo da segunda declaração, um sinal negativo (-) é mostrado próximo à seta. Quando um nó não possui flechas externas, ele é conhecido como cabeça e geralmente representa uma meta, enquanto um nó sem flechas internas é chamado cauda e representa opções (EDEN, 2004).

Assim, o facilitador apresentou a todos os grupos os conceitos de modelagem de mapas cognitivos, para ajudá-los a entender o que deveriam construir, e cada grupo teve duas tarefas principais: construir sua visão do problema através de um mapa cognitivo e modificar o fluxo de informações da sua diretoria para atender ao decreto BIM.

4.3 ANÁLISE DO MAPA COGNITIVO

As rotinas de análise fornecem um meio poderoso de explorar a estrutura e as propriedades de um mapa cognitivo e obter informações sobre possíveis vias de ação. O processo de análise é iterativo e ajuda o facilitador a obter uma boa compreensão da resolução de problemas complexos e estratégicos.

O primeiro passo para iniciar a análise é identificar os possíveis objetivos. Compreender os objetivos pode ajudar a explorar as expectativas dos indivíduos. Via de regra, os objetivos encontram-se no topo do mapa e não possuem ligação de casualidade com outro construto subsequente. O passo seguinte visa determinar qual construtos são mais relevantes dentro do mapa, para isso duas análises podem ser empregadas. A análise de domínio examina os construtos e calcula o número de setas que entram e saem para determinar quais possuem maior potencial de relevância. A análise de centralidade procura por construtos centrais que tendem a ter ligações mais significantes do que os periféricos (ACKERMANN; EDEN, 2010).

A análise de conjunto hierárquico seleciona um construto relevante e detalha as cadeias de argumentação que levaram até aquele ponto, revelando quais construtos tem influência sobre o problema. Uma vez feita a análise de conjunto hierárquico é possível determinar quais as opções de soluções têm mais consequência para os problemas. Essa em uma boa forma de priorizar as soluções (ACKERMANN; EDEN, 2010).

Por último a análise de cauda composta também fornece algumas ideias sobre os problemas e ajuda a determinar possíveis soluções. Uma cauda composta é construto que possui uma ou mais setas partindo dele. Dessa forma a análise começa pela parte inferior do modelo, examinando até encontrar pontos de ramificação. A análise de cauda composta é importante porque fornece informações úteis, refinando os resultados de outras análises ao identificar quais conceitos possuem maior efeito dentro do modelo (ACKERMANN; EDEN, 2010).

4.4 DIAGNÓSTICO

Uma análise teve que ser feita considerando todo o fluxo de informações construído durante as entrevistas e o mapa apresentado por cada grupo. Com as informações obtidas no processo de análise de problemas, foi elaborado um relatório para apresentar ao grupo os principais problemas encontrados na SINFRA que direta ou indiretamente podem afetar a implementação do BIM na superintendência. Foi realizado um *workshop* final com todos os membros do grupo para apresentar o mapa cognitivo final e o fluxo de informações, a fim de permitir que apresentassem modificações sempre que pensassem que suas necessidades e percepções não estavam representadas. Essas informações também foram consideradas para elaborar o relatório final que será usado como fonte de informações práticas para a elaboração do Plano de Execução BIM da Universidade Federal de Pernambuco.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiro, o facilitador realizou uma reunião com todos os diretores das diretorias da SINFRA descritas no item 3. O facilitador forneceu uma breve explicação da metodologia do estudo e juntos eles definiram o contexto do problema, o cronograma das entrevistas e dos *workshops* e quem estaria envolvido no processo. Durante a primeira reunião, verificou-se que a maioria dos diretores não conhecia o Decreto BIM, bem como suas implicações no processo de decisão e no fluxo de documentos relacionados ao processo de projeto dentro da UFPE. Os que tiveram mais informações foram o Superintendente e o Diretor da DPP. Os outros não tinham informações sobre as implicações do processo de implementação, nem estavam cientes da necessidade de adaptação.

As entrevistas realizadas individualmente com cada diretor permitiram uma compreensão geral de quais são as principais atividades de cada diretoria e como elas o desenvolvem. Durante esse processo, o facilitador usou um conjunto pré-estabelecido de perguntas sobre o funcionamento e os problemas enfrentados, considerados mais relevantes para cada diretoria. Para avançar com a discussão, perguntas do tipo "por que esse problema é considerado importante?" foram feitas para identificar a origem do problema. O facilitador anotou todas as informações sem interferência e manteve as palavras do diretor o mais fiel possível. Os diretores puderam expressar suas opiniões com base em suas perspectivas sobre os possíveis problemas e quais seriam as melhores soluções.

Após as entrevistas com os diretores, o facilitador entrevistou os membros da equipe de cada diretoria e realizou *workshops* para desenvolver os mapas cognitivos e os fluxogramas do processo da diretoria. Como na entrevista do diretor, as perguntas levantam conceitos e ligações entre conceitos. Nesse caso, o facilitador fez anotações em forma de desenhos de mapas cognitivos simples para facilitar o acompanhamento da argumentação e pedir esclarecimentos para obter o máximo de informações possível.

5.1 MAPAS COGNITIVOS

Durante a fase de construção dos mapas, as informações coletadas através das entrevistas com o diretor e os membros da equipe foram usadas para criar, primeiro, mapas cognitivos sobre a situação de cada diretoria de forma independente e, em seguida, esses

mapas foram mesclados em um único mapa cognitivo que representa a Superintendência de Infraestrutura da UFPE.

Os mapas individuais das diretorias forneceram informações sobre as dificuldades enfrentadas pelos membros da equipe. Cada diretoria tem problemas únicos inerentes às suas atividades, mas todos enfrentam alguns problemas em comum, como falta de comunicação, fragmentação de atividades e pouca cooperação entre disciplinas e diretorias.

Seguindo o ciclo de vida natural da construção, as entrevistas ocorreram na seguinte ordem: Diretoria de Planos e Projetos, Diretoria de Fiscalização de Obras, Diretoria de Manutenção e Conservação, Diretoria de Gestão Ambiental, Diretoria Administrativa e Diretoria de Licitações e Contratos. A ordem escolhida encontra respaldo, ainda, no cronograma de prazos da Estratégia BIM BR. As próximas subseções apresentam os resultados das entrevistas e da análise do mapa cognitivo.

5.1.1 Diretoria de Planos e Projetos

A primeira entrevista foi conduzida com a diretora da DPP. Ela apresentou a diretoria, a sua equipe de colaboradores e as principais atividades desempenhadas. A DPP é responsável por coordenar a elaboração e orçamento de projetos, colaborar com a elaboração do Plano Diretor da UFPE, elaborar e executar os projetos de obras e promover a articulação entre os setores de projetos e fiscalização de obras.

A equipe da DPP é composta por 22 profissionais, entre eles arquitetos, engenheiro estrutural, engenheiro elétrico, engenheiro de telecomunicações e técnicos, além de 10 bolsistas. Entretanto algumas áreas não possuem profissional habilitado a executá-las, como é o caso da segurança do trabalho, do combate a incêndios, sistemas de proteção contra descargas atmosféricas e engenheiro ambiental. O diretor relatou dificuldade em preencher essas áreas por não ter integração com a equipe de elaboração dos concursos, dessa forma torna-se difícil a seleção de profissionais específicos para estas vagas.

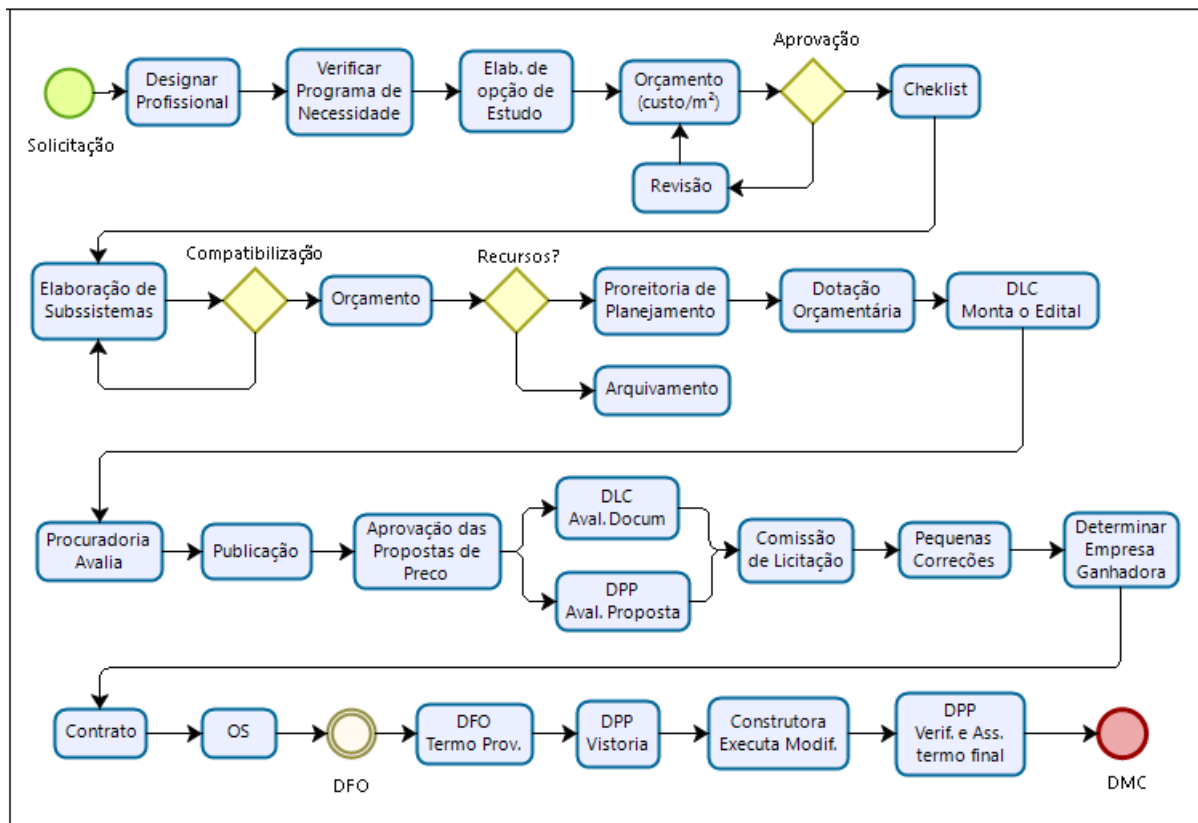
Durante a entrevista, o diretor relatou alguns dos problemas percebidos na diretoria. O primeiro foi a falta de uma avaliação da pertinência das solicitações de projetos que chegam a diretoria. Segundo a diretora as demandas são encaminhadas a DPP sem uma previa análise da adequação ao plano diretor ou mesmo da sua necessidade. O alto número de demandas fora dos padrões gera uma sobrecarga nas equipes de projetos. Ainda associado as demandas, há o

caso, recorrente, de solicitantes que já apresentam ideias ou até mesmo projetos prontos e tentam implementar junto a DPP.

Quanto a distribuição das demandas para a equipe, cada demanda é designada a um único profissional que fica responsável por aquele projeto, não havendo interação entre os arquitetos. O engenheiro estrutural e os projetistas dos subsistemas só são envolvidos no projeto em fases subsequentes de desenvolvimento, estes por sua vez, também trabalham de forma individualizada. Durante o processo de produção do projeto não costuma haver reuniões para compatibilização, sendo esta feita, geralmente, por sobreposição das plantas.

Na segunda etapa da entrevista a diretora auxiliou na construção do fluxograma de atividades do setor, uma vez que a diretoria não possuía o mapeamento do seu fluxo de atividades. A Figura 5 mostra o fluxograma da produção de projetos.

Figura 5 - Fluxograma de produção de projetos (Diretor)



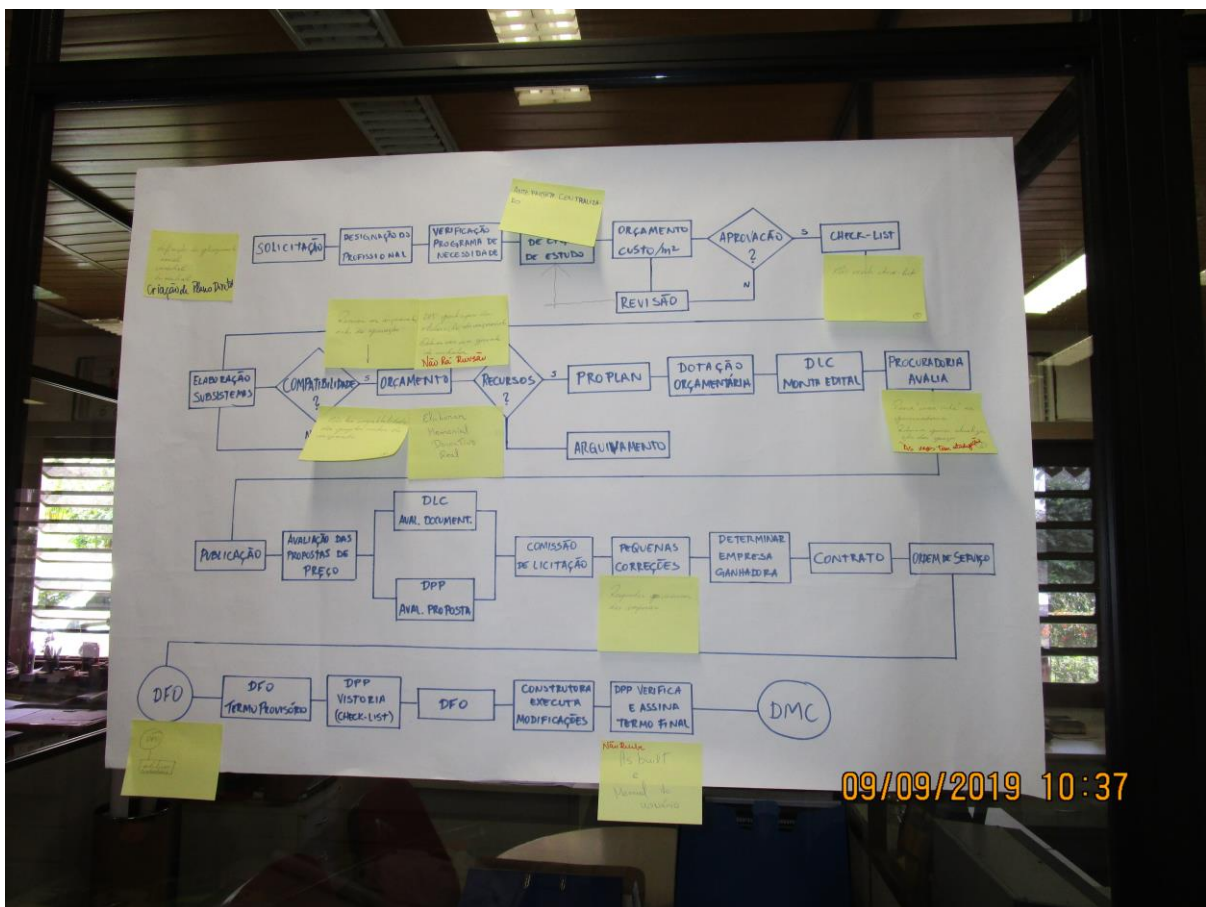
Fonte: O Autor (2020).

Analisando o fluxograma proposto observou-se a falta das devidas etapas da produção de projetos entre a elaboração das opções de estudo e a elaboração do orçamento para licitação.

A entrevista com a equipe da diretoria aconteceu em um segundo momento. Após uma breve explicação das motivações e objetivos do estudo, iniciou-se a fase de perguntas com o questionário predefinido como orientação. A medida que as respostas eram coletadas outras perguntas eram feitas para esclarecer as dúvidas e enriquecer o modelo.

Durante o *workshop* foi apresentado o fluxograma montado junto ao diretor. A equipe recebeu notas adesivas e canetas para anotar suas observações e então foi encorajada a analisar o fluxograma para identificar se as atividades estavam de acordo com o praticado por eles ou então sugerir alteração no processo, podendo adicionar ou remover etapas. A Figura 6 mostra o resultado das intervenções sugeridas pelos participantes.

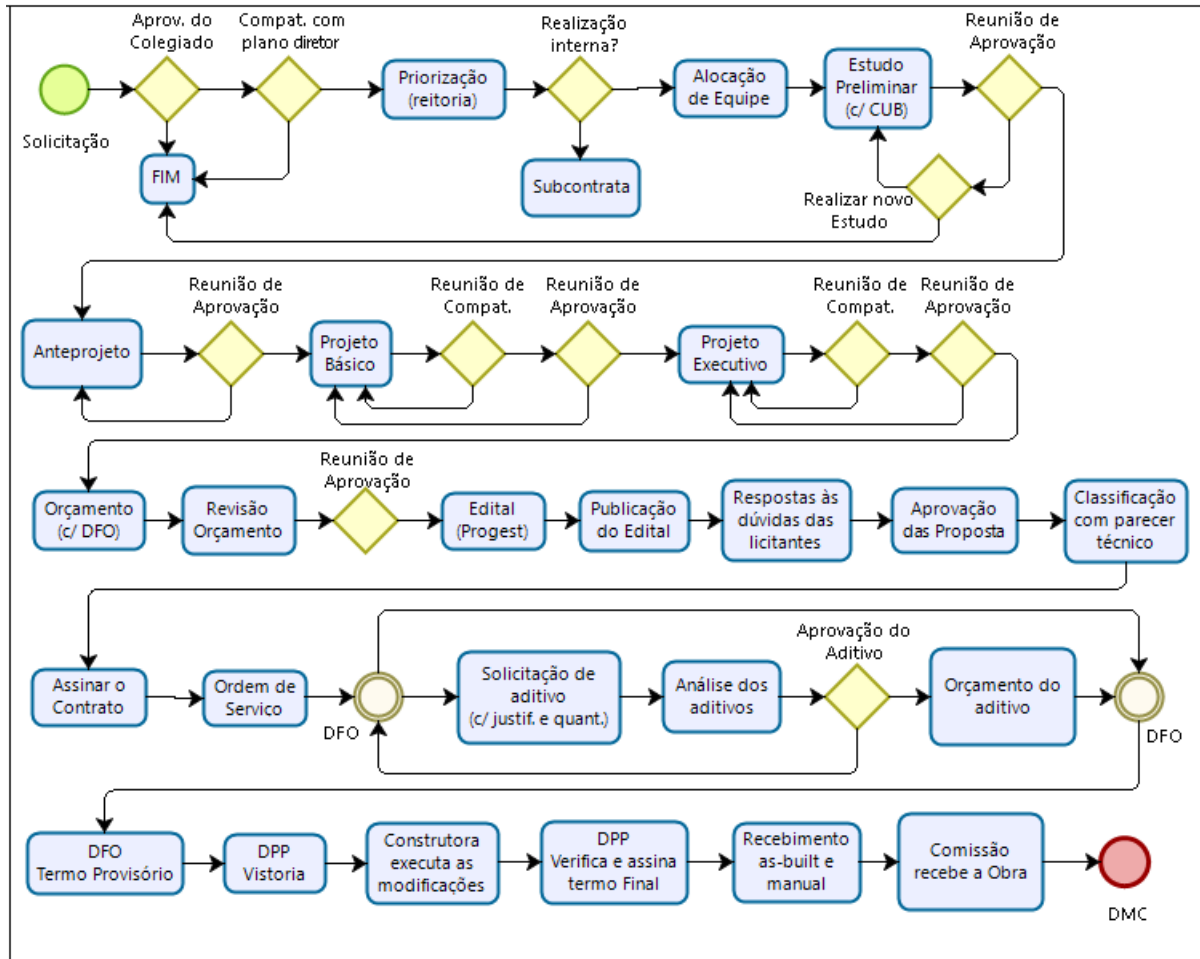
Figura 6 - Fluxograma de produção de projetos (*workshop*)



Fonte: O Autor (2020).

Ao final, com a colaboração de todos, o facilitador usou as informações das notas adesivas para construir um novo fluxograma com as sugestões acordadas por todos, como visto na Figura 7.

Figura 7 - Fluxograma de produção de projetos (modificações da equipe)



Fonte: O Autor (2020).

As sugestões da equipe solucionaram a falta das etapas das fases do projeto. Foram acrescentadas etapas referentes a produção do estudo preliminar, anteprojeto, projeto básico e projeto executivo. Entre essas etapas também foram inseridas reuniões de aprovação para decidir se o projeto pode avançar para a etapa seguinte ou deve retornar para revisão.

O fluxograma com as modificações da equipe também mostrou a adição de duas etapas de avaliação das demandas antes da alocação do projeto para equipe. A primeira etapa ocorreria ainda no centro demandante que avaliaria a pertinência da solicitação e a segunda ocorreria na DPP onde a solicitação seria julgada quanto a sua compatibilidade com o Plano Diretor da Universidade.

Ainda durante o *workshop* com canetas e notas adesivas os participantes escreveram os principais problemas enfrentados pela DPP, assim como suas possíveis causas e consequência. Em seguida iniciou-se um esboço do mapa cognitivo, onde pouco a pouco foram se estabelecendo as relações. A Figura 8 apresenta o resultado do esboço do mapa cognitivo da DPP. Posteriormente o facilitador, com o acréscimo das informações coletadas nas entrevistas da Diretoria, traduziu o esboço no mapa cognitivo da DPP como pode ser visto na Figura 9. O mapa cognitivo mostrou a visão da equipe acerca do problema o que reforçou a percepção do diretor e ainda, como esperado, acrescentou novos elementos ao modelo.

