

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM GERENCIAMENTO DE OBRAS**

JULIANA JANOWSKI ZANDONÁ

**MELHORIA CONTÍNUA EM PLANEJAMENTO DE OBRAS E SUA
APLICAÇÃO NA TECNOLOGIA BIM**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2014

JULIANA JANOWSKI ZANDONÁ

**MELHORIA CONTÍNUA EM PLANEJAMENTO DE OBRAS E SUA
APLICAÇÃO NA TECNOLOGIA BIM**

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós Graduação em Gerenciamento de Obras, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientador: Prof. Dr. Cesar Augusto Romano

CURITIBA

2014

JULIANA JANOWSKI ZANDONÁ

**COMO CRIAR UM CICLO DE MELHORIA CONTÍNUA EM
PLANEJAMENTO DE OBRAS E SUA APLICAÇÃO NA TECNOLOGIA
DE MODELAGEM BIM**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Gerenciamento de Obras, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

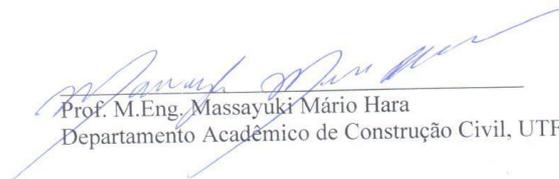
Orientador:


Prof. Dr. Cezar Augusto Romano
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Banca:


Prof. Dr. Adalberto Matoski
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.


Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.


Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba
2014

O termo de aprovação encontra-se na coordenação do curso.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar o meu agradecimento sincero e fraterno a todas as pessoas que me apoiaram ao longo da realização deste trabalho, a contribuição de cada uma delas foi essencial e de valor incomparável.

Agradeço à minha família por todo o apoio oferecido.

Ao Leonardo, meu companheiro de todos os momentos, pelo suporte e motivação.

Ao Tiago Campestrini, pela contribuição intelectual e grande apoio.

Ao Prof. Dr. Cesar Augusto Romano, pela assistência e conhecimentos transmitidos.

A todos aqueles que, de maneira direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

E acima de tudo, agradeço à Deus. Sem Ele nada seria possível.

“Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer.”

Mahatma Gandhi

(1869 - 1948)

RESUMO

A criação de uma base de dados a fim de gerar um histórico para a empresa visa o aperfeiçoamento do planejamento de obras, melhorando sua assertividade, já que utiliza como base dados reais, refletindo em planejamentos mais confiáveis. Esta pesquisa teve o objetivo de criar um ciclo de melhoria contínua no processo de planejamento de obras através de um banco de dados da empresa. O método é baseado no registro de informações importantes utilizando um aplicativo para tablets ou smartphones, divulgação, compilação e análise dos dados. A estratégia adotada foi analisar dados coletados em duas obras, gerar um relatório dos problemas, sugerindo soluções para que os problemas sejam solucionados não se tornem recorrentes e os resultados da empresa se tornem mais eficazes. Observou-se que a maior parte dos problemas registrados pelas obras estudadas seria corrigida com a implantação do sistema de modelagem BIM, o qual facilita a visualização de projetos e de seus erros, identifica interferências entre projetos, melhora a comunicação entre todos os envolvidos, além de facilitar a extração de quantitativos, a elaboração de orçamentos, de planejamentos da obra e a coordenação de informações, já que gera um único banco de dados. No processo criado, outra ferramenta importante é a exibição dos registros em telas nos ambientes de escritório e de obra, assim os problemas tornam-se compartilhados e, com um maior número de envolvidos participando da busca da solução corretiva e preventiva dos problemas, o grau de assertividade aumenta e as soluções se tornam mais eficazes. Percebe-se que aos poucos a aceitação do processo de coleta de dados pelas equipes melhorou, e depois de identificarem os resultados ficarão ainda mais motivadas. O processo de implantação é complicado, pois estes nem sempre vêem o benefício que esta prática gera, por isso é importante que os dados sejam expostos, discutidos e que os resultados sejam amplamente divulgados, tornando-se um incentivo para que o banco de dados progrida. Com o entendimento do resultado do processo os dados tornam-se também mais consistentes.

Palavras chave: coleta de dados; planejamento de obras; melhoria contínua; BIM.