Figura 8 - Esboço do mapa cognitivo da DPP



Fonte: O Autor (2020).

Figura 9 - Mapa cognitivo da DPP



Fonte: O Autor (2020).

O grande número de demandas de novos projetos recebidos pelo DPP é um dos pontos mais preocupantes apresentados para a equipe do DPP. O problema ocorre porque esses projetos geralmente não seguem um processo de triagem para identificar se estão alinhados com o plano de desenvolvimento de longo prazo da universidade. Isso leva à sobrecarga da equipe e à perda de motivação, pois esses projetos podem não avançar.

A análise do mapa observou a fragmentação das equipes de projeto, onde cada projetista desenvolve sua própria disciplina isoladamente, com pouco ou nenhum contato entre os membros da equipe, o que causa atritos, erros e atrasos na entrega do projeto.

A falta de integração entre a diretoria e os clientes também apareceu como um problema para o DPP. Isso dificulta a compreensão das necessidades reais do cliente, resultando em muitas revisões de projeto para atender às alterações de última hora propostas pelo cliente.

Como uma das possíveis soluções desses problemas, os membros do DPP sugeriram reuniões semanais para desenvolvimento dos projetos que incluíssem membros da DFO e da DMC. Sugeriram a criação de um processo de priorização para determinar os projetos que seriam desenvolvidos com base no orçamento disponível para construção e manutenção do projeto, viabilidade física e real necessidade a serem avaliados pelas áreas da Universidade que fossem competentes para tal. Outra sugestão foi a criação de cursos de capacitação da

equipe de projetos sobre as leis e normas vigentes como uma forma de executar projetos melhores e poder ter argumentos técnicos para corroborar com as soluções desenvolvidas, uma vez que as normas estão sendo sempre atualizadas. Assim, eliminam-se os pedidos de alterações por parte do cliente que não cumprem as normas e chega-se a um acordo para a solução definitiva.

5.1.2 Diretoria de Fiscalização de Obras

As entrevistas continuaram com o diretor da Diretoria de Fiscalização de Obras, que apresentou a DFO e explicou as atribuições da diretoria. A DFO é responsável por fiscalizar toda e qualquer obra da UFPE, avaliar e emitir parecer sobre as edificações do campus e realizar atividades de vistoria. A diretoria atua principalmente em obras novas e em remodelagem, mas em casos especiais auxilia em obras de manutenção.

A equipe da DFO é composta por 8 pessoas, dentre elas dois secretários e dois engenheiros civis, que trabalham na coordenação administrativa, e mais quatro engenheiros civis sendo um coordenador de fiscalização e três ocupam os cargos de fiscais.

Cada obra fica sobre a responsabilidade de 1 fiscal, mas existe a figura do fiscal substituto que é exercida pelo coordenador de fiscalização. Pode ocorrer ainda a subcontratação da fiscalização cuja decisão para optar por esta opção é em função da capacidade da equipe em absorver as demandas.

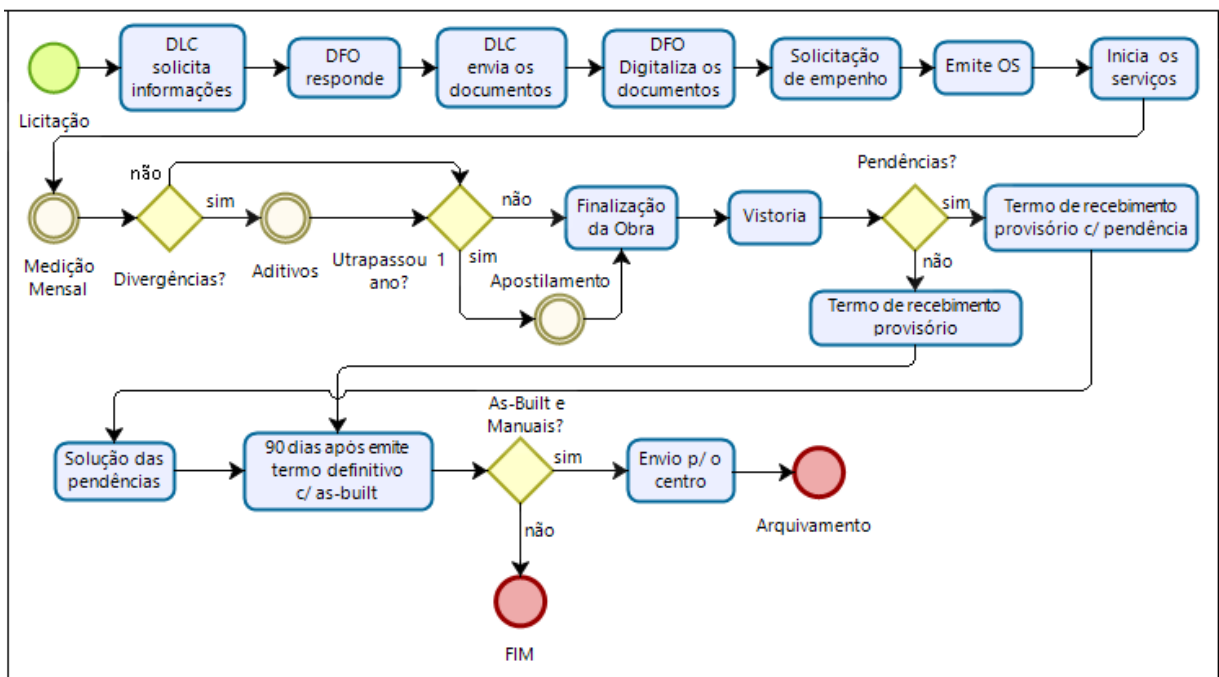
Segundo o diretor, a DFO tem uma melhor comunicação com a DPP e também com a DMC. Durante a fase de construção as dúvidas sobre os projetos são discutidas com o diretor da DPP. A DFO também pode ser envolvida na resolução de conflitos entre o processo produtivo e as interferências do projeto. Com a DGA a comunicação é menor, uma vez que, devido a estrutura organizacional da SINFRA, ela não desempenha função de acompanhamento das obras. Apesar disso o diretor da DGA costuma, de maneira informal, verificar o andamento das obras do campus.

Em seguida, com a ajuda do diretor, criaram-se os fluxogramas dos processos internos da diretoria. A Figura 10 apresenta o fluxograma do ciclo de vida da DFO e a Figura 11 apresenta o fluxograma das atividades realizadas para elaboração das medições mensais de avanço da obra.

A Figura 10 mostra o ciclo de atividades da DFO que inicia ainda durante a fase final de licitação quando algumas informações sobre o fiscal responsável são solicitadas pela DLC,

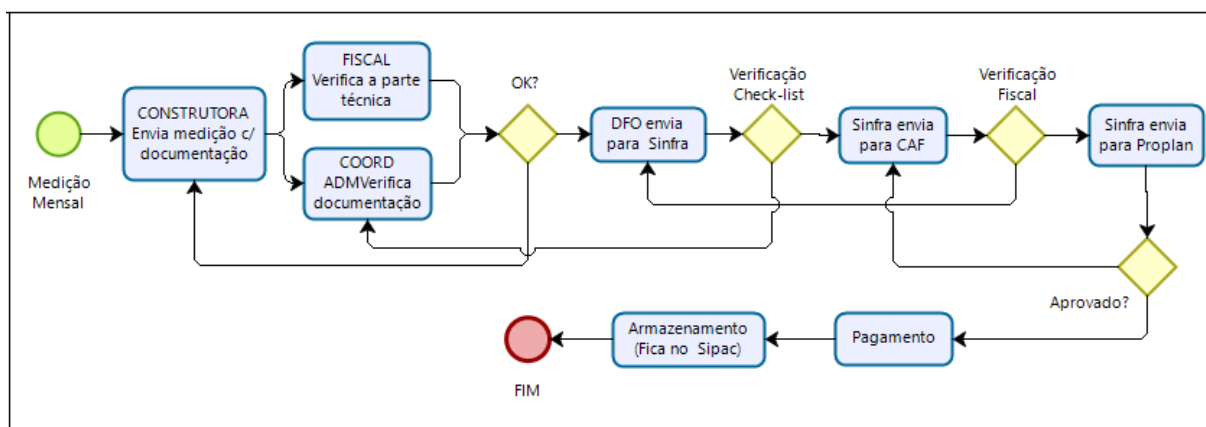
mas é apenas a partir da emissão da Ordem de Serviço que se iniciam as atividades de fiscalização. O processo de medição mensal, como visto na Figura 11, é realizado pela construtora e verificado pela DFO que após atestar a evolução da obra encaminha a documentação para a SINFRA, CAF (Coordenação Administrativa e Financeira) e PROPLAN (Pró-reitora de Planejamento) para que o pagamento seja aprovado. Em casos de divergências entre o planejado e o que precisa ser executado e caso a obra ultrapasse um ano de duração é necessário corrigir esse problema com aditivos e apostilamentos, respectivamente. Com a finalização da obra é realizada a vistoria e caso alguma pendência seja encontrada é emitido o termo de recebimento com pendências que precisam ser solucionadas antes da emissão do termo definitivo.

Figura 10 - Fluxograma do ciclo de vida da DFO (diretor)



Fonte: O Autor (2020).

Figura 11 - Fluxograma da medição mensal (diretor)



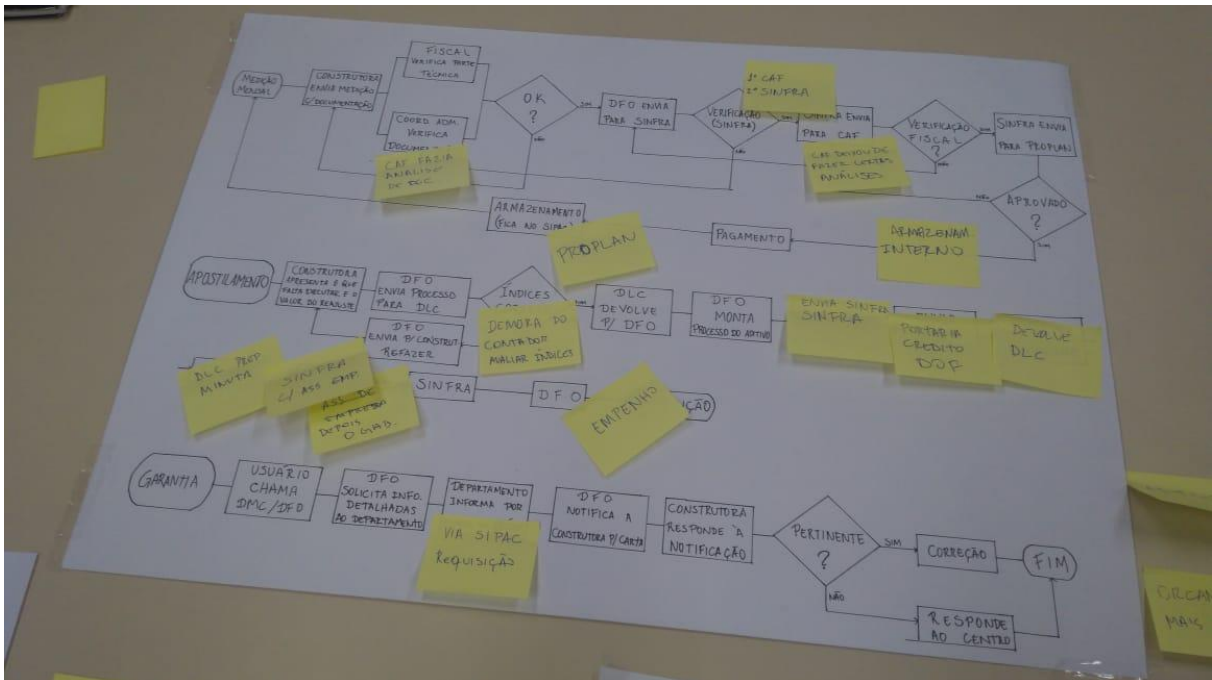
Fonte: O Autor (2020).

Assim como na DPP, as entrevistas com os membros da equipe da DFO ocorreu em um segundo momento, esse tempo entre a entrevista com o diretor e a equipe dependeu da disponibilidade da equipe e serviu para que o facilitador pudesse analisar os resultados da entrevista com o diretor e preparasse o material para a *workshop* com a equipe.

Durante a entrevista com os membros da equipe novas informações foram coletadas. Foi confirmado que não existe um conjunto de listas de verificação oficial e documentado para as atividades de fiscalização. Já a equipe administrativa segue um roteiro fornecido pela tesouraria para a conferência e elaboração das documentações. As ferramentas utilizadas pela DFO são o *Autocad* e *Excel* para atividades de fiscalização, as medições são processadas através dos dois sistemas internos da universidade (SIPAC e SIMEC), enquanto a documentação é armazenada na nuvem.

No *workshop* a equipe analisou o fluxograma criado junto ao diretor e, com o auxílio das notas adesivas, sugeriu algumas alterações no fluxograma da medição mensal como visto na Figura 12.

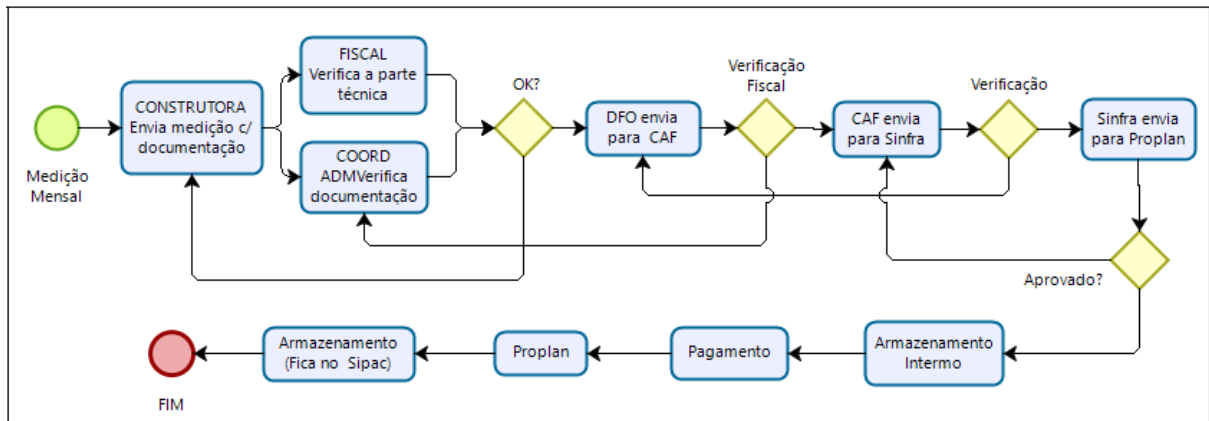
Figura 12 - Fluxograma da DFO (workshop)



Fonte: O Autor (2020).

Com as informações e sugestões fornecidas na análise dos fluxogramas o fluxograma de medição mensal foi modificado e o novo fluxograma pode ser visto na Figura 13. As alterações ocorreram na ordem das etapas de aprovação do boletim de medição mensal. Segundo a equipe após a verificação das informações fornecidas pela construtora, a DFO envia o processo para a CAF que após aprovar envia para a SINFRA e esta por sua vez encaminha para a PROPLAN. Outra alteração foi a adição de duas outras etapas, uma de armazenamento interno das documentações e outra de envio das informações de pagamento para a PROPLAN antes do armazenamento final no SIPAC.

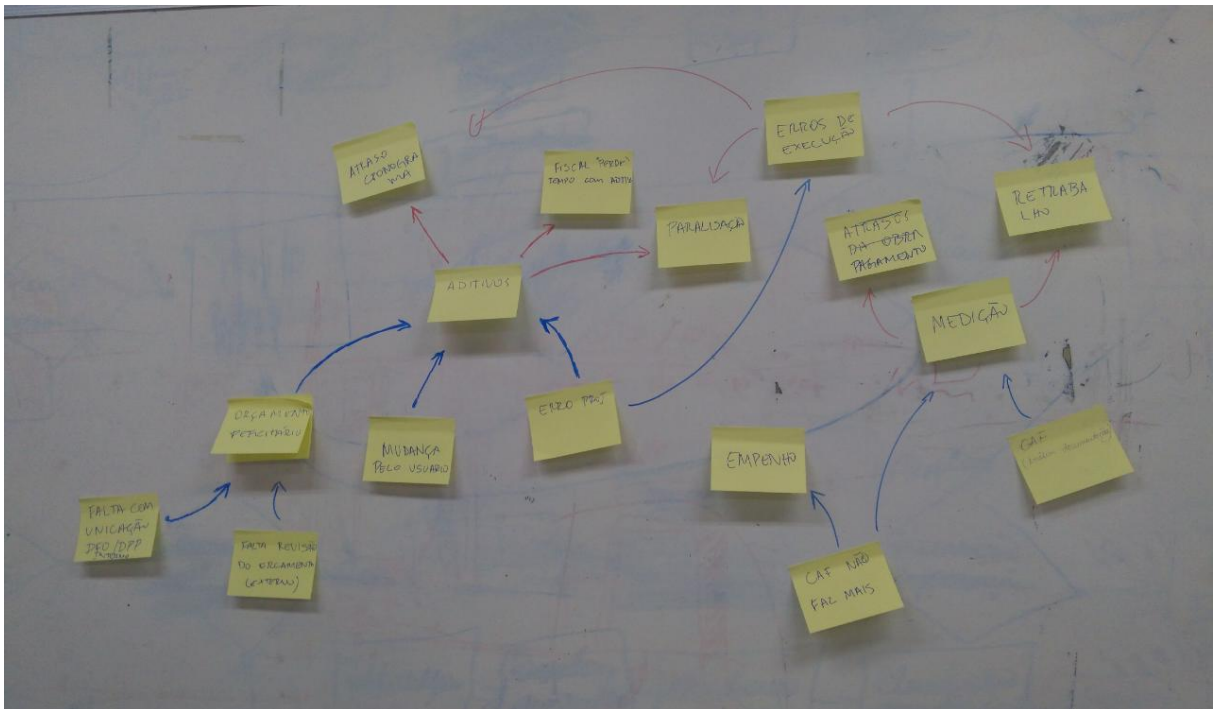
Figura 13 - Fluxograma da medição mensal (modificações da equipe)



Fonte: O Autor (2020).

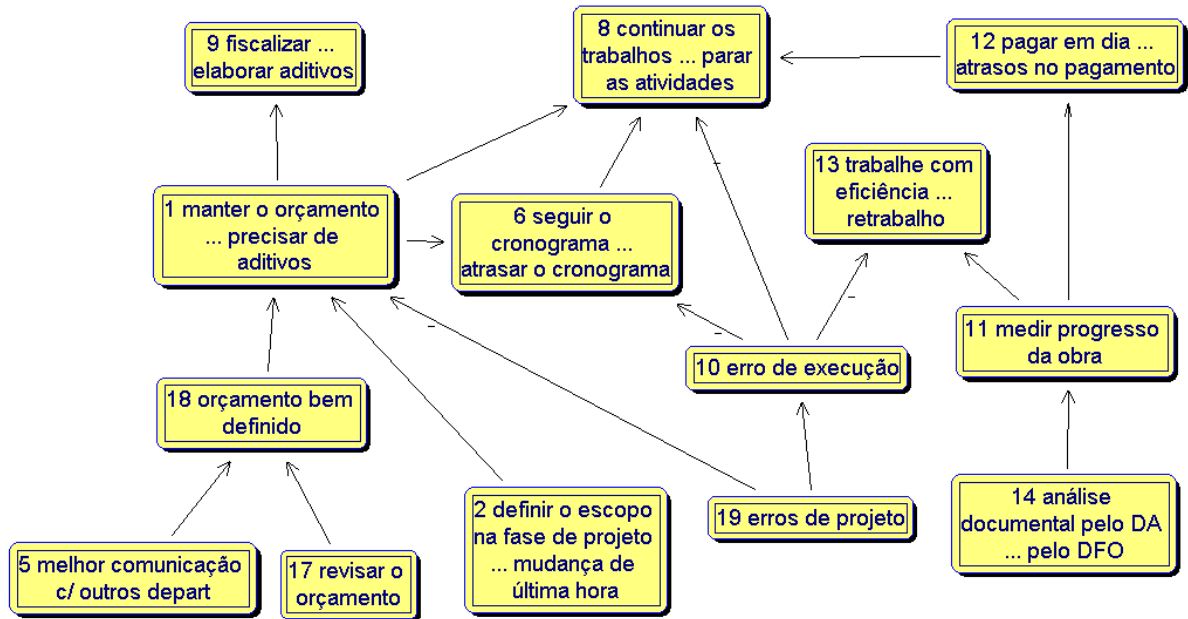
Também se iniciou, durante o *workshop*, o esboço do mapa cognitivo onde os membros da equipe ajudaram a relacionar entre si os problemas enfrentados pela DFO. A Figura 14 mostra o resultado do esboço feito com as notas adesivas e correlacionados com setas indicativas de causalidade. A partir do esboço e das informações coletadas nas entrevistas com o diretor e sua equipe, o facilitador criou o mapa cognitivo da DFO que pode ser visto na Figura 15.

Figura 14 - Esboço do mapa cognitivo da DFO



Fonte: O Autor (2020).

Figura 15 - Mapa Cognitivo da DFO



Fonte: O Autor (2020).

O principal desafio enfrentado pela equipe da DFO está relacionado a um grande número de aditivos de custo e aditivos de tempo que precisam ser preparados em cada obra. A equipe aponta erros de projeto e baixa precisão no cálculo dos custos como as principais causas desse problema. Entretanto, a falta de cooperação entre DFO e DPP pode explicar essa situação. Como não há fluxo de informação entre as duas diretorias durante a fase de planejamento, a equipe da DFO não consegue passar sua expertise de construção e de precificação das atividades, o que pode levar a um baixo nível de detalhamento dos projetos e a orçamentos deficitários. Outro problema que surge dessa falta de cooperação é que a maior parte das informações dos aditivos é de responsabilidade da DFO, não havendo um envolvimento direto da DPP.

O processo de medição mensal também pode ser um entrave nas atividades da diretoria, as várias etapas de análise e verificação de documentação, inclusive documentação trabalhista da construtora, junto com problemas na liberação das ordens de pagamento podem atrasar o pagamento da construtora e levar a paralisação das obras. Como forma de contornar esses problemas a DFO mantém acordos informais com as construtoras para realização de medições proporcionais a capacidade de pagamento da universidade.

Além disso, a análise do mapa cognitivo, também apontou que a falta de integração com outras diretorias, pode causar problemas relacionados ao planejamento da obra, ao custo geral e à má qualidade da construção.

5.1.3 Diretoria de Manutenção e Conservação

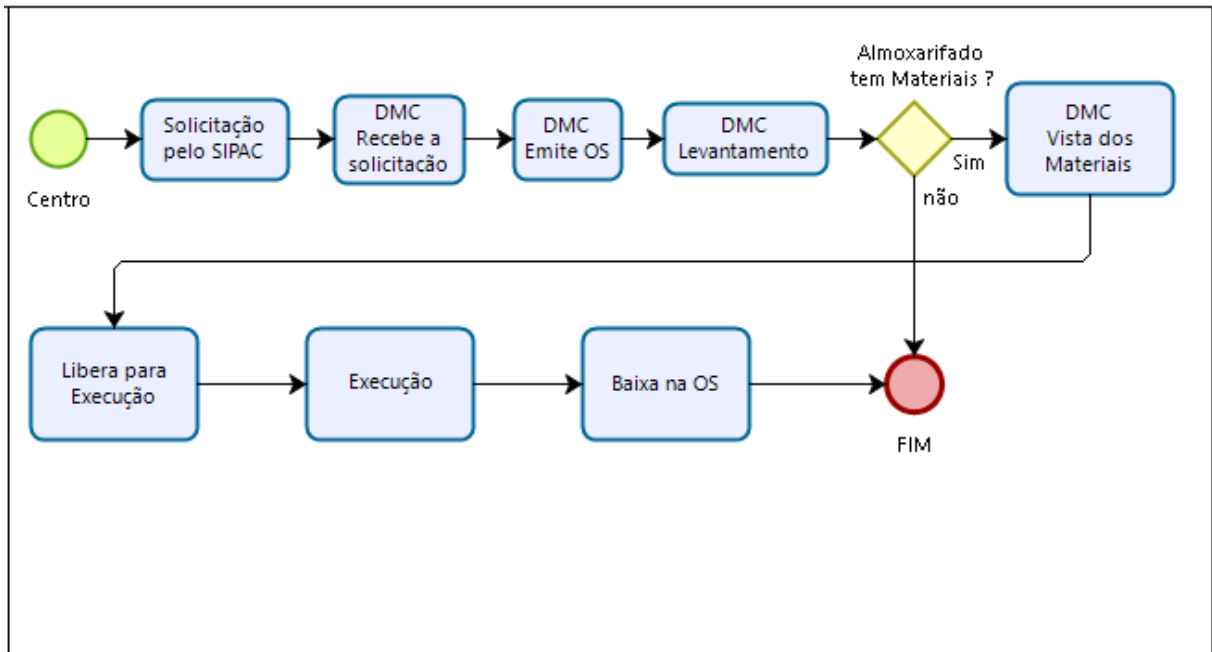
O terceiro diretor entrevistado foi o diretor da DMC. Inicialmente, ele apresentou a diretoria e sua equipe e esclareceu as atribuições da diretoria. Em seguida, a entrevista buscou elucidar os processos internos da DMC e quais as principais dificuldades enfrentadas.

A função da DMC é planejar e coordenar as atividades pertinentes à manutenção predial das edificações do campus; acompanhar e articular as necessidades de suprimentos para a realização de manutenções; e garantir a conservação e manutenção dos sistemas mecânicos e de iluminação pública da UFPE.

A DMC possui uma equipe de 17 membros, cuja composição é dois engenheiros civis, três técnicos em edificações, um mestre de obras, um engenheiro mecânico, três engenheiros elétricos, um administrador, três técnicos administrativos, um engenheiro de produção e dois funcionários do almoxarifado.

Durante a entrevista, o diretor ajudou a montar os fluxos de processos internos da DMC. O principal fluxograma corresponde ao processo de solicitação de demandas de atividades de manutenção predial. Atualmente as solicitações são encaminhadas pelo sistema eletrônico SIPAC, segundo o diretor após receber a solicitação a DMC realiza um levantamento das atividades e materiais necessários para a realização do serviço de manutenção e, caso os materiais estejam disponíveis no almoxarifado, há a liberação do serviço. A Figura 16 mostra em detalhes o fluxograma para as de atividades de manutenção solicitadas pelos centros.

Figura 16 - Fluxograma de solicitação de demanda (diretor)



Fonte: O Autor (2020).

A primeira informação importante obtida na entrevista com o diretor foi que o setor não desenvolve atividades de conservação. Segundo o diretor, houve um esforço para fazer um levantamento das atividades necessárias para criar um plano de conservação, entretanto o levantamento não foi concluído e a diretoria ainda não consegue manter uma rotina de conservação dos edifícios no campus.

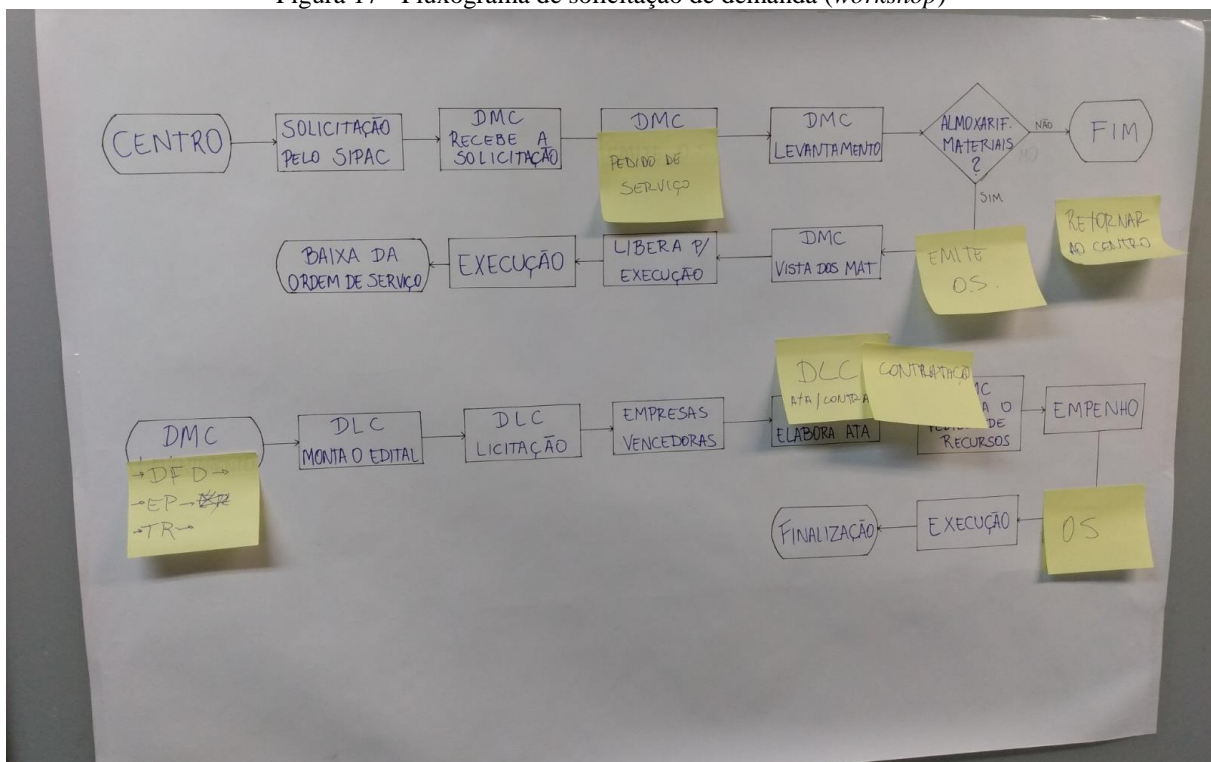
Outro ponto relevante é que a DMC não tem nenhuma participação na elaboração dos novos projetos. Em casos muito especiais os engenheiros mecânicos e elétricos da diretoria apoiam a elaboração dos projetos para suprir a falta desses profissionais da DPP. Atualmente a DMC não elabora mais projetos de reformas por conta própria, todos os projetos são de responsabilidade da DPP. O diretor comentou que no passado havia uma gerência de pequenos projetos que era o responsável pela elaboração dos projetos de reformas, mas essa gerência foi desativada.

As ferramentas utilizadas pela DMC são o *Autocad* e *Excel* para atividades de leitura de plantas baixa e de projetos complementares e elaboração de planilhas de materiais. Já as solicitações de demandas e a comunicação oficial com os demandantes ocorre através do sistema interno da universidade, SIPAC. Quanto a documentação, o diretor explicou que a diretoria não recebe os manuais de uso e operação dos edifícios ou as documentações de *as-*

built. Já os documentos e as garantias dos equipamentos adquiridos são encaminhados para a Coordenação de Bens Móveis da UFPE.

A entrevista com a equipe da DMC ocorreu na semana seguinte. Durante a fase de perguntas novas informações foram coletadas sobre a perspectiva dos funcionários e das atividades desenvolvidas por eles. Na segunda fase, o *workshop* trabalhou a análise do fluxograma criado junto ao diretor, colando notas adesivas com as sugestões e alterações que a equipe considerou pertinente. A Figura 17 mostra as sugestões pontuadas pela equipe para o fluxograma de solicitação de demanda.

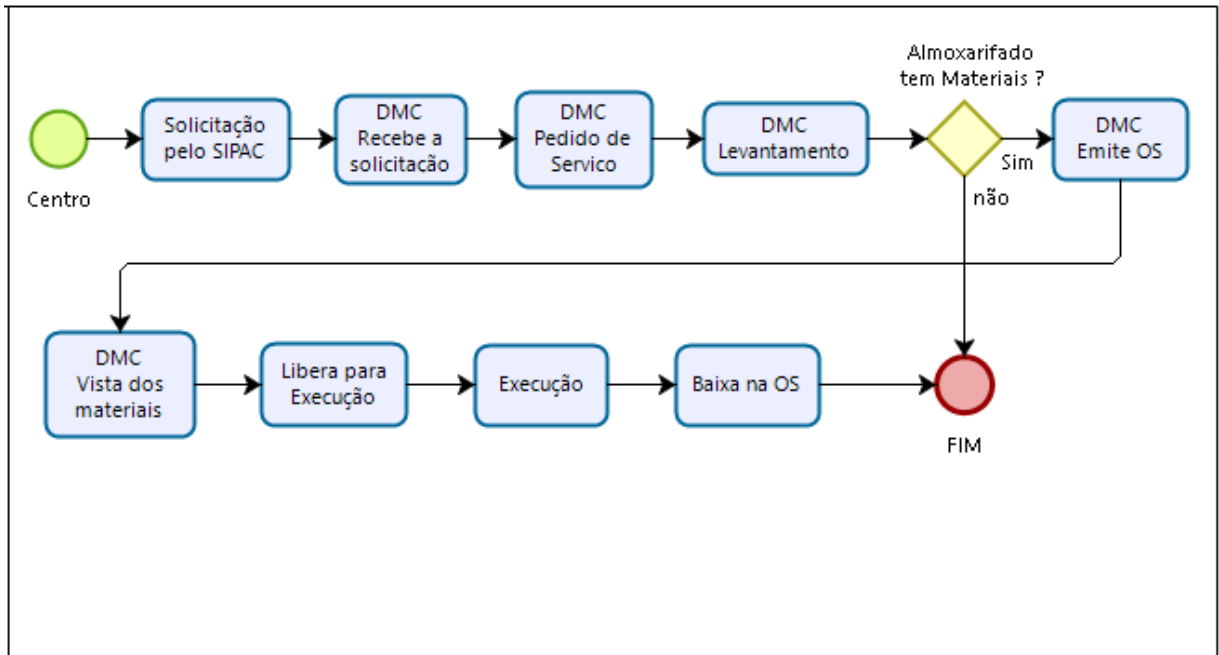
Figura 17 - Fluxograma de solicitação de demanda (*workshop*)



Fonte: O Autor (2020).

Com as sugestões de modificações no fluxograma de solicitação de demanda o facilitador criou o novo fluxograma com as alterações propostas pela equipe. Na nova configuração, a atividade de emissão de Ordem de Serviço foi movida para após a verificação de materiais no almoxarifado. Na posição que antes estava a emissão da Ordem de Serviço acrescentou-se a etapa de pedido do serviço, para indicar a abertura do serviço na diretoria. O resultado das alterações é visto na Figura 18.

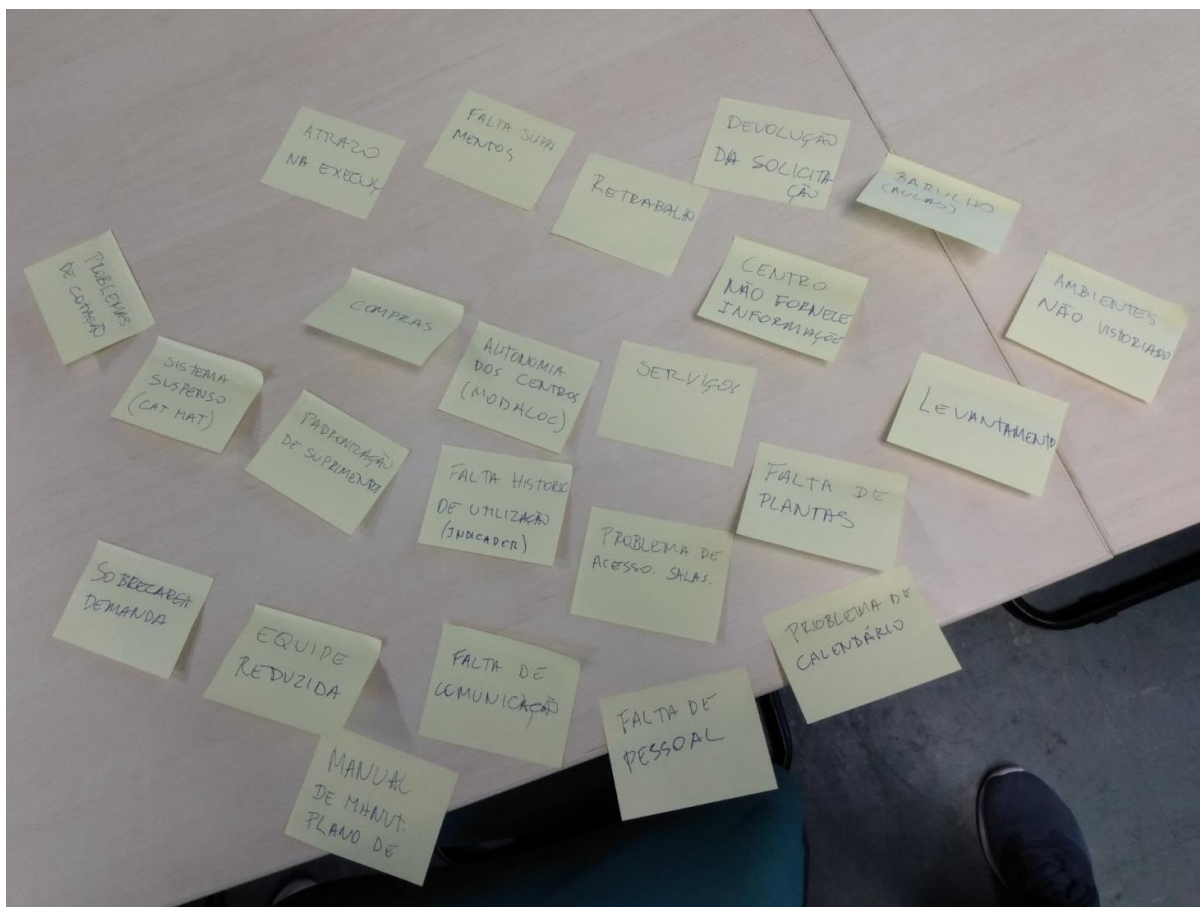
Figura 18 - Fluxograma de solicitação de demanda (modificações da equipe)



Fonte: O Autor (2020).

Ainda durante o *workshop*, um esboço do mapa cognitivo começou a ser criado junto dos membros da equipe. Eles apresentaram nas notas adesivas os principais problemas que ocorrem na DMC. A Figura 19 mostra o resultado das notas adesivas com os desafios enfrentados pela equipe. A partir do conteúdo da Figura 19 e das informações coletadas nas entrevistas com o diretor e sua equipe, o facilitador correlacionou os problemas, suas causas e consequências para criar o mapa cognitivo da DMC. A Figura 20 mostra a versão final do mapa cognitivo da Diretoria de Manutenção e Conservação.

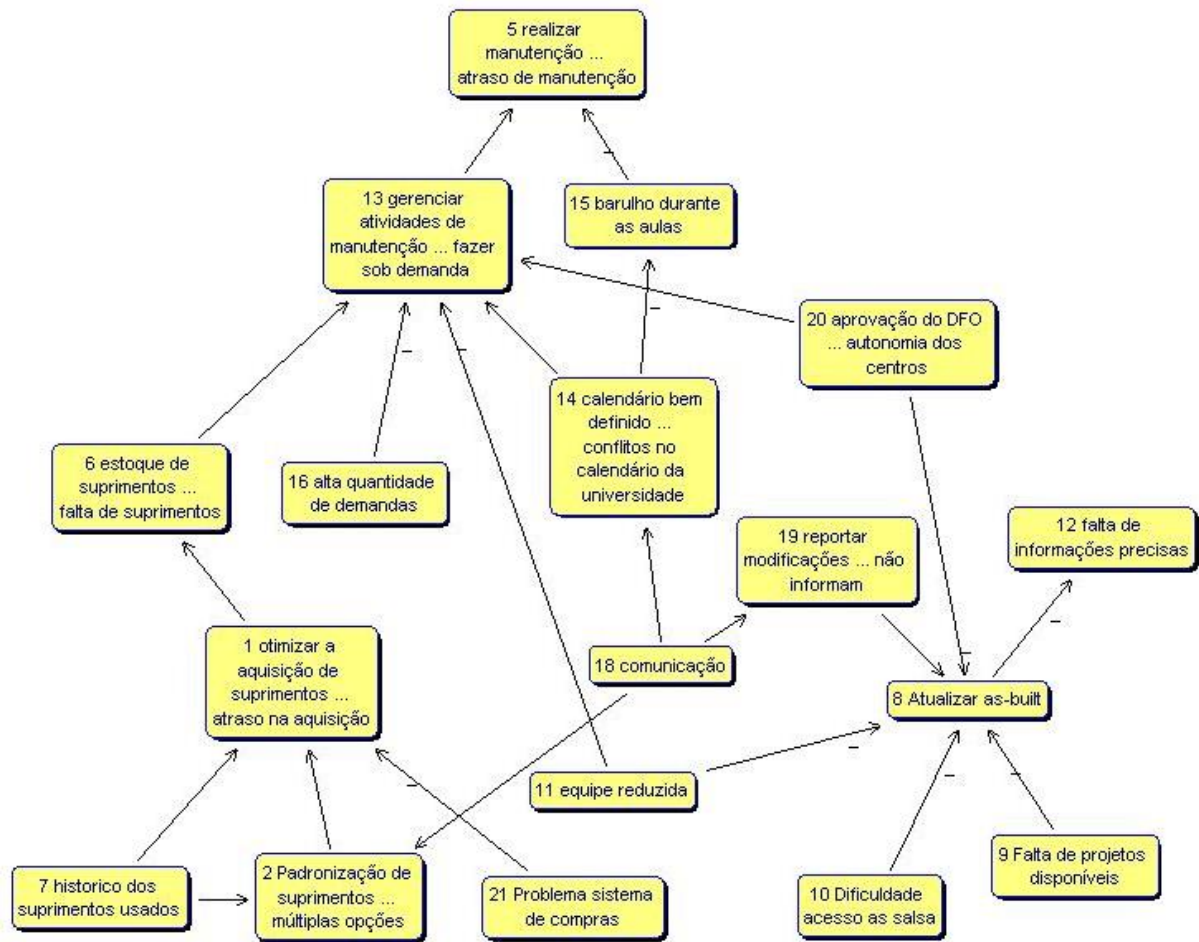
Figura 19 - Esboço do mapa cognitivo da DMC



Fonte: O Autor (2020).