ABSTRACT

The creation of a database to generate a history for the company aims to improve the construction planning, improving their assertiveness, as it uses real data as a basis, reflecting in more reliable schedules. This research aimed to create a cycle of continuous improvement in the process of construction planning through a company's database. The method is based on the record of important information using an app for tablets and smartphones, dissemination, compilation and analysis of data. The strategy adopted was to analyze data collected in two buildings constructions, generate a report of problems, suggesting solutions to solve problems are not become recurrent, so business results become more effective. It was observed that most of the problems reported by the studied constructions would be corrected with the implementation of BIM modeling system, which facilitates the visualization of projects and their errors, identifies interferences between projects, improves communication between all stakeholders, facilitate the extraction of quantitative, budgeting, planning and the coordination of information, since it generates a single database. In the created process, another important tool is the display screens of records in the office and construction environments so the problems become shared and with a greater number of people involved in the search for preventive and corrective solution of the problems, the degree assertiveness increases and the solutions become more effective. It is noticed that slowly the acceptance of the data collection process by teams improved, and after identifying the results will be even more motivated. The deployment process is complicated because these do not always see the benefit that this practice generates, so it is important that data be exposed, discussed and that the results are widely disseminated, becoming an incentive for the database progress. With an understanding of the process output data also become more consistent.

Keywords: data collection; construction planning; continuous improvement; BIM.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1: Grau de oportunidade de mudança em função do tempo.....	16
Figura 2.2: Ciclo de vida do projeto	17
Figura 2.3: EAP de mapa mental decomposta por partes físicas.....	20
Figura 2.4: EAP de mapa mental decomposta por grandes serviços.....	20
Figura 2.5 : EAP de mapa mental decomposta por especialidade de trabalho.....	21
Figura 2.6: : EAP de mapa mental decomposta por etapas globais.....	21
Figura 2.7: EAP de mapa mental decomposta por tipos de contratos.	22
Figura 2.8: Painel de gestão à vista	24
Figura 2.9: Painel digital de gestão à vista	24
Figura 2.10: Esquema da utilização da plataforma BIM na cadeia produtiva da construção civil	27
Figura 2.11: Comunicação no modelo tradicional (esquerda) e no modelo BIM (direita).	28
Figura 2.12: Exemplo de obra modelada utilizando a tecnologia BIM.....	29
Figura 2.13: Exemplo telas de computador utilizadas no processo de modelagem BIM.....	29
Figura 3.1: Ciclo proposto pelo autor para a utilização de dados coletados no planejamento de novos empreendimentos.....	31
Figura 3.2: Tela inicial do aplicativo usado na coleta de dados	33
Figura 3.3: Imagem da tela do Office 365 selecionada a opção EAP	34
Figura 3.4: Imagem da tela do Office 365 selecionada a opção Diário de Obras.	35
Figura 3.5: Tela do aplicativo dentro da opção “Restrições de Obra”	36
Figura 3.6: Imagem da tela do Office 365 selecionada a opção Restrições de Obras.....	37
Figura 3.7: Imagem do painel exibindo os registros de uma das obras.....	38
Figura 3.8: Seqüência de atividades no processo de exportação de dados.....	38
Figura 3.9: Seqüência de atividades no processo de análise de dados	39
Figura 4.1: Gráfico de problemas de projeto referentes à fase de estrutura, classificados por tipo de interferência.....	44
Figura 4.2: Gráfico de problemas de projeto referentes à fase de instalações hidráulicas, classificados por tipo de interferência.	46
Figura 4.3: Gráfico de problemas de projeto referentes à fase de alvenaria, classificados por tipo de interferência.....	48
Figura 4.4: Gráfico resumo de problemas de projeto, classificados por tipo de interferência.	49