O mapa cognitivo da Figura 20 mostra que a DCM executa as atividades de manutenção conforme solicitação dos centros ou em casos de emergência. Essas demandas, entretanto, se dão em um volume acima da capacidade da diretoria, são milhares de chamados por ano. Serviços de manutenção elétrica são os mais frequentes, seguidos de manutenção hidráulica e, em períodos chuvosos, soluções de infiltrações. O sistema mecânico possui mais de seis mil condicionadores de ar e 70 elevadores, dos quais apenas 27 possuem contrato de manutenção. Frente a essa alta demanda e a falta de um plano de manutenção bem definido a diretoria não consegue desenvolver atividades de conservação ou de manutenção preventiva, atuando sempre de forma reativa aos problemas que surgem no campus.

Figura 20 - Mapa cognitivo da DMC



Fonte: O Autor (2020).

A aquisição de suprimentos de manutenção também foi apontada como um gargalo da diretoria. A equipe relatou o prazo mínimo de 10 meses para a finalização de um pedido de compras, existindo pedidos com mais de dois anos que ainda não foram finalizados. A baixa padronização dos serviços e materiais utilizados, juntamente com a falta de histórico de uso, além da burocratização do processo de compras foi apontado como motivos para a dificuldade em otimizar as compras. Há uma tentativa por parte da gerência de suprimentos de elaborar relatórios mensais para gerar alertas de estoque mínimo, entretanto a falta de histórico de uso foi apontada como obstáculo.

A análise do mapa cognitivo mostra, ainda, outro ponto crítico para a correta realização das atividades de manutenção. A falta de integração entre a DMC e os centros acadêmicos tem um impacto negativo na elaboração de dos planos de manutenção e na atualização dos *as-built*. Ocorre que os centros possuem autonomia para realizar alterações, manutenção e

reforma em suas edificações através de um modelo de alocação de recursos (modaloc) implementado pela Pró-reitora de Planejamento, entretanto, raramente os responsáveis pela infraestrutura local dos centros informam à DMC sobre as alterações realizadas.

5.1.4 Diretoria de Gestão Ambiental

Dentre as atribuições da diretoria estão, a elaboração de projetos de melhoria de sustentabilidade da universidade, planejar sistemas de captação, tratamento e distribuição de água para o campus, identificar e propor soluções para tratamento de resíduos diversos, coletar e dar o destino adequado ao lixo, atuar no planejamento de sistemas de captação e disponibilização de energias alternativas e identificar e propor alternativas para projetos de edificações sustentáveis.

A equipe da DGA é composta, além do diretor, por mais 14 membros, as gerências de recursos hídricos, de projetos e ações ambientais e de operações possuem um gerente e dois servidores cada, enquanto a gerência de gestão e fiscalização de contratos possui um gerente e quatro servidores.

Ao longo da entrevista o diretor falou sobre as principais atividades desempenhadas por cada uma das gerências. A gerência de recursos hídricos é responsável por abastecer 85% do consumo de água do campus o que gera uma economia de cerca de 5 milhões de reais. A gerência de projetos e ações ambientais promove campanhas de conscientização e preservação do campus, é responsável pela coleta seletiva e de resíduos perigosos e coordena a implementação do Plano de Logística Sustentável e o Plano de Gestão de Resíduos Sólidos. A gerência de operações coordena a limpeza e o recolhimento dos resíduos da universidade. E gerência de gestão e fiscalização de contratos é responsável pela gestão de dezenas de contratos de serviços terceirizados para a realização das atividades da diretoria e ainda fornece apoio a Coordenação Administrativa Financeira na elaboração de termos de referência e estudos preliminares.

De todas essas atividades, o diretor estima que 80% são referentes a prestação de serviços como: abastecimento de água, limpeza, poda, coleta de resíduos, gestão de contratos. E apenas 20% são voltadas para a gestão ambiental e para cumprir as metas de sustentabilidade do campus.

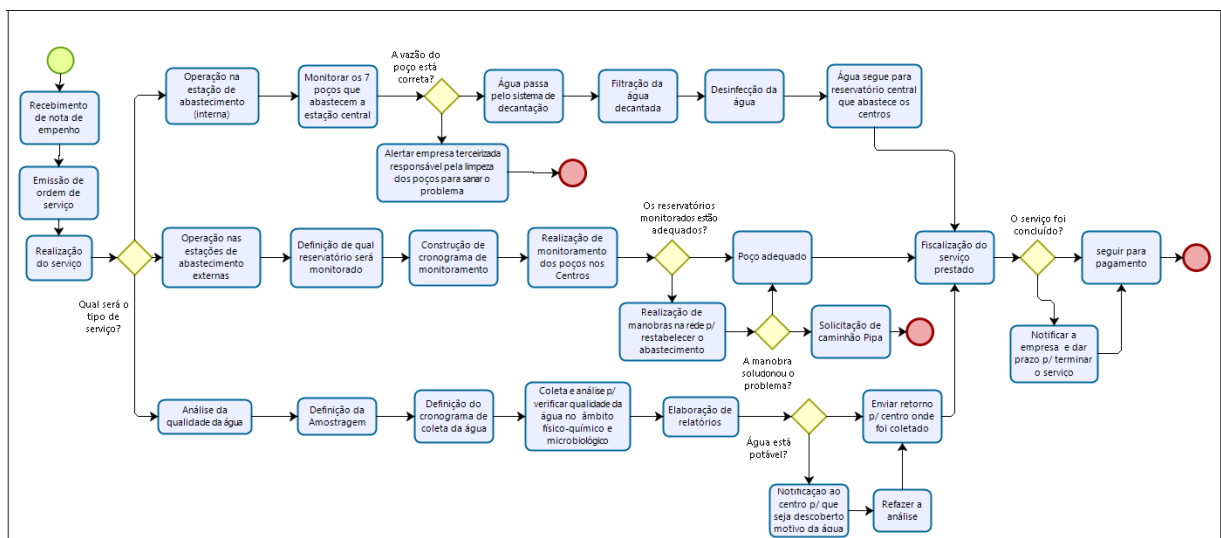
A DGA possui uma boa relação com a secretaria de meio ambiente do Recife, com parceria no fornecimento de mudas para replantio, e com a secretaria estadual de meio

ambiente, de quem recebe apoio para montar o modelo de escola de tratamento de resíduos sólidos orgânicos.

Como a diretoria já possui os fluxogramas dos processos das gerências, desta vez não foi necessário criar novos fluxogramas junto ao diretor, pois os existentes foram usados no *workshop* da equipe. Os fluxogramas disponibilizados podem ser vistos nas Figuras 21, 22, 23 e 24.

O fluxograma da Figura 21 se refere a gerência de recursos hídricos e engloba todos os processos que garantem o abastecimento de água potável em todo o campus da UFPE. São três tipos de serviços que seguem caminhos diferentes no fluxograma: Operação na estação interna, monitoramento da vazão e da qualidade da água dos sete poços que abastecem o campus; operação nas estações externas, monitoramento do abastecimento dos reservatórios; e análise da qualidade da água, que coleta e analisa a qualidade da água.

Figura 21 - Fluxograma da gerência de recursos hídricos da DGA (existente)

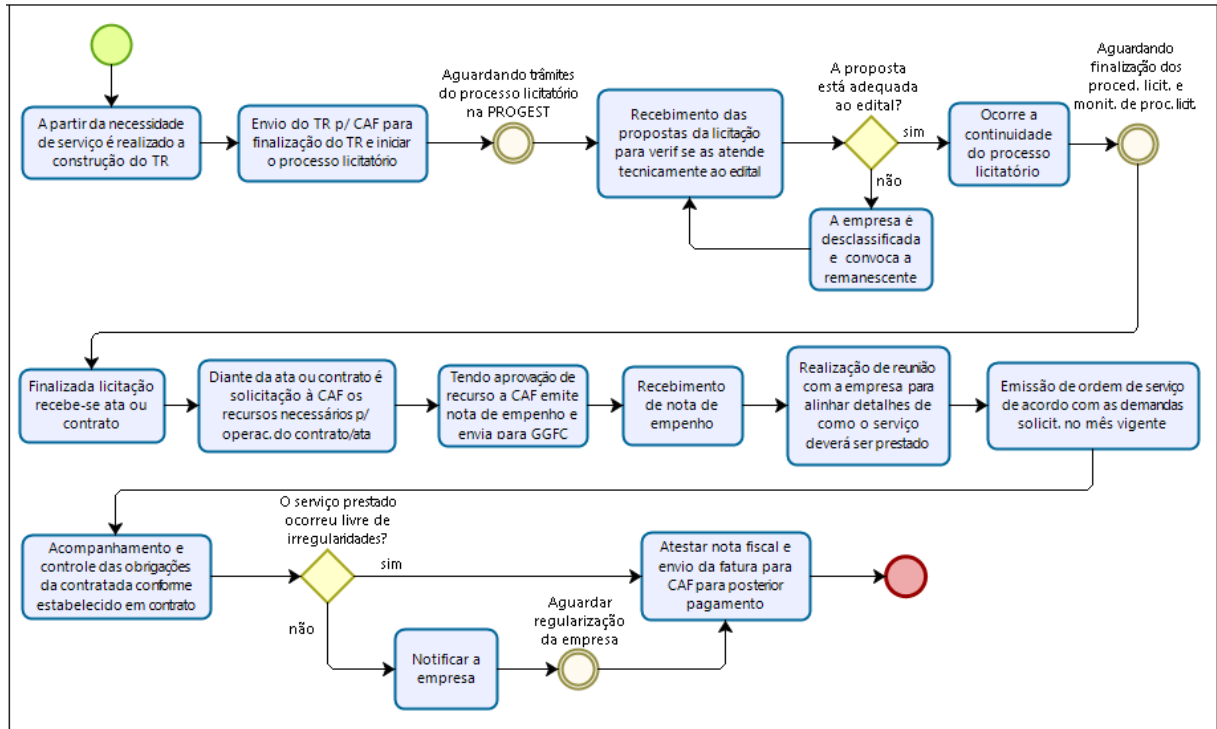


Fonte: O Autor (2020).

O fluxograma da Figura 22 se refere a gerência de fiscalização de contratos e inicia antes mesmo do processo licitatório, onde a gerência elabora a construção dos Termos de Referência que então é enviado para a CAF que dá continuidade ao processo. Em seguida a gerência avalia se as propostas estão de acordo com o edital. Com o processo licitatório finalizado a gerência busca aprovação dos recursos para o início das atividades do contrato, uma vez recebida a nota de empenho é emitida a Ordem de Serviço para as atividades no mês

vigente. Por fim, a gerência acompanha e fiscaliza o serviço das empresas contratadas e atesta a nota fiscal para pagamento.

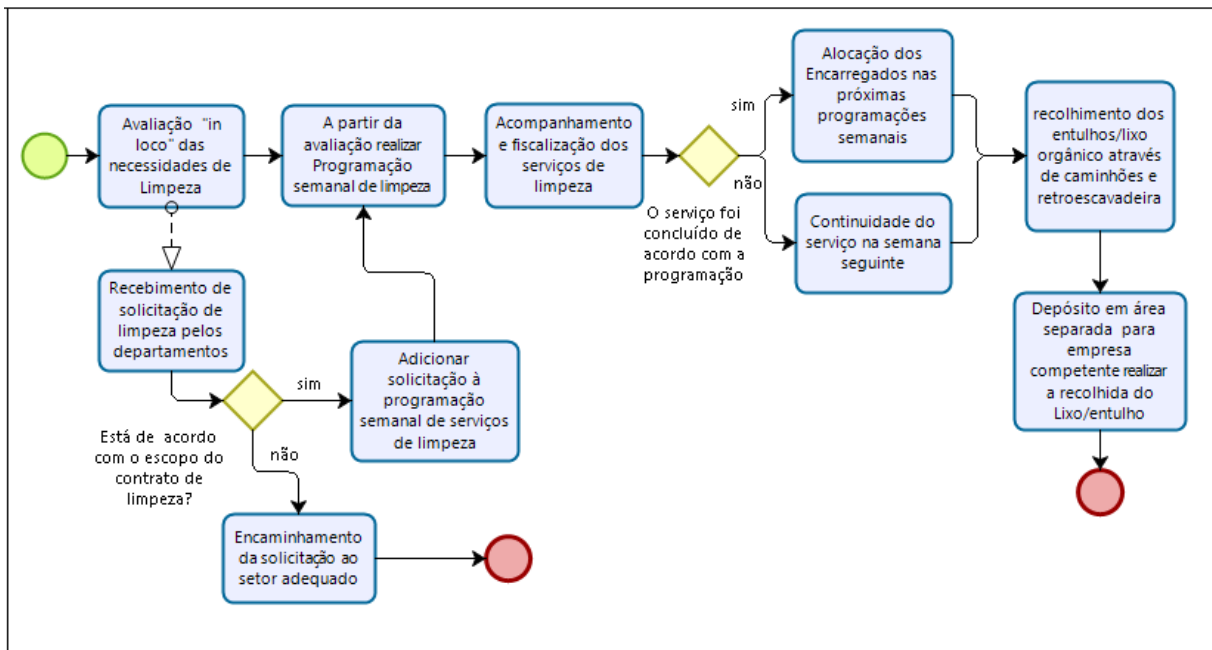
Figura 22 - Fluxograma da gerência de fiscalização de contratos da DGA (existente)



Fonte: O Autor (2020).

O fluxograma da Figura 23 trata da gerência de operações e corresponde ao processo para a limpeza do campus. A primeira etapa consiste em avaliar as necessidades de limpeza e então criar a programação de limpeza semanal. A partir da programação a gerência acompanha e fiscaliza a execução dos serviços de limpeza. Caso a programação dos serviços não seja completada os serviços são realocados para a semana seguinte. Por último os entulhos são recolhidos por caminhões e depositados em locais adequados.

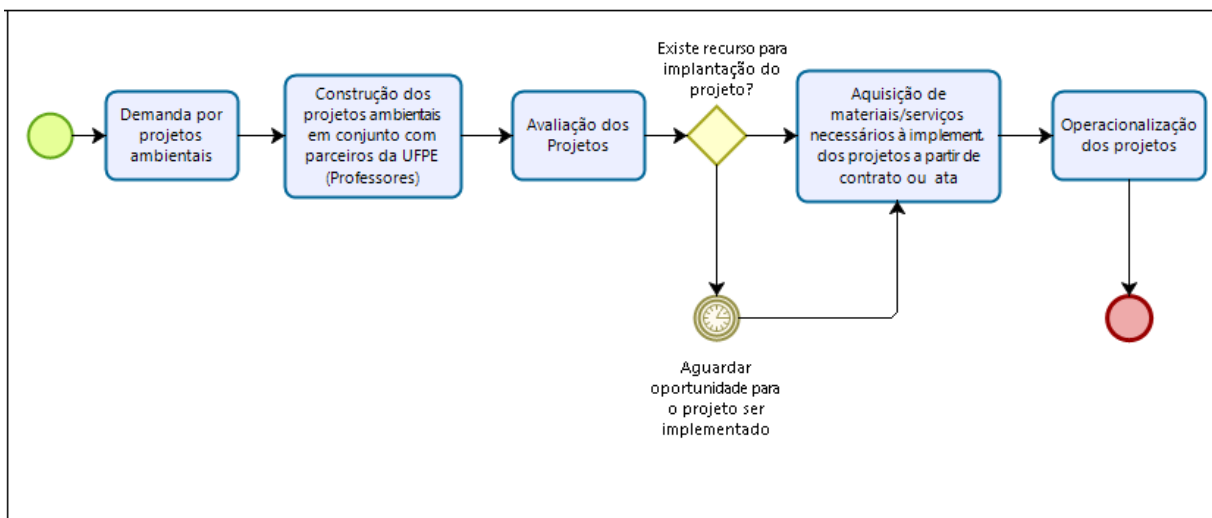
Figura 23 - Fluxograma da gerência de operações da DGA (existente)



Fonte: O Autor (2020).

O fluxograma da Figura 24 se refere a gerência de projetos e ações ambientais e trata do fluxo de demandas por projetos ambientais. Após a identificação da demanda os projetos ambientais são desenvolvidos em parceria com professores da UFPE. Estes projetos são, então, avaliados e caso haja verba para a implementação é liberada a aquisição de materiais e serviços necessários à sua implementação. A partir deste ponto inicia-se o processo de operacionalização dos projetos.

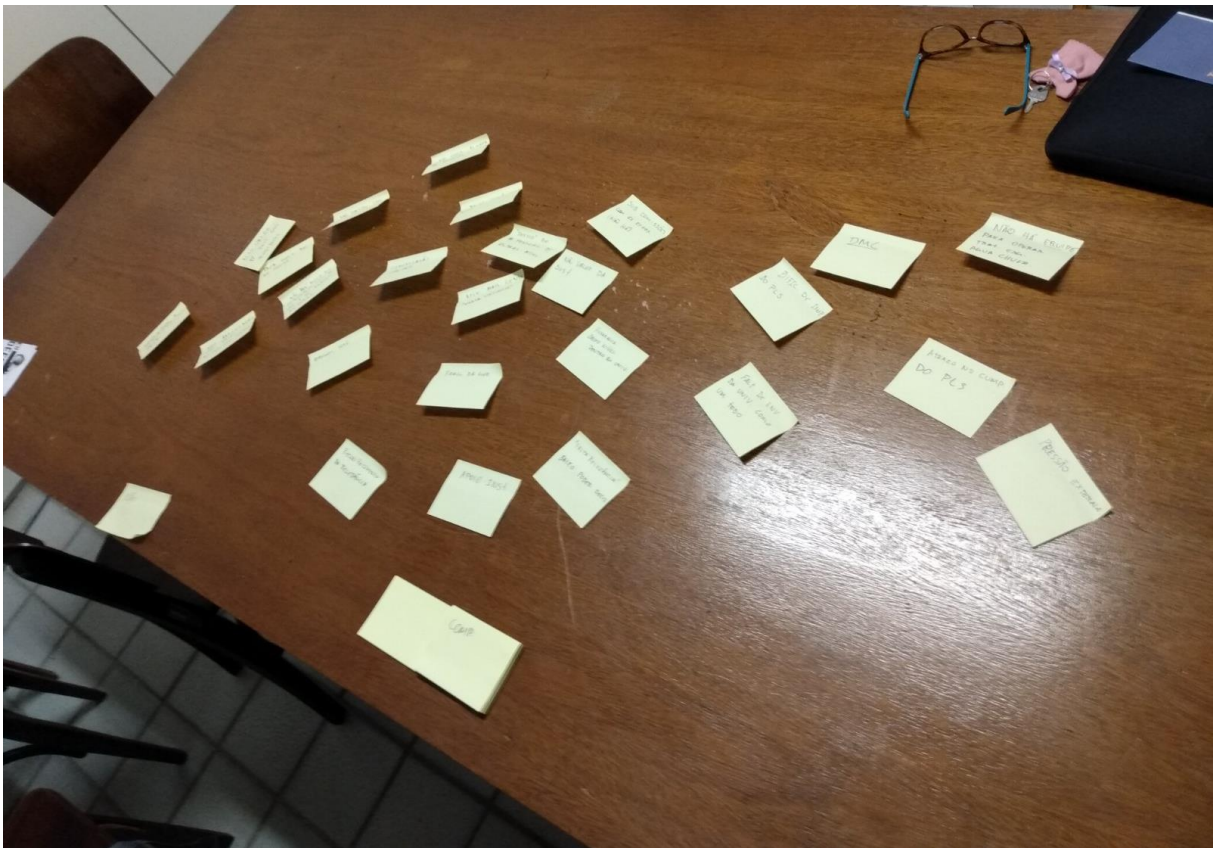
Figura 24 - Fluxograma da gerência de projetos e ações ambientais da DGA (existente)



Fonte: O Autor (2020).

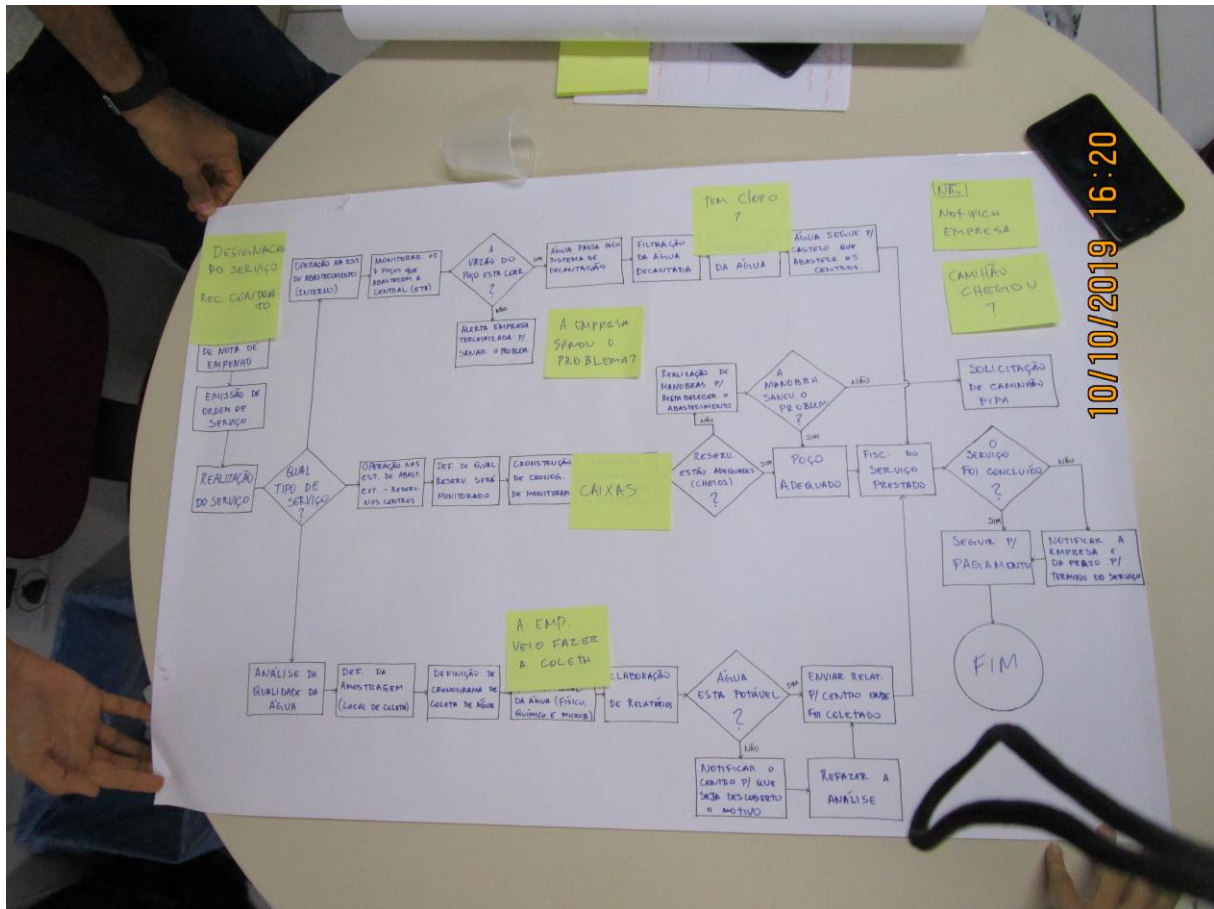
Após a entrevista com o diretor da DGA, as demais entrevistas ocorreram apenas com os quatro gerentes. Eles detalharam mais as atividades desenvolvidas por suas gerências e quais os problemas mais frequentes e que mais impactam em seus trabalhos. Durante o *workshop* esses problemas foram colocados em notas adesivas e colados de maneira ordenada para representar as relações de causais entre os problemas para assim criar-se um esboço do mapa cognitivo da diretoria. A Figura 25 apresenta o esboço do mapa cognitivo da DGA.

Figura 25 - Esboço do mapa cognitivo da DGA



Fonte: O Autor (2020).

Em seguida cada gerente analisou seu respectivo fluxograma e atualizou alguns processos e sugeriu modificações em outros para que os fluxogramas ficassem compatíveis com o praticado pelas gerências. A Figura 26 mostra as sugestões de modificações no fluxograma da gerência de recursos hídricos.

Figura 26 - Fluxograma da gerência de recursos hídricos da DGA (*workshop*)

Fonte: O Autor (2020).

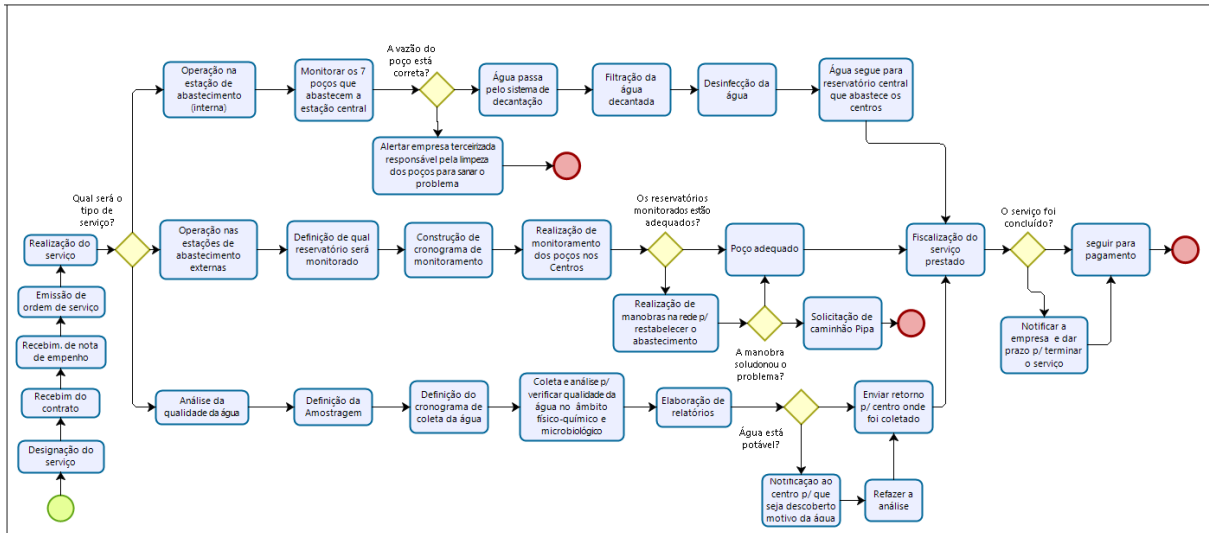
Ao final, com a colaboração de todos, o facilitador usou as informações das notas adesivas para construir um novo fluxograma com as sugestões dadas pelos gerentes, como visto nas Figuras 27, 28 e 29. O fluxograma da diretoria de projetos e ações ambientais não sofreu nenhuma alteração, permanecendo igual à Figura 24.

Na Figura 27 o fluxograma da gerência de recursos hídricos acrescentou duas novas etapas no início do fluxograma. A primeira corresponde a designação do serviço e a segunda etapa é o recebimento do contrato. A partir de então o fluxograma continua idêntico ao mostrado na Figura 21 com o recebimento da nota de empenho, emissão da Ordem de Serviço e da realização dos serviços.

O fluxograma da gerência de fiscalização de contratos visto na Figura 28 alterou as etapas iniciais do fluxograma da Figura 22. Na nova configuração, primeiro a DGA elabora o Documento de Formalização de Demanda, em seguida a CAF emite a portaria para início do processo licitatório e a DGA elabora o estudo preliminar que serve de base para a CAF criar o

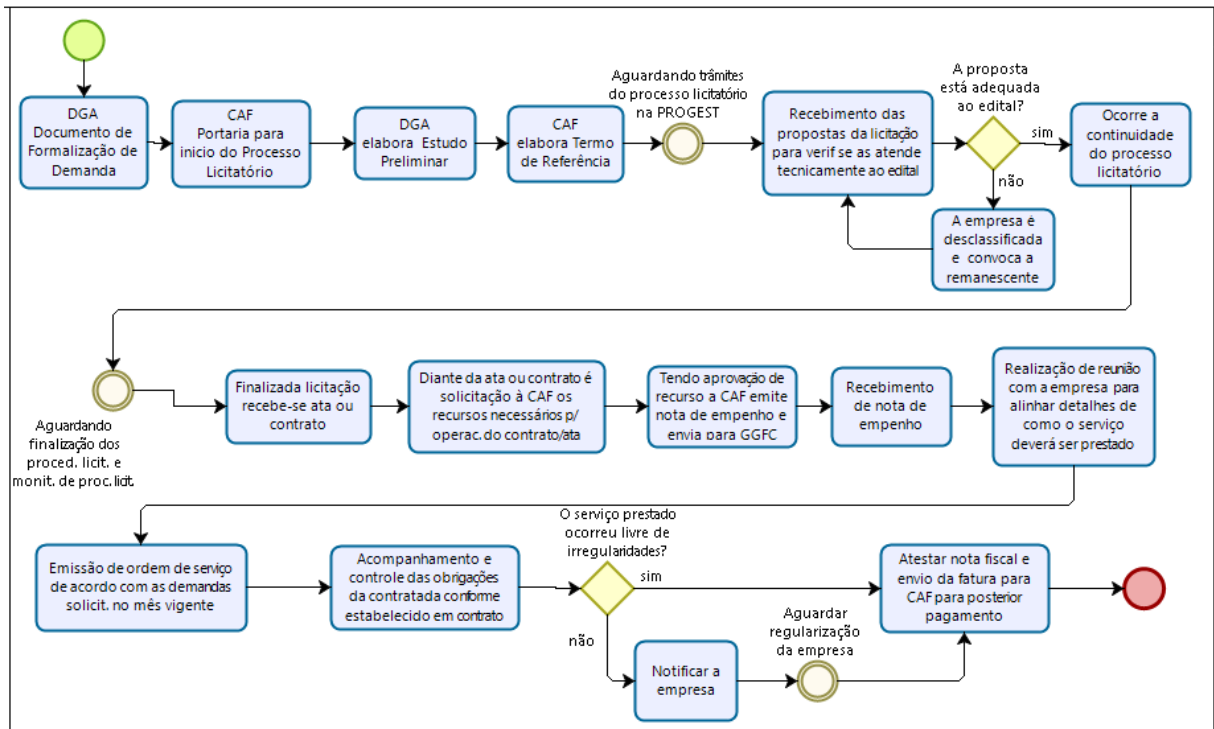
Termo de Referência e então aguarda-se os tramites do processo licitatório. A partir desse ponto o novo fluxograma segue o mesmo caminho do anterior.

Figura 27 - Fluxograma da gerência de recursos hídricos da DGA (modificações da equipe)



Fonte: O Autor (2020).

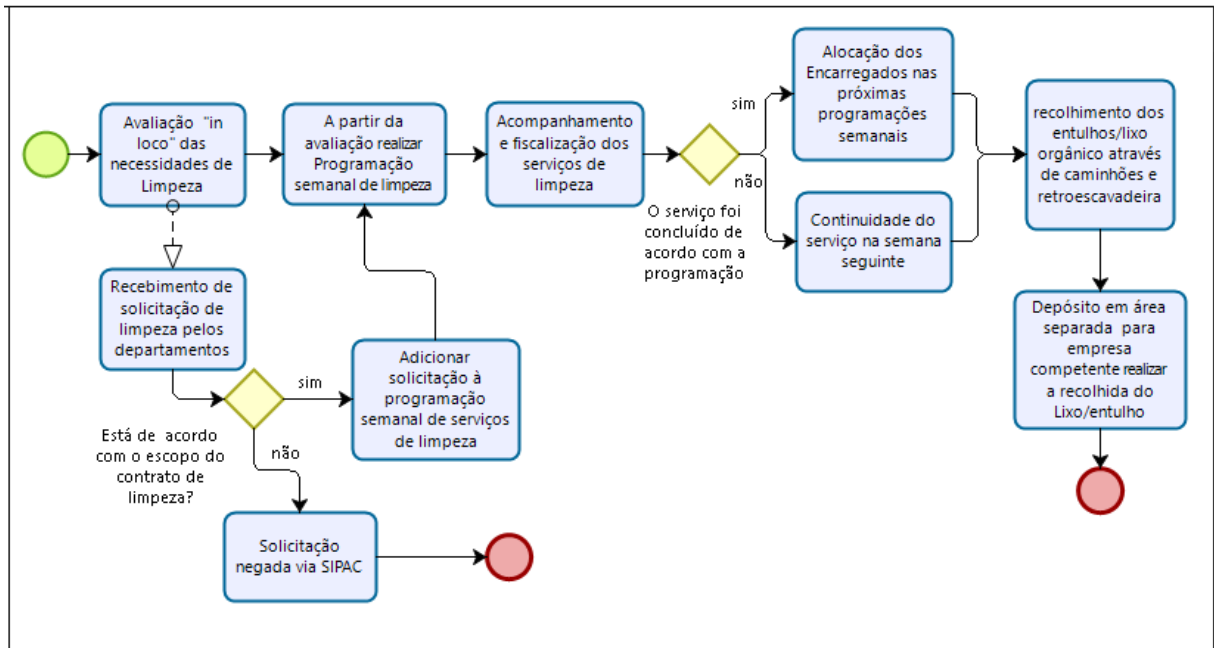
Figura 28 - Fluxograma da gerência de fiscalização de contratos da DGA (modificações da equipe)



Fonte: O Autor (2020).

Já no fluxograma da gerência de operações visto na Figura 29 houve uma pequena mudança em uma etapa onde o recebimento de solicitação de limpeza que não está de acordo com o escopo do contrato de limpeza é negado através do sistema eletrônico, SIPAC. As demais etapas não sofreram alterações.

Figura 29 - Fluxograma da gerência de operações da DGA (modificações da equipe)



Fonte: O Autor (2020).

Por último, o facilitador utilizou o esboço do mapa cognitivo da Figura 25 em conjunto com as informações coletadas nas entrevistas como o diretor, com os gerentes e durante o *workshop* para construir o mapa cognitivo da diretoria. A Figura 30 mostra o mapa cognitivo resultante.

Figura 30 - Mapa cognitivo da DGA



Fonte: O Autor (2020).

A DGA se concentra no desenvolvimento de atividades destinadas a elevar os padrões de sustentabilidade do campus por meio de campanhas de educação ambiental, soluções para gestão de resíduos e implementação dos programas de gestão ambiental. No entanto, a falta de integração entre a DGA e a DPP dificulta a participação da DGA na idealização de alternativas auxiliares sustentáveis para os projetos de novas edificações. Apesar disso a diretoria mostrou interesse em envolver-se na concepção de soluções sustentáveis nas áreas de uso e reuso de água e no desenvolvimento de projetos de energia renováveis.

A DGA é responsável por muitas atividades dos campi universitários, como o desenvolvimento de coleta e descarte de resíduos, atividades de limpeza do campus, tratamento e distribuição de água e ações ambientais. Além disso, eles têm um grande número de contratos de serviços ambientais para gerenciar. Essas atividades consomem muito tempo e esforço dos membros da diretoria e, apesar de serem essenciais para o bom funcionamento dos campi, não contribuem na meta de elevar os padrões de sustentabilidade da UFPE. Por causa de tanto tempo e esforço gasto em atividades operacionais, as atividades estratégicas de gestão ambiental e a criação de edificações sustentáveis acabam sendo colocadas em segundo plano.

O mapa cognitivo mostra ainda que a equipe da Diretoria de Gestão Ambiental tem percepção de que as atividades sustentáveis desenvolvidas pela diretoria possuem baixa relevância nos planos da universidade e baixa prioridade comparadas as outras atividades da SINFRA. O que acarreta em desvio de função da equipe e dificuldade de implementação dos planos de gestão ambiental almejados pela diretoria.

5.1.5 Diretoria Administrativa

A última diretoria da SINFRA entrevistada foi a Diretoria Administrativa. Mais uma vez o processo iniciou-se pela entrevista com o diretor que fez uma breve apresentação da diretoria, de sua equipe e das atribuições. Em seguida, procurou-se entender os processos internos e as principais dificuldades enfrentadas.

As atribuições da Diretoria Administrativa são: i) Planejar compras e elaborar termo de referência para aquisição de materiais e de serviços específicos da SINFRA, além de efetuar licitação de materiais e serviços relativos à manutenção e obras dos campi, realizando, em consequência, os empenhos decorrentes das aquisições e cumprimento de contratos de prestação de serviços por terceiros; ii) Elaborar o cadastro dos bens imóveis da Universidade, mantendo atualizados os registros de controle e os documentos das edificações e dos espaços físicos da Instituição; iii) Administrar a frota de veículos oficiais da UFPE.

A equipe da DA é composta por 13 servidores, incluindo o diretor. A Coordenação Administrativa e Financeira (CAF) possui um administrador, um assistente administrativo e dois contadores. A Coordenação de Cadastros de Bens Imóveis (CCBI) conta com dois arquitetos, um engenheiro civil e uma secretária. Já a Coordenação de Transportes é composta por um administrador e 3 assistentes administrativos.

As principais atividades da DA estão voltadas para a gestão dos contratos necessários para o funcionamento da SINFRA, sobretudo nas atividades de manutenção predial. A diretoria gere, atualmente, aproximadamente 50 contratos de aquisição de materiais e serviços, sendo responsável por acompanhar a execução dos contratos e pelo pagamento.

A CCBI é responsável por manter registrado os arquivos com as plantas dos imóveis da UFPE e atualizar as alterações nas edificações. São 387 edificações e segundo o diretor é feita uma atualização permanente das áreas construídas e a avaliação do valor dos imóveis é realizado com a supervisão do engenheiro e dos arquitetos do CCBI, além disso anualmente é formada uma comissão para o levantamento dos imóveis.

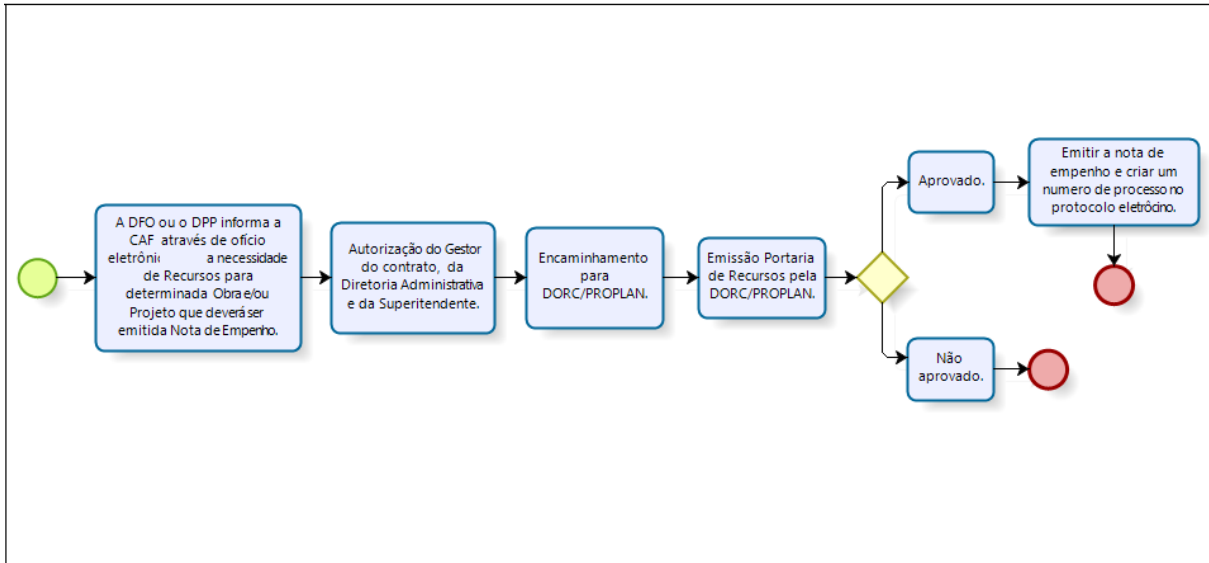
A Coordenação de Transporte controla a frota oficial de veículos da UFPE, coordenando as atividades inerentes ao uso dos veículos para o deslocamento administrativo e acadêmico nas diversas viagens promovidas pela universidade. Também controla a frota responsável pela coleta de lixo e capinação e pelos ônibus e vans que transportam os estudantes dentro dos campi.

Segundo o diretor, os processos em mídia física, respeitados os prazos legais, são encaminhados ao arquivo geral, ou a depender da característica, descartados. Os documentos de transportes, em formato digital, são armazenados na biblioteca central. A Procuradoria Federal da UFPE armazena os documentos de cartório dos imóveis. A CCBI mantém os arquivos das plantas e os processos eletrônicos são armazenados no SIPAC.

A diretoria também possui os fluxogramas de seus processos, estes foram disponibilizados pelo diretor e utilizado no *workshop* com a equipe da diretoria. A Figura 31 mostra o fluxograma referente à execução orçamentaria das obras e projetos de engenharia e a Figura 32 mostra os procedimentos após a emissão da nota de empenho de obras e projetos de engenharia.

No fluxograma da Figura 31 referente a execução orçamentaria das obras e projetos de engenharia mostra que após receber a solicitação de recursos por ofício eletrônico, é necessário a autorização do gestor do contrato, da Diretoria Administrativa e do Superintendente para que essa seja encaminhada para a PROPLAN, se aprovada a solicitação de recursos emite-se a nota de empenho.

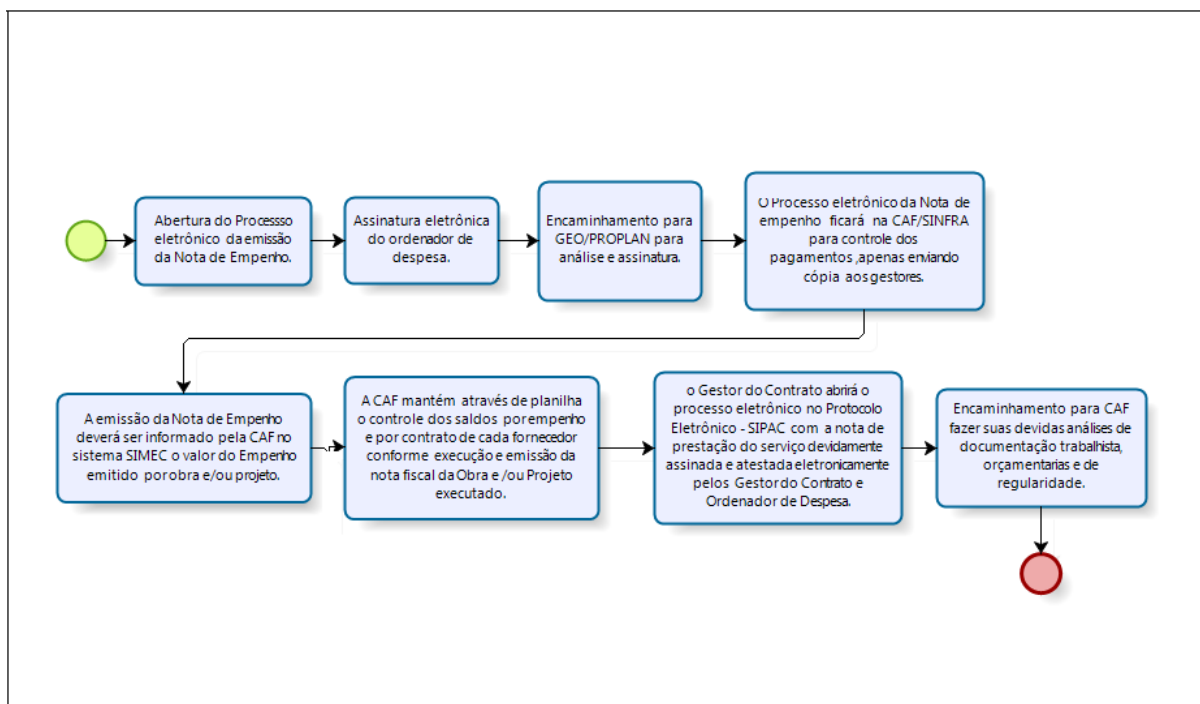
Figura 31 - Fluxograma de execução orçamentaria das obras e projetos de engenharia (existente)



Fonte: O Autor (2020).