Figura 4.5: Gráfico de dados coletados por obra pertinentes à problemas de projeto.....	50
Figura 4.6: Gráfico de problemas de obra referentes à fase de estrutura, classificados por diário de obras ou restrições de obras.....	51
Figura 4.7: Gráfico de problemas de obras referentes à fase de estrutura, classificados por tipo de interferência.	53
Figura 4.8: Gráfico de problemas de obra referentes à fase de estrutura, classificados por diário de obras ou restrições de obras.....	54
Figura 4.9: Gráfico de problemas de obras referentes à fase de instalações hidráulicas, classificados por tipo de interferência.	55
Figura 4.10: Gráfico de problemas de obra referentes à fase de estrutura, classificados por diário de obras ou restrições de obras.....	56
Figura 4.11: Gráfico de problemas de obras referentes à fase de alvenaria, classificados por tipo de interferência.	58
Figura 4.12: Gráfico de dados coletados por categorias e pertinentes à problemas de obra. ...	60
Figura 4.13: Gráfico de dados coletados por obra pertinentes à problemas de obra.	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: EAP analítica	19
Tabela 4.1: Dados coletados em obras pertinentes à etapa de projeto, referentes à fase de estrutura.	44
Tabela 4.2: Dados coletados em obras pertinentes à etapa de projeto, referentes à fase de instalações hidráulicas.	46
Tabela 4.3: Dados coletados em obras pertinentes à etapa de projeto, referentes à fase de alvenaria.....	48
Tabela 4.4: Dados coletados separados por categorias pertinentes à problemas de projeto. ...	49
Tabela 4.5: Dados coletados por obra pertinentes à problemas de projeto.	50
Tabela 4.6: Dados coletados em obras pertinentes à etapa de obra, referentes à fase de estrutura.	53
Tabela 4.7: Dados coletados em obras pertinentes à etapa de obra, referentes à fase de instalações hidráulicas.	56
Tabela 4.8: Dados coletados em obras pertinentes a problemas de obra, referentes à fase de alvenaria.....	58
Tabela 4.9: Dados coletados separados por categorias pertinentes à problemas de obra.....	61
Tabela 4.10: Dados coletados por obra pertinentes à problemas de obra.....	61
Tabela 4.11: Comparativo geral entre obras.....	65

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 OBJETIVO DO TRABALHO DE PESQUISA.....	13
1.1.1 Objetivo geral.....	13
1.1.2 Objetivo específico.....	13
1.2 JUSTIFICATIVA.....	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1. PLANEJAMENTO DE OBRAS.....	15
2.1.1. Importância do planejamento de obras.....	15
2.1.2. Ciclo de vida do projeto.....	17
2.1.3. EAP – Estrutura Analítica do Projeto.....	18
2.1.4. Procedimento operacional padrão (POP).....	22
2.1.5. Gestão à vista.....	23
2.2. BIM – BUILDING INFORMATION MODELING.....	25
3. METODOLOGIA.....	30
3.1. COLETA DE DADOS EM OBRA.....	31
3.1.1. Confiabilidade dos dados.....	31
<i>Empresa estudada:</i>	31
3.1.2. Coleta de dados.....	32
3.1.2.1. EAP – Estrutura analítica do projeto.....	33
3.1.2.2. Diário de obras.....	34
3.1.2.3. Restrições de obra.....	35
3.2. DIVULGAÇÃO DAS INFORMAÇÕES.....	37
3.3. EXPORTAÇÃO DOS REGISTROS.....	38
3.4. ANÁLISE DE DADOS.....	39
3.4.1. Problemas de projeto.....	40
3.4.2. Problemas de Obra.....	40
3.5. RELATÓRIO DE ANOMALIAS.....	41
3.6. APLICAÇÃO DAS INFORMAÇÕES NO PLANEJAMENTO DE UM NOVO EMPREENHIMENTO.....	42

3.7.	INÍCIO DE UM NOVO PROJETO.....	42
4.	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	43
4.1.	RELATÓRIO DE ANOMALIAS	43
4.1.1.	Problemas de projeto	43
	<i>1ª fase analisada: Estrutura.....</i>	<i>43</i>
	<i>2ª fase analisada: Instalações hidráulicas.....</i>	<i>45</i>
	<i>3ª fase analisada: Alvenaria</i>	<i>47</i>
	<i>Análise geral dos dados de projeto.....</i>	<i>48</i>
4.1.2.	Problemas de Obra	50
	<i>1ª fase analisada: Estrutura.....</i>	<i>51</i>
	<i>2ª fase analisada: Instalações hidráulicas.....</i>	<i>54</i>
	<i>3ª fase analisada: Alvenaria</i>	<i>56</i>
	<i>Análise geral dos dados de problemas de obra</i>	<i>60</i>
4.2.	APLICAÇÃO DOS DADOS À TECNOLOGIA BIM.....	62
4.2.1.	Problemas de projeto	62
4.2.2.	Problemas de obra	63
4.3.	DIAGNÓSTICO GERAL DO PROCESSO.....	64
5.	CONCLUSÃO.....	67
6.	REFERÊNCIAS.....	69

1. INTRODUÇÃO

O planejamento de obras é muito importante para o sucesso de um empreendimento, trazendo benefícios como a redução de custo e prazo. Realizando um bom planejamento é possível otimizar serviços e prever potenciais conflitos e situações desfavoráveis. (MATTOS, 2010)

A grande dificuldade enfrentada pelas empresas hoje em dia no desenvolvimento deste planejamento é a confiabilidade dos dados, já que na maioria das vezes estes não refletem a realidade da empresa. Normalmente, usam-se bancos de dados nacionais, que podem trazer distorções de procedimentos, práticas construtivas, produtividade, entre outros, trazendo uma distorção também no planejamento.