O fluxograma para os procedimentos após a emissão da nota de empenho de obras e projetos de engenharia visto na Figura 32 é, na verdade uma continuação do fluxograma anterior. Após a emissão da nota de empenho, abre-se o processo eletrônico com a assinatura eletrônica do ordenador de despesas. O processo eletrônico da nota de empenho fica sob a supervisão da CAF e as cópias são enviadas aos gestores de contrato. A CAF mantém o controle dos saldos dos contratos de cada fornecedor. Já o gestor do contrato fica responsável por abrir o processo eletrônico no SIPAC com as informações da prestação de serviço realizada. A CAF então analisa a documentação trabalhista, orçamentaria e de regularidade.

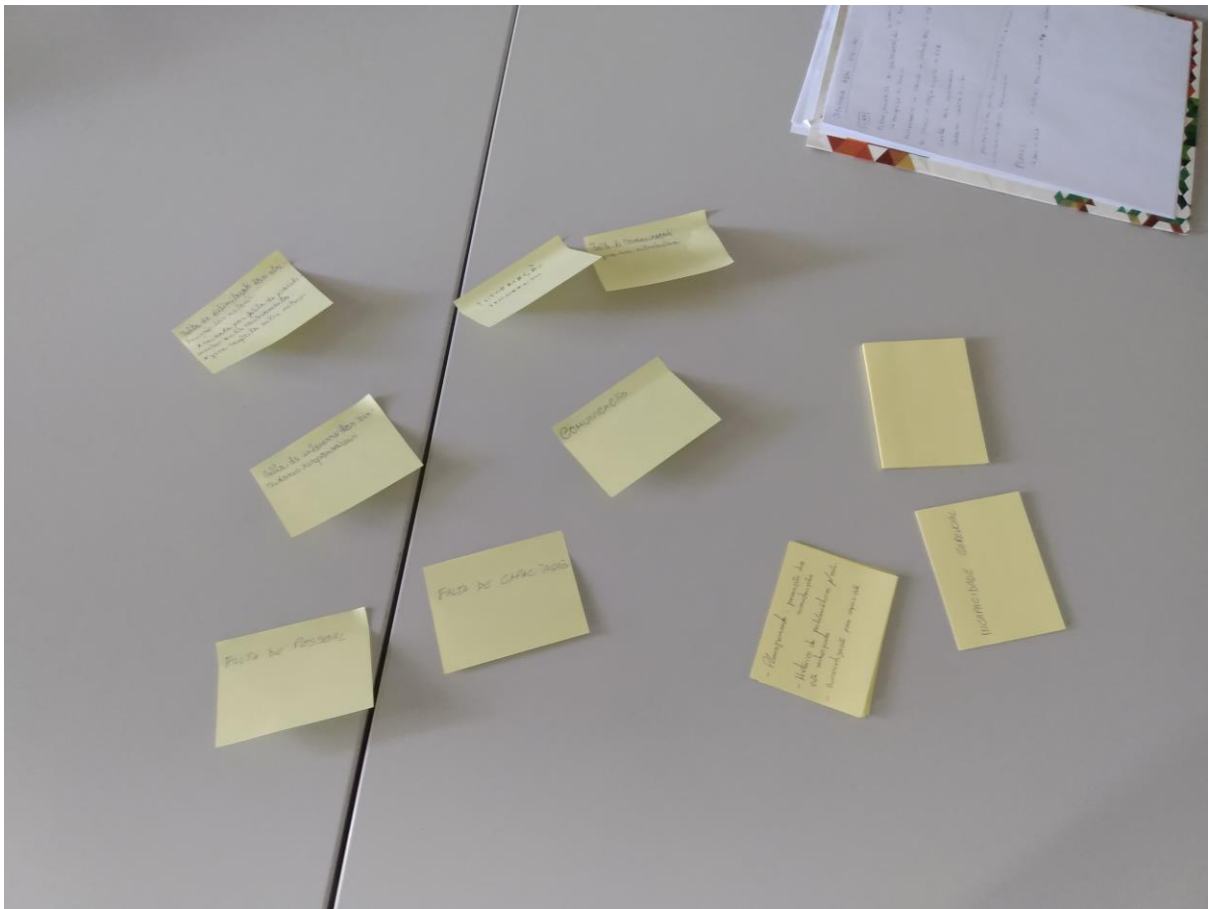
Figura 32 - Fluxograma de procedimentos após a emissão da nota de empenho de obras e projetos de engenharia



Fonte: O Autor (2020).

No encontro com a equipe da DA as entrevistas foram realizadas com os três coordenadores. Eles detalharam mais as atividades desenvolvidas por suas coordenações e quais os problemas mais frequentes e que mais impactam em seus trabalhos. Durante o *workshop* esses problemas foram colocados em notas adesivas e criou-se um esboço do mapa cognitivo (Figura 33). Já a análise dos fluxogramas não resultou em alterações, os coordenadores concordaram que o conteúdo dos fluxogramas das Figuras 31 e 32 representava o fluxo de trabalho da diretoria no âmbito das obras e projetos de engenharia.

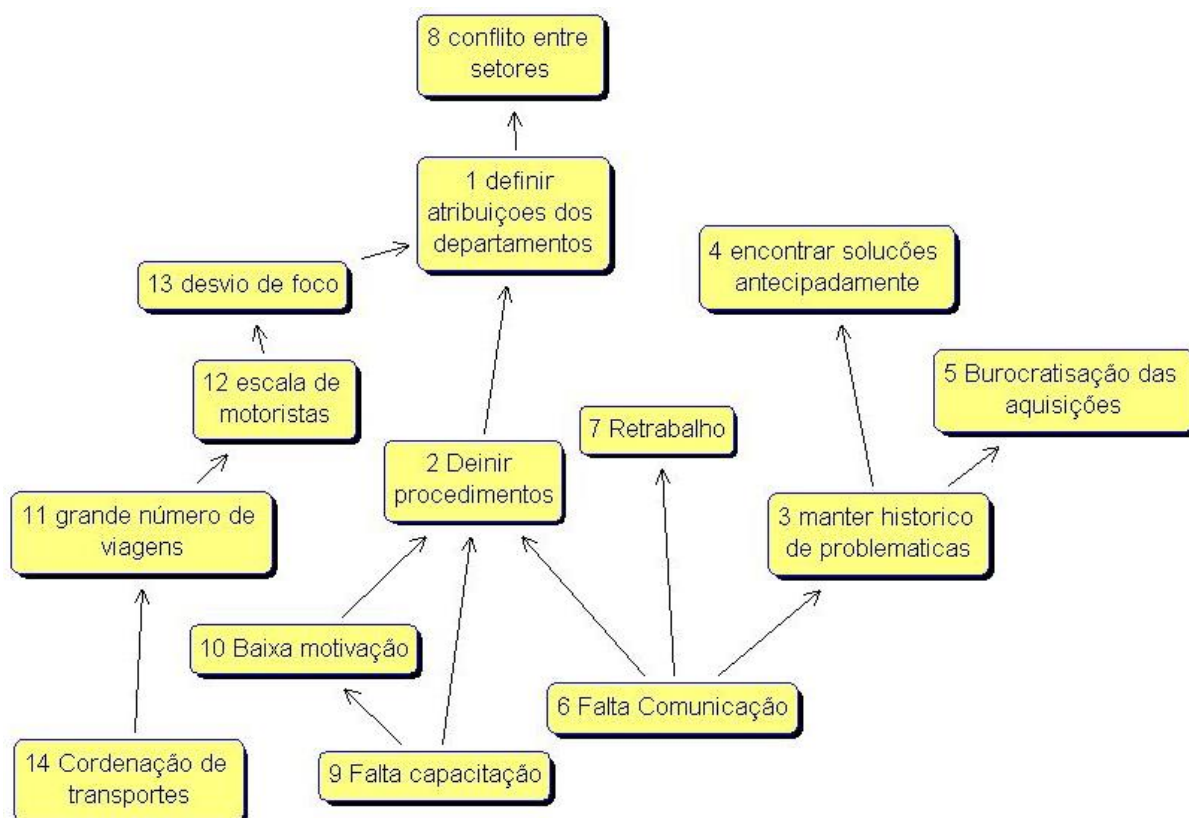
Figura 33 - Esboço do mapa cognitivo da DA



Fonte: O Autor (2020).

O facilitador utilizou as informações colhidas nas entrevistas como o diretor, com os coordenadores e durante o *workshop* para construir o mapa cognitivo da diretoria administrativa. A Figura 34 mostra o mapa cognitivo resultante.

Figura 34 - Mapa cognitivo da Diretoria Administrativa



Fonte: O Autor (2020).

A DA desenvolve principalmente atividades de gerenciamento contratual e controle financeiro, sendo responsável pelo gerenciamento de dezenas de contratos. O mapa cognitivo mostrou que a DA visa melhorar o gerenciamento de contratos por meio de uma melhor atribuição das atividades de cada diretoria, treinamento da equipe e troca de informações mais eficiente dentro da SINFRA.

Um dos desafios enfrentados pela DA é o monitoramento das atividades de manutenção preventiva. Segundo a equipe, o Tribunal de Contas da União exige uma estimativa de orçamento anual para manutenção predial. Para atender essas exigências a DA pretende montar uma equipe para avaliar o que as normas sobre manutenção predial pedem e a partir dessa informação fazer um levantamento das atividades de manutenção preventiva.

Outro ponto observado no mapa cognitivo é que a coordenação de transportes possui uma grande quantidade de atividades para coordenar o uso dos veículos em viagens e na limpeza do campus, as escalas de motoristas e a manutenção dos veículos são atividades que

requerem muito esforço por parte da diretoria, o que acaba por desviar o foco das outras atividades da DA.

5.1.6 Diretoria de Licitações e Contratos

A Diretoria de Licitações e Contratos foi a última participante do estudo. Apesar de não fazer parte da SINFRA, ela possui uma estreita relação com as atividades desempenhadas na Superintendência, uma vez que os processos de seleção de construtoras, contratação de serviços, compra de equipamentos e materiais tem que passar por processo licitatório. Assim como nas demais diretorias, a primeira etapa foi a entrevista como diretor.

A diretoria possui uma vasta lista de atribuições relativas as responsabilidades dos processos licitatório e de contratação, entre elas destacam-se: i) propor disciplinamentos e normativos dos processos licitatórios da UFPE; ii) analisar Termos de Referência, dando suporte aos setores demandantes quanto aos documentos e requisitos necessários que devem compor o processo licitatório; iii) elaborar e publicar os editais licitatórios; iv) realização de licitações para os três campi da UFPE; v) acompanhar e dar suporte às atividades das Comissões Permanente e Especial de Licitação (Obras); vi) elaborar contratos oriundos das licitações; vii) orientar os gestores de contratos quanto à gestão e fiscalização de contratos.

A equipe da DLC é composta por um total de 26 servidores do quais seis desempenham atividades de diretoria, doze compõem a Coordenação de Licitação e oito compõem a Coordenação de Gestão de Contratos.

Segundo o diretor, a DLC segue um modelo padrão de edital da Advocacia Geral da União, de acordo com o tipo de licitação pertinente, os contratos são elaborados concomitantemente com o edital. A minuta do contrato é anexada ao edital e este é publicado. Após o processo licitatório, o contrato é encaminhado para o gabinete do reitor onde é feita a formalização com a assinatura do reitor e do representante da empresa vencedora. Depois o contrato é encaminhado de volta a DLC para publicação e uma via é encaminhada para o gestor do contrato. Especificamente aos contratos de obras de engenharia, a DLC encaminha o contrato ao gestor que pertence à equipe da DFO.

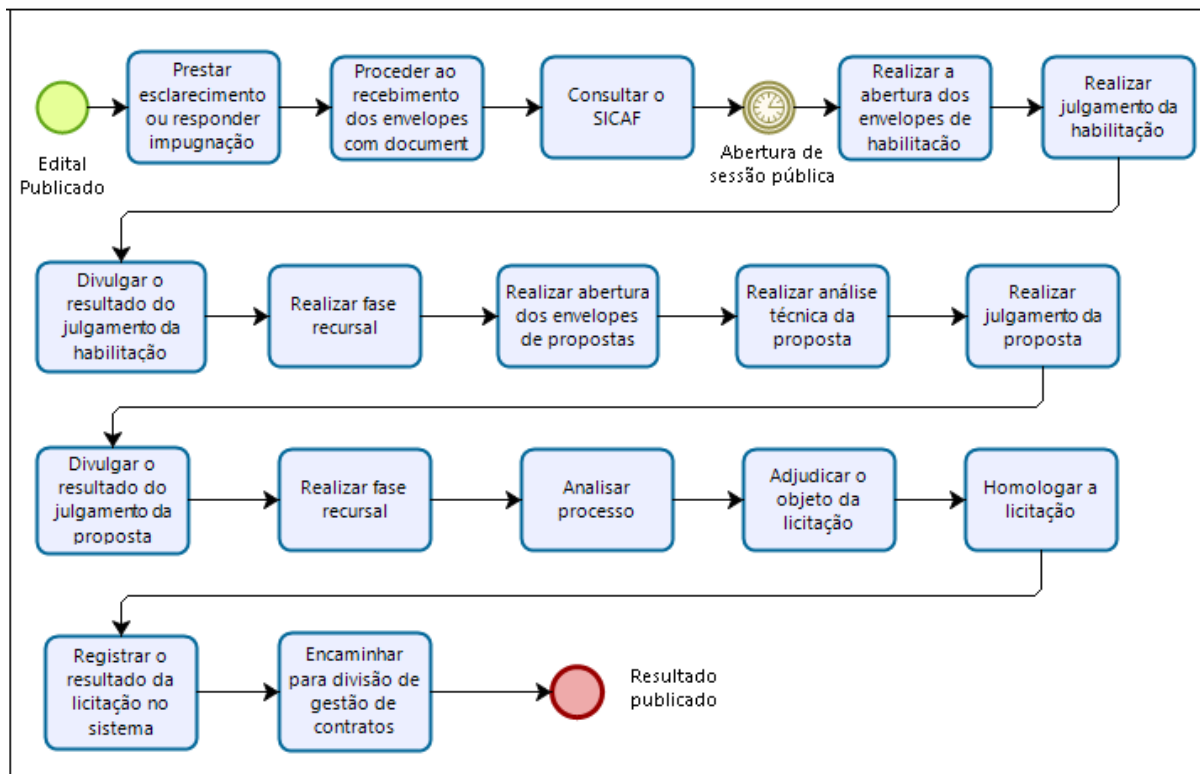
Em caso de problemas na prestação dos serviços, se a falha for por parte da empresa contratada, o fiscal notifica a empresa e anexa a documentação no livro de ocorrências. Se o gestor considerar pertinente ou após reincidências, deve encaminhar a ocorrência à autoridade da sua unidade para que ela autue e encaminhe o processo à DLC. Quanto aos aditivos, estes

estão previstos em cláusulas contratuais e a DLC auxilia junto ao gestor do contrato na formalização do aditivo.

A DLC possui listas de verificação para as diversas etapas do processo licitatório e de contratação que precisão ser preenchidas antes que o processo avance. Também disponibiliza uma série de modelos de documentos e manuais para auxiliar os servidores e gestores de contrato. Toda a documentação era armazenada em mídia física até 2018 quando passaram a ser disponibilizados, também, no site da UFPE.

A diretoria também possui os fluxogramas de seus processos, estes foram disponibilizados pelo diretor. A Figura 35 mostra o fluxograma licitação modalidade tomada de preço e concorrência de obras e projetos. O fluxograma de licitação inicia na publicação do edital e cumpre os ritos de esclarecimento e recebimento dos envelopes. A realização da abertura dos envelopes para julgar a habilitação e divulgar os resultados. Após a divulgação do resultado da abertura dos envelopes inicia a fase recursal para então homologar a licitação. Com o registro dos resultados e o encaminhamento do contrato para o gestor do contrato o resultado final é publicado.

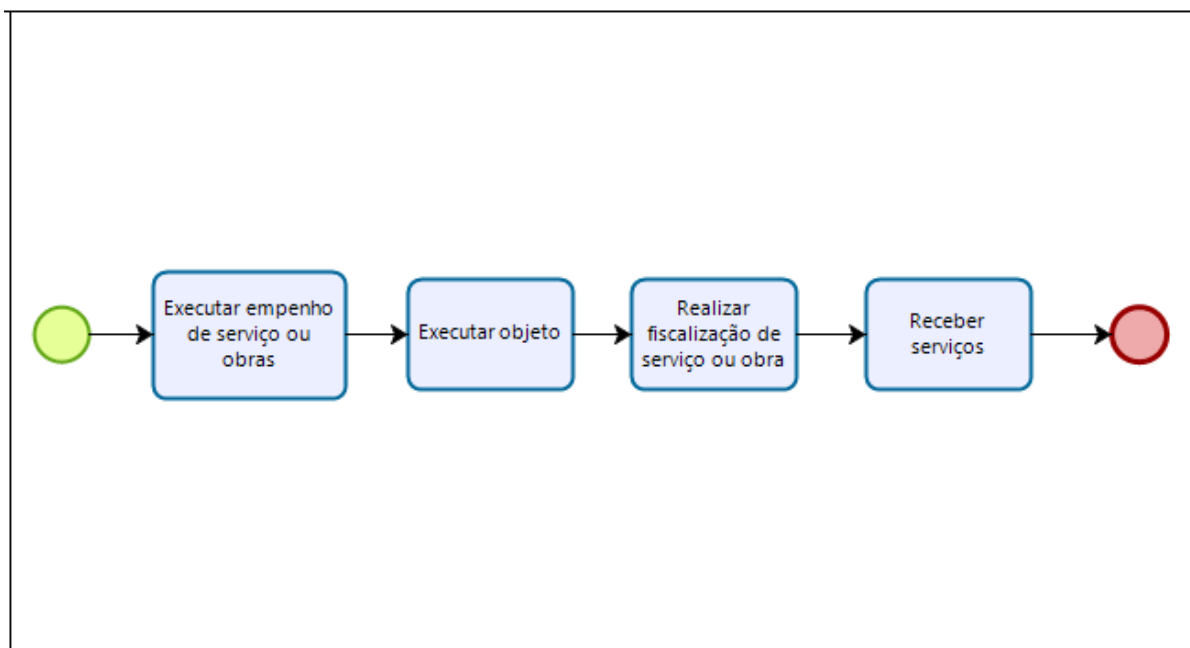
Figura 35 - Fluxograma licitação modalidade tomada de preço e concorrência de obras e projetos



Fonte: O Autor (2020).

A Figura 36 mostra o fluxograma para execução de serviços ou obras, como visto pela DLC, pois, uma vez que esta é uma atribuição da DFO, ele está mais bem detalhado nas Figuras 10 e 13.

Figura 36 - Fluxograma para execução de serviços ou obras.



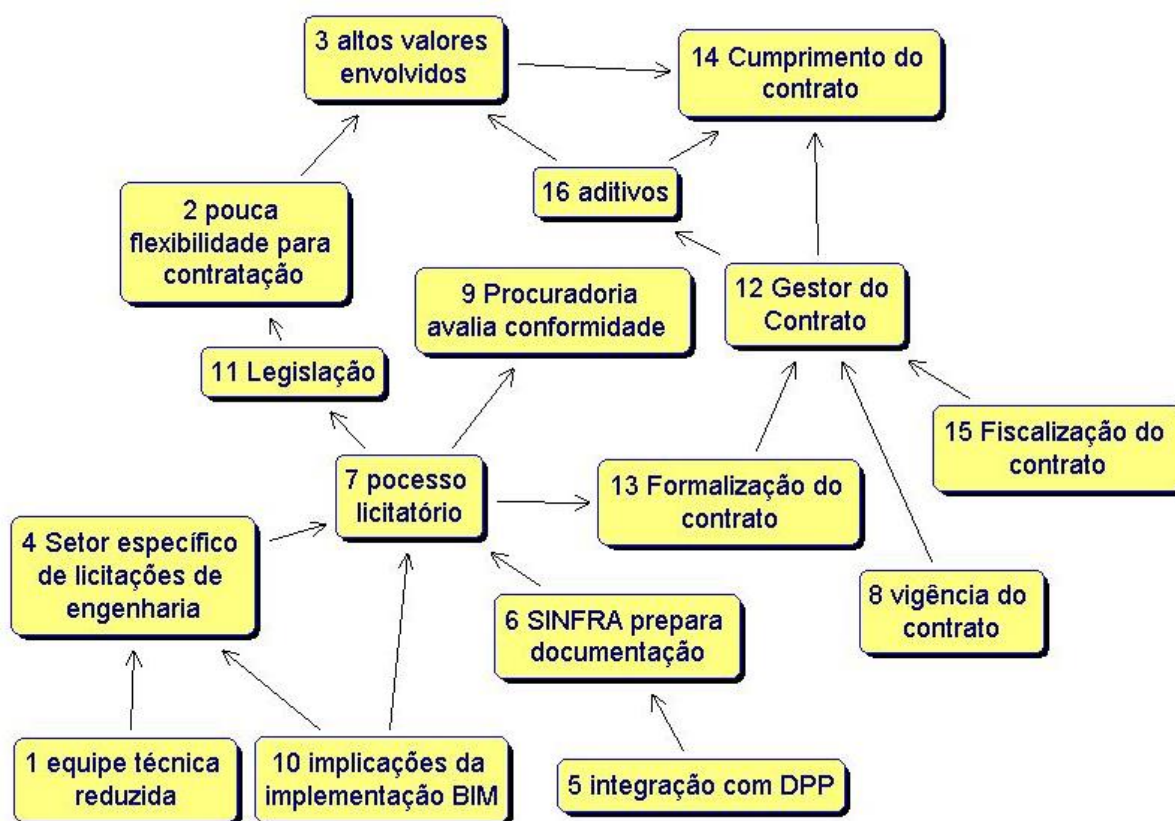
Fonte: O Autor (2020).

Após a entrevista com o diretor foi a vez dos coordenadores de licitação e de contratos. Eles elucidaram as atividades desenvolvidas em suas coordenações evidenciando os problemas mais frequentes e propondo algumas soluções.

O coordenador de licitações explicou que o setor demandante aciona a SINFRA, na figura da DPP para a produção dos projetos, a SINFRA por sua vez prepara toda a documentação necessária para dar início ao processo licitatório e então encaminha para a coordenação de licitações. Após o processo licitatório e a emissão da ordem de serviço o contrato é enviado para a coordenação de contratos. Segundo o coordenador de contratos, o setor de contratos se encarrega da formalização do contrato, ou seja, assinaturas das partes, prazos legais, recursos, vigência, etc. A vigência é estabelecida após previsão do início da obra indicada pelo gestor do contrato. Após passar pela DLC, os editais e contratos são avaliados pela Procuradoria da UFPE para avaliar as conformidades dos elementos jurídicos.

Após as reuniões o facilitador juntou todas as informações obtidas na entrevista com o diretor e com os coordenadores e montou o mapa cognitivo da Diretoria de Licitações e Contratos. A Figura 37 apresenta o mapa cognitivo da DLC.

Figura 37 - Mapa cognitivo da Diretoria de Licitações e Contratos



Fonte: O Autor (2020).

Responsável pelas licitações e contratos de toda a UFPE, a DLC possui pouca flexibilidade de contratação, uma vez que a legislação brasileira é muito rigorosa em relação aos métodos de contratação pública de construção. A análise do mapa cognitivo mostrou preocupação com a implementação do BIM e as implicações sobre o processo de licitação.

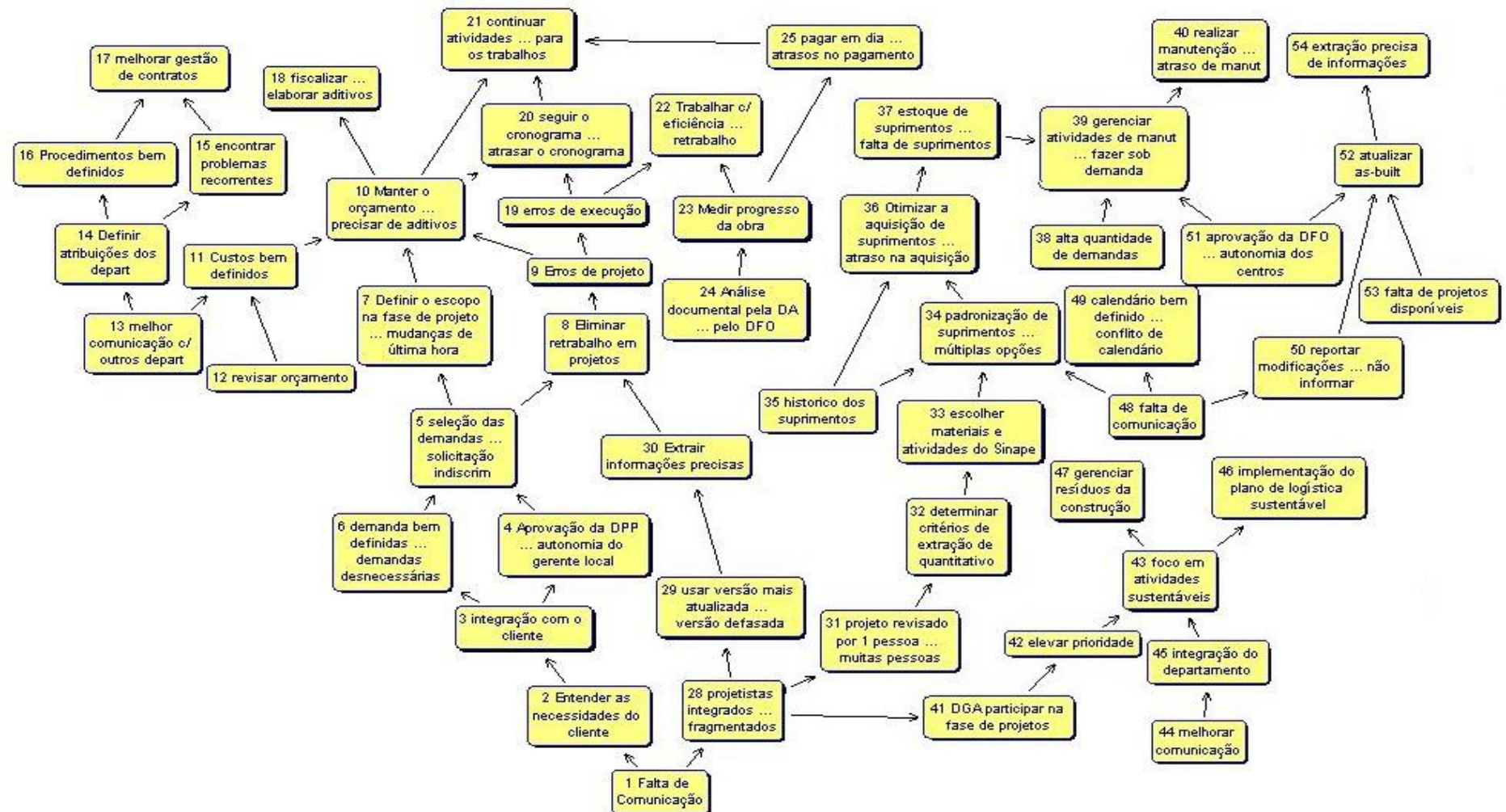
A análise também mostrou que a equipe possui apenas um profissional com conhecimento técnico na indústria da AECOM, responsável pela verificação dos aspectos técnicos do contrato. Dado que os contratos podem valer milhões de dólares, a equipe destacou a necessidade de um setor específico para licitações de construção.

5.1.7 Mapa cognitivo da SINFRA

Após todas as entrevistas e *workshops* com os diretores e equipes da SINFRA, os mapas cognitivos de cada diretoria foram construídos, mas para ter a visão geral e compartilhada de todas as diretorias e poder traçar as estratégias gerenciais é necessário combinar os mapas das diretorias em um mapa cognitivo global. Para combinar os mapas cognitivos das diretorias, primeiros identificou-se conceitos comuns entre dois mapas cognitivos das diretorias e vinculou-se os mapas com base nesses conceitos. Cada conceito em comum desempenha o papel de um dispositivo de acoplamento. Por sua vez, o mapa da próxima diretoria é associado ao resultado anterior. Dessa forma, o processo de combinação continua até que todos os mapas cognitivos locais sejam esgotados.

A Figura 38 apresenta o mapa cognitivo agregado de todas as diretorias, que será usado para o processo de análise e diagnóstico das dificuldades apresentadas pela SINFRA. Uma rápida análise evidencia a cadeia de consequências conectadas que interliga os problemas das diretorias, o que revela a influência dos relacionamentos nos

Figura 38 - Mapa cognitivo da SINFRA



Fonte: O Autor (2020).

5.2 DISCUSSÃO

Cada um dos mapas foi analisado e, assim, obtiveram-se os aspectos mais relevantes, na visão dos participantes, sobre os problemas enfrentados em cada diretoria. A Tabela 5 resume as descobertas. Alguns desses aspectos são comuns à maioria das diretorias. A comunicação fraca e a baixa integração entre equipes e entre as outras diretorias exemplificam a situação e apontam para a fragmentação organizacional da SINFRA.

Tabela 5 - Aspectos relevantes para os participantes

Diretoria	Pontos Relevantes
DPP	Melhorar a integração da equipe; definir critérios para novas demandas; integração com clientes e outras diretorias; melhorar o <i>feedback</i> .
DFO	Evite erros de design e retrabalho; reduzir adições de custo e tempo; mitigar erros de cálculo de custos; melhorar a comunicação, evitar atrasos no cronograma; definir atribuições das diretorias.
DMC	Otimizar a aquisição de suprimentos; melhoria de comunicação; revisar abordagem de gerenciamento de manutenção; melhorar o relacionamento com gerentes locais de construção; atualizar os projetos criados.
DGA	Integração de diretorias; rever comunicação com outras diretorias; foco em atividades sustentáveis; implementar plano logístico sustentável; participar de fases de design.
DA	Melhorar a gestão de contratos; melhorar a comunicação com outras diretorias; definir atribuições das diretorias.
DLC	Necessidade de cumprir as restrições estabelecidas na Lei; necessidade de qualificação profissional na indústria AECOM.

Fonte: O Autor (2020).

Na análise dos resultados obtidos com a metodologia SODA, foi possível identificar a real situação em que a SINFRA está e quais são os principais problemas enfrentados. O primeiro problema identificado desde o início foi a fragmentação das diretorias entre si. Cada um deles trabalha de forma independente. Assim, a troca de informações permanece em níveis mínimos, o que geralmente compromete o desenvolvimento do ciclo de vida da construção. Isso pode comprometer a qualidade da construção, pois o conhecimento de cada fase não é compartilhado entre as diretorias.

Paralelamente à fragmentação das diretorias, há a falta de atribuições departamentais bem definidas. O que causa muito atrito entre os membros das diretorias para definir de quem é a responsabilidade das atividades. Portanto, isso pode levar ao não desempenho das atividades, desempenho incorreto ou até mesmo atividades realizadas mais de uma vez, comprometendo o bom funcionamento da SINFRA.

Uma sugestão proposta por um dos integrantes da DPP foi a utilização de Matriz RACI (PMI, 2017) para auxiliar na atribuição das funções e responsabilidades dentro do projeto. A matriz RACI é uma ferramenta simples e poderosa, uma vez definidas as etapas do projeto e os integrantes da equipe é só relacionar cada atividade a cada pessoa de acordo com seu grau de responsabilidade. As vantagens da implantação da matriz RACI são muitas: i) Formalização das responsabilidades; ii) divisão clara das atividades; iii) melhora no rastreamento da informação; iv) melhora no controle dos prazos.

Na verdade, a ausência de um gerente de projetos para liderar os projetos da SINFRA pode explicar esses problemas. É função do gerente de projeto definir as atividades de cada equipe e garantir o desempenho correto das atividades. Cabe também ao gerente do projeto promover a integração da equipe e gerenciar conflitos entre diretorias.

Seguindo o fluxo dos processos do ciclo de vida da construção, foi possível observar a perda sistemática de informações que ocorre em cada diretoria. Devido à sua fragmentação, a DPP perde informações ao usar versões de projetos desatualizadas, quando várias pessoas revisam o mesmo projeto usando critérios diferentes ou quando a extração de quantitativos é imprecisa. A DFO geralmente falha em garantir a atualização dos projetos com as modificações executadas na obra, os manuais e garantias de equipamentos são perdidos ou não são repassados adequadamente à DMC por não haver uma cláusula contratual que obrigue os empreiteiros a entregarem essa documentação. Portanto, a DMC recebe o edifício, mas não as informações necessárias para o uso e operação corretos das edificações. Por outro lado, a DMC também falha em manter as plantas e o plano de manutenção atualizados, especialmente porque muitas das manutenções são realizadas diretamente pelos departamentos que não repassam as informações para a SINFRA. A DGA trabalha à parte desse processo, na fase de construção, a DGA é responsável pela coleta e disposição dos resíduos e, posteriormente, durante a fase de operação, desenvolve atividades de coleta seletiva e campanhas de educação ambiental. O não envolvimento na fase de projeto e planejamento compromete a troca de informações entre a DPP e a DGA, o que dificulta o desenvolvimento dos programas de gestão ambiental. Isso reduz a capacidade do edifício de ser sustentável.

A comunicação entre as diretorias da SINFRA provou ser uma grande preocupação para todos os entrevistados. Segundo eles, a falta de comunicação ocorre tanto internamente, entre os membros da própria diretoria quanto entre as diretorias. A comunicação inadequada entre os membros da equipe geralmente leva a problemas nos projetos, atrasos e construção de baixa qualidade (OLANREWAJU; TAN; KWAN, 2017). Mais uma vez, a natureza organizacional fragmentada da SINFRA influencia diretamente a comunicação entre as partes. As diretorias não possuem um canal aberto e adequado de comunicação, onde podem se comunicar e trocar informações sobre os projetos. Como meio de melhorar a comunicação entre as partes, os indivíduos sugeriram a realização de reuniões regulares e incentivavam o *feedback* entre elas.

Durante as fases de desenvolvimento do projeto e de produção dos projetos esquemáticos, vários pontos de decisão foram adicionados para evitar a principal reclamação da equipe sobre trabalhar em um projeto que não será construído. O grupo também apontou que, no procedimento de priorização das demandas, deve-se considerar que os projetos deveriam ser desenvolvidos de acordo com o planejamento estratégico da Universidade. Várias reuniões de aprovação também foram introduzidas para garantir que a DPP, a DFO e a DMC concordem com os projetos que irão para a fase de licitação. Dessa forma, torna-se possível otimizar a aquisição de materiais, pois os principais materiais submetidos à manutenção serão padronizados. Por solicitação da DFO e da DPP, todos os aditivos são avaliados pelas duas diretorias. Portanto, as principais preocupações sobre o processo de projeto foram analisadas e o grupo conseguiu trazer uma solução por conta própria. Além disso, durante o processo de entrevistas, os participantes perceberam que o processo BIM poderia ajudá-los a corrigir muitos problemas que eles enfrentavam diariamente. No entanto, eles também tinham a percepção de que muitos desses problemas não estavam diretamente relacionados ao processo de projetos, mas à falta de procedimento.

5.3 IMPLICAÇÕES GERENCIAIS

A implementação do BIM no setor público tem várias implicações gerenciais (GHAFFARIANHOSEINI *et al.*, 2017). A fase de diagnóstico é vital para entender a extensão das implicações e, assim, tornar esse processo o mais suave possível para os indivíduos.

O BIM tem benefícios potenciais em todas as etapas do ciclo de vida do projeto. O cliente pode desenvolver um melhor entendimento das necessidades do projeto, a equipe de projetistas pode desenvolver e analisar os projetos de maneira mais precisa, a empresa contratada e os fiscais de obra conseguem utilizá-lo para gerenciar a construção do projeto, por último, a equipe de manutenção usufrui de uma poderosa ferramenta para gerenciar a operação e manutenção (GRILO; JARDIM-GONCALVES, 2010).

Os efeitos do BIM na comunicação superam as limitações dos sistemas que usam textos e diagramas 2D. O BIM utiliza recursos de visualização multidimensional para comunicar ideias e compartilhar informações entre os vários atores do projeto de construção (HE *et al.*, 2017). Isso facilita a obtenção de informações do projeto e a troca dessas informações entre os diversos membros do projeto, garantindo um melhor entendimento do projeto. Além disso, há um aumento na qualidade e acurácia dos projetos e também na documentação produzida a partir destes.

O compartilhamento de informações e a colaboração entre as equipes usando um fluxo de trabalho digital com modelos BIM é mais fácil do que usando desenhos 2D. A redução de sessões de coordenação devido a coordenações automáticas e o aprimoramento do fluxo de trabalho permitido pelo BIM mais o uso de ferramentas como o *clash detection* (somente possível usando o BIM) tem efeitos positivos na forma de se coordenar de projetos (BRYDE; BROQUETAS; VOLM, 2013).

Outro aspecto da construção impactado diretamente pelo BIM é a sustentabilidade das construções. Poderosas ferramentas de análise estão disponíveis e com elas é possível desenvolver construções ambientalmente amigáveis que reduzem emissões, economizam energia e aproveitam ao máximo os recursos naturais. O fluxo do trabalho do BIM permite processos de construção mais racionais que desperdiçam menos energia e insumos contribuindo para construções mais sustentáveis.

As ferramentas BIM têm potencial para melhorar outra atividade deficiente do setor, o planejamento de obras. Como a SINFRA não é responsável pela execução da obra (apenas pela fiscalização) o planejamento das etapas de execução fica a cargo da empreiteira vencedora da licitação. A falta de um planejamento inviabiliza a obtenção de informações relevantes para as fases anteriores ao início da obra. Sem essas informações não é possível definir com precisão os prazos de entrega das obras o que causa atrasos no cronograma. Além disso o orçamento da obra também fica comprometido pois não há definição clara das etapas e dos prazos o que leva à necessidade de aditivos.

Alguns aspectos negativos da mudança do fluxo 2D para o fluxo BIM surgem no âmbito organizacional. Esses aspectos são baseados na dificuldade das equipes de projetos de organizarem-se de maneira a tirar o melhor proveito do BIM e ainda nas frustrações causadas pela não adoção completa à abordagem integrada do BIM por todos os indivíduos.

Para as instituições públicas, o BIM traz uma série de vantagens. Fornece informações precisas sobre qualidade e quantidade de materiais auxiliando nas compras públicas, aumenta a qualidade dos projetos reduzindo erros e aditivos contratuais. Projetos realizados em BIM apresentam elevada produtividade e a possibilidade de simular, virtualmente, as etapas da construção o que garante assertividade ao elaborar o cronograma da obra. Para o setor público, isso significa mais segurança nas estimativas de custos e no cumprimento dos prazos e maior transparência no processo licitatório. A instituição consegue, ainda, uma substancial redução nos custos com operação e manutenção da construção uma vez que o BIM é capaz de auxiliar nesta que é a fase mais longa do ciclo de vida da construção.

Coletar informações acerca da estruturação das equipes e de seus papéis no fluxo de trabalho, da percepção dos envolvidos sobre o funcionamento da SINFRA, das dificuldades enfrentadas e soluções propostas e das perspectivas para o futuro para montar um diagnóstico é uma maneira eficaz de olhar para uma organização e determinar as lacunas entre a forma de trabalho atual e a forma desejada após a implementação do BIM. Os resultados obtidos neste diagnóstico consolidam o grau de conhecimento do BIM e ajuda a entender os pontos que requerem melhorias para assim estabelecer o Plano de Execução BIM com as diretrizes para a implementação do BIM no setor da instituição estudada.

Por se tratar de uma instituição pública é fundamental oficializar as diretrizes e as atividades que precisaram ser desempenhadas, assim como, definir quem serão os responsáveis por desempenhá-las. Desta forma os novos processos advindos do BEP e das sugestões propostas pelos entrevistados precisam ser submetidos a aprovação do conselho universitário para que sejam oficializados passem a ser cumpridas pelas equipes. A SINFRA, como outras instituições públicas brasileiras, possui funcionários com estabilidade e que não podem receber incentivos financeiros por sua boa atuação, desta forma, o sistema de incentivo precisa ser construído considerando esta limitação. Assim, como percebido através da análise realizada na SINFRA, uma forma de incentivar o grupo é premiá-los através de cursos de formação continuada que os auxiliem no desempenho de suas atribuições. Além disso, como levantado pelo grupo, a definição de responsabilidade e rastreabilidade do processo serão essenciais para o sucesso desta implementação. As novas atividades, portanto, precisam ser

claras, estarem bem definidas e oficializadas para que sejam realizadas adequadamente por seus respectivos responsáveis.

Um outro ponto importante relacionado ao diagnóstico é a identificação das expectativas e da percepção do grupo quanto aos processos e procedimentos que precisam ser implementados e melhorados. Desta forma, uma vez que o grupo toma conhecimento sobre as necessidades do setor de manutenção, eles podem desenvolver o modelo sabendo, a priori, quais informações devem levar em consideração, além da necessidade de padronização dos projetos, no que tange aos materiais de substituição.

Por último, uma vez que a proposição foi desenvolvida pelo próprio grupo com ajuda do facilitador, os mesmos tendem a se sentir mais engajados no processo de mudança e mais responsáveis pelas atividades a serem desempenhadas.

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A resistência à abandonar as formas convencionais (2D) de gerenciamento dos projetos e à aversão em adotar uma nova tecnologia, o alto custo inicial, as estruturas organizacional e administrativa burocráticas e falta de conhecimento das soluções disponíveis tornam complexo o processo de implementar o BIM em instituições públicas. Além disso a implementação envolve diversos fatores e decisões por parte dos envolvidos que estão em constante mudança durante o processo.