Criar um histórico de dados e retroalimentá-lo constantemente é uma solução para a criação de um planejamento veraz. As práticas comuns envolvem a busca de informações em manuais genéricos, porém estas não levam em consideração fatores que diferenciam as empresas, como por exemplo, segmentos, práticas e culturas. Muitos fatores interferem no andamento da obra, e só se terá um planejamento com grande assertividade se forem utilizados dados reais.

Paralelamente, busca-se mostrar os benefícios que a tecnologia BIM traz ao planejamento. Além de gerar projetos tridimensionais, os objetos são criados com riqueza de informações e parametrizados, assim, é possível extrair quantitativos de forma rápida, ligados diretamente às descrições dos objetos. Estes recursos facilitam a visualização dos projetos e as análises visuais, quantitativas e de custo com precisão, permitem a redução drástica de interferências. (EASTMAN et al., 2008) Neste sistema, a informação é difundida de forma integrada, já que é concentrada em apenas um arquivo, tornando a comunicação entre todos os envolvidos no processo mais clara. (PARREIRA, 2013)

A exploração desta tecnologia gera melhor previsibilidade dos resultados de um projeto, aborda potenciais conflitos e identifica tarefas cruciais com antecedência e mais precisão. Com o uso do BIM é possível traçar soluções mais rápidas, mais sustentáveis e mais econômicas, contribuindo para aumentar a produtividade, minimizar perdas e evitar erros custosos no processo de construção. (KEANEY, 2011)

1.1 OBJETIVO DO TRABALHO DE PESQUISA

1.1.1 Objetivo geral

Esta pesquisa teve o objetivo de criar um ciclo de melhoria contínua no processo de planejamento de obras através de um banco de dados da empresa.

1.1.2 Objetivo específico

Para criar um histórico para a empresa criou-se um método de coleta de dados de obras, o qual deve ser retroalimentado com dados atuais de obras, proporcionando planejamentos mais confiáveis e assertivos, já que utiliza dados reais nos estudos de projeto, que remetem à realidade do negócio e reduzem a margem de erro.

Outro ponto importante é a divulgação das informações, então outro objetivo foi obter uma forma de visualização onde os problemas fossem compartilhados pois, com um maior número de envolvidos participando da busca das soluções corretiva e preventiva destes, o grau de assertividade aumenta e as soluções se tornam mais eficazes.

Então, analisaram-se os dados e foi possível criar um diagnóstico dos problemas, contribuindo na prevenção de erros recorrentes em futuros empreendimentos, comumente causados pela diversidade de equipes e falta de apontamento dos problemas.

Além de criar o banco de dados, objetivou-se demonstrar os benefícios da tecnologia BIM no desenvolvimento deste processo de melhoria, tanto para o planejamento como para a execução da obra, os quais foram descritos ao longo desta pesquisa.

1.2 JUSTIFICATIVA

A geração um banco de dados para cada empresa é um recurso que traz ótimos resultados na geração de um planejamento assertivo. Para isso, é preciso que dados reais sejam coletados e concentrados em um único histórico.

Neste projeto, foram estudados dados coletados em obras envolvendo problemas de projeto e problemas de obra, possibilitando a análise das dificuldades enfrentadas pelas obras e gerando crescimento em várias áreas da empresa. Assim, os erros cometidos são evitados e obtêm-se ganhos financeiros e no processo de gestão.

Este método pode ser aplicado na coleta de outros dados importantes, como produtividade de mão de obra, que proporciona orçamentos e cronogramas mais verazes. Estes dados são importantes inclusive para os planejamentos de curto e médio prazo feitos pela obra, os quais trariam histogramas mais precisos. Além desta aplicação, pode-se coletar qualquer outro dado que se julgue relevante registrar para controle e planejamento de serviços, como o consumo de materiais, o uso de equipamento para que se possa otimizá-los, qualidade de materiais e serviços, entre outros.

Com o aperfeiçoamento no uso da tecnologia de modelagem BIM, a cada dia pode-se aproveitar mais a potencialidade por esta oferecida. Apesar de apresentar um custo alto de implantação, as empresas notam a economia gerada ao longo do projeto, desenvolvendo projetos mais completos, planejamentos melhor organizados e trazendo benefícios nítidos no processo de construção, como por exemplo, a redução drástica de retrabalhos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão apresentados conceitos de planejamento de obras, que irão embasar a análise de dados desta pesquisa. Abordar-se-á pontos importantes como os benefícios de um bom planejamento, a estruturação do um planejamento de um projeto e sistemas de planejamento e controle.