Para abordar a complexidade desse problema, esta dissertação adotou o SODA, um método de estruturação de problemas baseado na construção de mapas cognitivos criados a partir de entrevistas e *workshops* conduzidos com os membros do setor de projetos de uma instituição pública de ensino no Brasil. A análise dos mapas cognitivos permitiu a elaboração de um diagnóstico da atual situação organizacional da SINFRA, o conhecimento explicitado no diagnóstico e as melhorias propostas nos fluxogramas de processos podem servir de subsídios para a elaboração de um BEP que garanta uma transição suave para a metodologia BIM, sendo essa uma forma inovadora de utilizar os métodos de estruturação de problemas, além de ser inovadora na abordagem do processo de implementação do BIM.

Através da criação de mapas cognitivos, que contém as perspectivas dos diretores da SINFRA e de suas equipes, foi possível verificar os principais problemas enfrentados pelo setor, tais como: i) a fragmentação das diretorias; ii) perda de informações; iii) falta de definição das atividades das diretorias; iv) falta de comunicação entre diretorias e equipes; v) ausência de um gerente de projetos; vi) atrasos e sobre custo das obras. Entre os possíveis benefícios da implementação do BIM na SINFRA, podem ser destacados: i) melhora o compartilhamento de informações, a colaboração e a coordenação entre as equipes; ii) fornece informações mais precisas; iii) eleva a produtividade; iv) reduz os custos e aumenta a transparência; v) análise de sustentabilidade.

O caráter participativo do SODA permitiu que os participantes do estudo propusessem sugestões para os problemas enfrentados. Essas sugestões surgiram tanto como alterações nos fluxogramas para melhorar os processos de trabalho das equipes quanto como novas formas de interação entre as equipes. A DPP, além de sugerir o acréscimo de etapas de avaliação de demanda, propôs a realização de reuniões periódicas para discutir os projetos e a utilização de matrizes de responsabilidades para atribuir as funções e responsabilidades das equipes. A DFO propôs sua participação na elaboração dos orçamentos afim de evitar o grande número

de aditivos. A DMC por sua vez sugeriu a padronização dos materiais e a criação de um histórico de uso desses materiais. A DLC propôs a criação e capacitação de uma comissão especial para licitações de obras de engenharia

Apesar das diversas sugestões propostas, foi possível perceber a apatia de alguns entrevistados em participar do estudo. Em todas as diretorias foram observados integrantes pouco participativos nas atividades, entrevistas e *workshops*. Esses integrantes não conseguiram identificar-se com a problemática e sentem que a implementação do BIM não terá impacto em suas atividades. Vencer essa barreira cultural e conscientizar esses integrantes da importância do BIM, será um dos desafios das próximas etapas do processo de implementação do BIM.

Como limitações ao uso desse diagnóstico pode-se apontar que, após a finalização das etapas de entrevistas, *workshops* e criação dos mapas cognitivos, houve uma mudança institucional na universidade e alguns dos diretores entrevistados foram substituídos, o que atrapalhou o processo de construção dos mapas no que tange a duas das seis diretorias e, que atrasou o processo de conscientização institucional que já estava em andamento. Além disso, não foi possível realizar nesta etapa uma conscientização do processo no que tange aos demandantes, que são em torno de 3,500 professores da instituição. Também não foram inclusos os departamentos de engenharia dos 12 centros da universidade, pois esta é uma equipe a parte que precisará ser trabalhada em um segundo momento.

6.1 TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para trabalhos futuros podem ser feito a elaboração do Plano de Execução BIM baseando-se nas informações presentes neste diagnóstico. Avaliar a pertinência do diagnóstico na transição do fluxo 2D para o BIM.

Priorizar os problemas levantados neste diagnóstico e escolher as ações mitigadoras, utilizando o Método do Caminho Crítico para (CPM) para analisar e priorizar a estratégia de implementação de acordo com os marcos da Estratégia BIM BR.

Além disso, será necessário desenvolver um *framework* flexível para o processo de priorização a ser estruturado para os diferentes órgãos e que se encaixe nas necessidades do BEP que será construído para cada um deles. Tais estudos podem contribuir tanto para a pesquisa quanto para aplicações reais na implementação do BIM em instituições públicas.

REFERÊNCIAS

ACKERMANN, Fran; EDEN, Colin. SODA - The Principles. *In*: ROSENHEAD, Jonathan; MINGERS, John (Eds.). **Rational Analysis for a Problematic World Revisited: Problem Structuring Methods for Complexity**. 2. ed. Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, 2001. p. 21–41.

ACKERMANN, Fran; EDEN, Colin. Strategic Options Development and Analysis. *In*: REYNOLDS, Martin; HOLWELL, Sue (Eds.). **Systems approaches to managing change: a practical guide**. London: Springer-Verlag London, 2010. p. 135–190.

AKINTOLA, Adeyemi; VENKATACHALAM, Senthilkumar; ROOT, David. New BIM Roles' Legitimacy and Changing Power Dynamics on BIM-Enabled Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, Reston, VA, v. 143, n. 9, 2017. Doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001366. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0001366> Acesso em: 28 out. 2019.

ALMUNTASER, Taqiadden; SANNI-ANIBIRE, Muizz O.; HASSANAIN, Mohammad A. Adoption and implementation of BIM – case study of a Saudi Arabian AEC firm. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 11, n. 3, 2018, p. 608–624. Doi: 10.1108/IJMPB-05-2017-0046. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJMPB-05-2017-0046/full/html>. Acesso em: 4 dec. 2019.

ARAYICI, Y. *et al.* BIM adoption and implementation for architectural practices. **Structural Survey**, v. 29, n. 1, 2011, p. 7–25. Doi: 10.1108/02630801111118377. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/02630801111118377/full/html>. Acesso em: 18 set. 2019.

BRASIL. **Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019**. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. Brasil, 2019. p. Seção 1, 2.

BRYDE, David; BROQUETAS, Martí; VOLM, Jürgen Marc. The project benefits of building information modelling (BIM). **International Journal of Project Management**, v. 31, n. 7, 2013, p. 971–980. Doi: 10.1016/j.ijproman.2012.12.001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786312001779?via%3Dihub>. Acesso em: 15 jul. 2019.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Implementação BIM**. Rio de Janeiro: CBIC, 2016. v. 2, p. 72. Disponível em: <https://cbic.org.br/inovacao/2017/10/18/coletanea-bim/> Acesso em: 15 jul. 2019.

CAO, Dongping *et al.* Identifying and contextualising the motivations for BIM implementation in construction projects An empirical study in China. **International Journal of Project Management**, v. 35, n. 4, 2017, p. 658–669. Doi: 10.1016/j.ijproman.2016.02.002

Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786316000119>. Acesso em: 20 jun. 2019.

CAPOLONGO, Stefano *et al.* How to assess urban regeneration proposals by considering conflicting values. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 14, 2019. Doi: 10.3390/su11143877. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/14/3877>. Acesso em: 15 out. 2019.

CARVALHO, Henrique Martins Gianvecchio. **Estruturação do problema de integração da cadeia de suprimentos de hortaliças no distrito federal**. 2019. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

CASTELLINI, María Alejandra; PAUCAR-CACERES, Alberto. A Conceptual Framework for Integrating Methodologies in Management: Partial Results of a Systemic Intervention in a Textile SME in Argentina. **Systems Research and Behavioral Science**, v. 36, n. 1, 2019, p. 20–35. Doi: 10.1002/sres.2552. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/sres.2552>. Acesso em: 15 out 2019.

CHAN, Daniel W. M.; OLAWUMI, Timothy O.; HO, Alfred M. L. Perceived benefits of and barriers to Building Information Modelling (BIM) implementation in construction: The case of Hong Kong. **Journal of Building Engineering**, v. 25, 2019. Doi: 10.1016/j.jobe.2019.100764. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710218310209>. Acesso em: 13 jul. 2019.

CHENG, Jack C. P.; LU, Qiqi. A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 20, 2015, p. 442–478. Disponível em: <http://www.itcon.org/2015/27>. Acesso em: 6 set. 2019.

EDEN, C.; ACKERMANN, F. Where next for problem structuring methods. **Journal of the Operational Research Society**, v. 57, n. 7, 2006, p. 766–768. Doi: 10.1057/palgrave.jors.2602090. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1057/palgrave.jors.2602090>. Acesso em: 21 ago. 2019.

EDEN, Colin. Cognitive mapping and problem structuring for system dynamics model building. **System Dynamics Review**, v. 10, n. 2–3, 1994, p. 257–276. Doi: 10.1002/sdr.4260100212. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sdr.4260100212>. Acesso em: 23 ago. 2019.

EDEN, Colin. Analyzing cognitive maps to help structure issues or problems. **European Journal of Operational Research**, v. 159, n. 3, 2004, p. 673–686. Doi: 10.1016/S0377-2217(03)00431-4. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221703004314>. Acesso em: 20 ago. 2019.

EDEN, Colin; ACKERMANN, Fran. Cognitive mapping expert views for policy analysis in the public sector. **European Journal of Operational Research**, v. 152, n. 3, 2004, p. 615–630. Doi: 10.1016/S0377-2217(03)00061-4. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221703000614>. Acesso em: 20 ago. 2019.

EISENHARDT, K. M. Building theories from case study research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, 1989, p. 151–157. Doi: 10.2307/258557 Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/258557>. Acesso em: 21 ago. 2019.

ELMUALIM, Abbas; GILDER, Jonathan. BIM: Innovation in design management, influence and challenges of implementation. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 10, n. 3–4, p. 183–199, 2014. Doi: 10.1080/17452007.2013.821399. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17452007.2013.821399>. Acesso em: 23 ago. 2019.

FARSARI, Ioanna; BUTLER, Richard W.; SZIVAS, Edith. The use of cognitive mapping in analysing sustainable tourism policy: Methodological implications. **Tourism Recreation Research**, v. 35, n. 2, 2010, p. 145–160. Doi: 10.1080/02508281.2010.11081630. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02508281.2010.11081630>. Acesso em: 15 ago. 2019.

GHAFFARIANHOSEINI, Ali *et al.* Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 75, 2017, p. 1046–1053. Doi: 10.1016/j.rser.2016.11.083. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032116308413>. Acesso em: 18 jul. 2019.

GRILO, António; JARDIM-GONCALVES, Ricardo. Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments. **Automation in Construction**, v. 19, n. 5, 2010, p. 522–530. Doi: 10.1016/j.autcon.2009.11.003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580509001733>. Acesso em: 19 jul. 2019.

GUARNIERI, Patricia; SILVA, Lucio Camara e; LEVINO, Natallya A. Analysis of electronic waste reverse logistics decisions using Strategic Options Development Analysis methodology: A Brazilian case. **Journal of Cleaner Production**, v. 133, 2016, p. 1105–1117. Doi: 10.1016/j.jclepro.2016.06.025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616307004>. Acesso em: 17 jul. 2019.

HARDIN, Brad; MCCOOL, Dave. **BIM and construction management** : proven tools, methods, and workflows. 2. ed. Indianapolis: John Wiley & Sons, 2015.

HE, Qinghua *et al.* Mapping the managerial areas of Building Information Modeling (BIM) using scientometric analysis. **International Journal of Project Management**, v. 35, n. 4, 2017, p. 670–685. Doi: 10.1016/j.ijproman.2016.08.001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026378631630062X>. Acesso em: 19 out. 2019.

HJORTSØ, Carsten Nico. Enhancing public participation in natural resource management

using Soft OR - An application of strategic option development and analysis in tactical forest planning. **European Journal of Operational Research**, v. 152, n. 3, 2004, p. 667–683. Doi: 10.1016/S0377-2217(03)00065-1. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221703000651>. Acesso em: 19 out. 2019.

HODGKINSON, Gerard P.; MAULE, A. John; BOWN, Nicola J. Causal Cognitive Mapping in the Organizational Strategy Field: A Comparison of Alternative Elicitation Procedures. **Organizational Research Methods**, v. 7, n. 1, 2004, p. 3–26. Doi: 10.1177/1094428103259556. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1094428103259556>. Acesso em: 3 ago. 2019.

IRANI, Zahir *et al.* Managing food security through food waste and loss: Small data to big data. **Computers and Operations Research**, v. 98, 2018, p. 367–383. Doi: 10.1016/j.cor.2017.10.007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030505481730271X>. Acesso em: 15 out. 2019.

JONES, Stepen A.; BERNSTEIN, Harvey M. **The Business Value of BIM for Owners**. Bedford, MA, USA: McGraw Hill Construction, 2014.

KELLY, George Alexander. **The psychology of personal constructs**. London, UK: Routledge, 1991.

KWAHK, Kee Young; KIM, Young Gul. Supporting business process redesign using cognitive maps. **Decision Support Systems**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 155–178, 1999. Doi: 10.1016/S0167-9236(99)00003-2. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923699000032>. Acesso em: 13 set. 2019.

LEVINO, Natallya A.; MORAIS, Danielle Costa. **Estruturação de problemas de decisões estratégicas para comitês de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco**. 2009. 106f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

MANSO, Daniel Ferreira; SUTERIO, Ricardo; BELDERRAIN, Mischel Carmen Neyra. Estruturação do problema de gerenciamento de desastres do estado de São Paulo por intermédio do método strategic options development and analysis. **Gestao e Producao**, v. 22, n. 1, 2015, p. 4–16. Doi: 10.1590/0104-530X1105-13. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2015000100004. Acesso em: 3 ago. 2019.

MINISTERIO DA INDUSTRIA E COMERCIO EXTERIOR E SERVIÇOS. **Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - BIM**. p. 1–33, MDIC, 2018. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/26-11-2018-estrategia-BIM-BR-2.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2019.

MEDEIROS, Daysan F. K. Leal; URTIGA, Marcella Maia; MORAIS, Danielle Costa. Integrative negotiation model to support water resources management. **Journal of Cleaner Production**, v. 150, n. 9, 2017, p. 148–163. Doi: /10.1016/j.jclepro.2017.02.160. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617303864?via%3Dihub>. Acesso em: 3 ago. 2019.

MIETTINEN, Reijo; PAAVOLA, Sami. Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling. **Automation in Construction**, v. 43, 2014, p. 84–91. Doi: 10.1016/j.autcon.2014.03.009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580514000612>. Acesso em: 13 ago. 2019.

OKAKPU, Anthony *et al.* Exploring the environmental influence on BIM adoption for refurbishment project using structural equation modelling. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 16, n. 1, 2019, p. 1–17. Doi: 10.1080/17452007.2019.1617671. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17452007.2019.1617671>. Acesso em: 23 ago. 2019.

OLANREWAJU, Abdullateef; TAN, Seong Yeow; KWAN, Lee Foo. Roles of Communication on Performance of the Construction Sector. **Procedia Engineering**, v. 196, 2017, p. 763–770. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.005>. Acesso em: 5 set. 2019.

ORAEE, Mehran *et al.* Collaboration barriers in BIM-based construction networks: A conceptual model. **International Journal of Project Management**, v. 37, n. 6, 2019, p. 839–854. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2019.05.004>. Acesso em: 9 ago. 2019.

PISHDAD-BOZORGI, Pardis *et al.* Planning and developing facility management-enabled building information model (FM-enabled BIM). **Automation in Construction**, v. 87, 2018, p. 22–38. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.12.004>. Acesso em: 4 ago. 2019.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)**. 6. ed. Newtown Square, PA: PMI, 2017.

RIDDER, Hans Gerd. The theory contribution of case study research designs. **Business Research**, v. 10, n. 2, 2017, p. 281–305. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40685-017-0045-z>. Acesso em: 7 jul. 2019.

ROSENHEAD, Jonathan. Past, present and future of problem structuring methods. **Journal of the Operational Research Society**, v. 57, n. 7, 2006, p. 759–765. Doi: 10.1057/palgrave.jors.2602206. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1057/palgrave.jors.2602206>. Acesso em: 2 ago. 2019.

ROSENHEAD, Jonathan. What's the problem? An introduction to problem structuring methods. **Decision Science**, v. 26, n 6, 1996, p. 359–373. Doi: 10.1287/inte.26.6.117.

Disponível em: <https://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/inte.26.6.117>. Acesso em: 6 ago. 2019.

ROUWETTE, Etienne; BASTINGS, Ingrid; BLOKKER, Hans. A Comparison of Group Model Building and Strategic Options Development and Analysis. **Group Decision and Negotiation**, v. 20, n. 6, 2011, p. 781–803. Doi: 10.1007/s10726-010-9207-5. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10726-010-9207-5>. Acesso em: 22 set. 2019.

SACKS, Rafael *et al.* **BIM handbook** : a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. 3. ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2018.

SANTORO, Stefania *et al.* Assessing stakeholders' risk perception to promote Nature Based Solutions as flood protection strategies: The case of the Glinščica river (Slovenia). **Science of the Total Environment**, v. 655, 2019, p. 188–201. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.11.116. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969718344735>. Acesso em: 26 out. 2019.

SANTOS, L. *et al.* Structuring contrasting forest stakeholders' views with the Strategic Options Development and Analysis (SODA) approach. **International Forestry Review**, v 21, n 4, 2019, p. 0–15. Doi: 10.1505/146554819827906834. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/content/cfa/ifr/2019/00000021/00000004/art00008;jsessionid=zi46x038wj9w.x-ic-live-03>. Acesso em: 14 set. 2019.

SCHRAMM, Vanessa B.; SCHRAMM, Fernando. An Approach for Supporting Problem Structuring in Water Resources Management and Planning. **Water Resources Management**, v 32, 2018, p. 2955–2968. Doi: 10.1007/s11269-018-1966-9. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11269-018-1966-9>. Acesso em: 22 set. 2019.

SEBASTIAN, Rizal. Changing roles of the clients, architects and contractors through BIM. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 18, n. 2, 2011, p. 176–187. Doi: 10.1108/09699981111111148. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09699981111111148/full/html>. Acesso em: 19 ago. 2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. Superintendência de Infraestrutura. **Organograma da Superintendência de Infraestrutura (SINFRA)**. Recife: SINFRA, 2019. Disponível em: <https://www.ufpe.br/sinfra/a-sinfra>. Acesso em: 28 nov. 2019.

SMITH, Chris M.; SHAW, Duncan. The characteristics of problem structuring methods: A literature review. **European Journal of Operational Research**, v. 274, n. 2, 2019, p. 403–416. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.05.003>. acesso em: 15 jul. 2019.

SMITH, Peter. BIM implementation - Global strategies. **Procedia Engineering**, v. 85, 2014, p. 482–492. Doi: 10.1016/j.proeng.2014.10.575. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705814019419>. Acesso em: 17 ago. 2019.

SØRENSEN, Lene; VIDAL, René Victor Valqui. Evaluating Six Soft Approaches. **Economic Analysis Working Papers**, v. 7, n. 9, 2008, p. 1–20. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/eac/articl/09-07.html>. Acesso em: 13 set. 2019.

SUCCAR, Bilal. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, 2009, p. 357–375. Doi: 10.1016/j.autcon.2008.10.003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580508001568>. Acesso em: 17 ago. 2019.

SUCCAR, Bilal; KASSEM, Mohamad. Building information modelling: Point of adoption. **CIB World Conference Proceedings**, v. 1. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/301815129_Building_Information_Modelling_Point_of_Adoption. Acesso em: 17 ago. 2019.

TODELLA, Elena; LAMI, Isabella Maria; ARMANDO, Alessandro. Experimental Use of Strategic Choice Approach (SCA) by Individuals as an Architectural Design Tool. **Group Decision and Negotiation**, v. 27, n. 5, 2018, p. 811–826. Doi: 10.1016/j.autcon.2008.10.003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580508001568>. Acesso em: 17 ago. 2019.

TUCKWOOD, Barry. **BIM mandate and BIM in legislation: there is a BIM mandate, how does it work?** 2016. Disponível em: <https://www.ice.org.uk/knowledge-and-resources/briefing-sheet/bim-mandate-and-bim-in-legislation-there-is-a-bim>. acesso em: 26 out. 2019.

YANG, Jyh Bin; CHOU, Hung Yu. Mixed approach to government BIM implementation policy: An empirical study of Taiwan. **Journal of Building Engineering**, v. 20, 2018, p. 337–343. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2018.08.007>. Acesso em: 13 ago. 2019.

YIN, Robert K. **Case study research: design and methods**. 5. ed. Thousand Oaks, California, USA: SAGE Publications, Inc, 2013.

YUAN, Hongping; YANG, Yu. BIM Adoption under Government Subsidy: Technology Diffusion Perspective. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 146, n. 1, 2020, p. 1–15. Doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001733. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0001733>. Acesso em: 15 jan. 2020.

ZANNI, Maria Angeliki; SOETANTO, Robby; RUIKAR, Kirti. Towards a BIM-enabled sustainable building design process: roles, responsibilities, and requirements. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 13, n. 2, 2017, p. 101–129. Doi: 10.1080/17452007.2016.1213153. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17452007.2016.1213153?journalCode=taem20>. Acesso em: 5 out. 2019.

ZHOU, Yijun; YANG, Yu; YANG, Jyh Bin. Barriers to BIM implementation strategies in

China. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 26, n. 3, 2019, p. 554–574. Doi: 10.1108/ECAM-04-2018-0158. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ECAM-04-2018-0158/full/html>. Acesso em: 9 set. 2019.