Serão introduzidos também conceitos de BIM (Building Information Modeling), sistema proposto nesta pesquisa que vem a auxiliar muito no planejamento de obras, proporcionando considerável melhoria na coordenação do projeto e assegurando tomadas de decisão com maior assertividade, baseadas em informações mais consistentes, coerentes e rigorosas. Além disso, impulsiona uma nova metodologia de criação e documentação de um projeto, mudando completamente a forma de se conceber e gerenciar a construção. (PARREIRA, 2013)

2.1. PLANEJAMENTO DE OBRAS

2.1.1. Importância do planejamento de obras

Segundo Mattos (2010), o planejamento cumpre um papel fundamental nas empresas, já que possuem forte impacto no desempenho da produção. Pode gerar diversos benefícios, como:

- *Detecção de situações desfavoráveis*: a previsão de situações desfavoráveis e indícios de desconformidades permitem intervenções que minimizam o custo e o prazo de uma obra. O período onde o impacto da mudança é relativamente baixo é chamado de “oportunidade construtiva”. Quando o custo da mudança se torna maior que o potencial de agregar valor, passa a ser chamado de “oportunidade destrutiva”. O gráfico abaixo demonstra o grau de oportunidade de mudança em relação às fases do projeto.

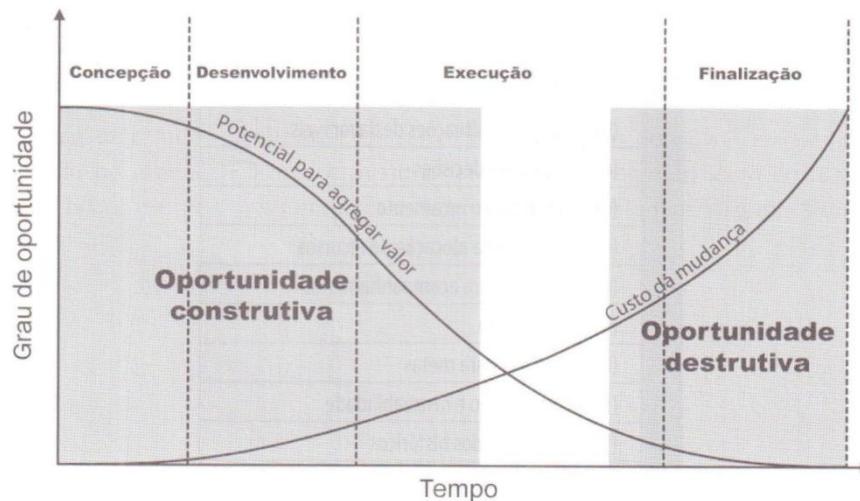


Figura 2.1: Grau de oportunidade de mudança em função do tempo

Fonte: Mattos (2010)

- *Criação de dados históricos*: quando o controle é bem documentado, a empresa pode criar um banco de dados, que serve como base para o desenvolvimento de outros projetos, tornando o processo mais confiável, com desvios muito menores e conseqüentemente com riscos menores também.
- *Referência para metas*: é importante determinar metas aos envolvidos no projeto, e o planejamento permite que estas sejam facilmente instituídas, melhorando o desempenho do processo.

A essência do planejamento consiste em pensar e agir em relação ao futuro, tomando decisões antecipadas. Este processo engloba a definição de objetivos ou resultados a serem alcançados, a avaliação de alternativas e determinação de meios que possibilitam realizá-los. (MAXIMIANO, 2004)

Segundo Lachman: “Planejar é fazer escolhas. E depois de escolhido, controlar é garantir as escolhas feitas”. (apud PESSARELLO, 2011) Este conceito remete à importância do monitoramento e controle, sem este o planejamento perde seu sentido.

Limmer (1997) compartilha do conceito acima ao citar que “é necessário planejar e controlar o projeto, visto que planejar e controlar são atividades mutuamente exclusivas: uma não existe sem a outra”.

2.1.2. Ciclo de vida do projeto

Um empreendimento passa por vários estágios em seu ciclo de vida. O gráfico abaixo mostra a evolução típica de um projeto, cujos estágios iniciais costumam acontecer de forma lenta, com rápido processo de execução e lenta finalização. (MATTOS, 2010)

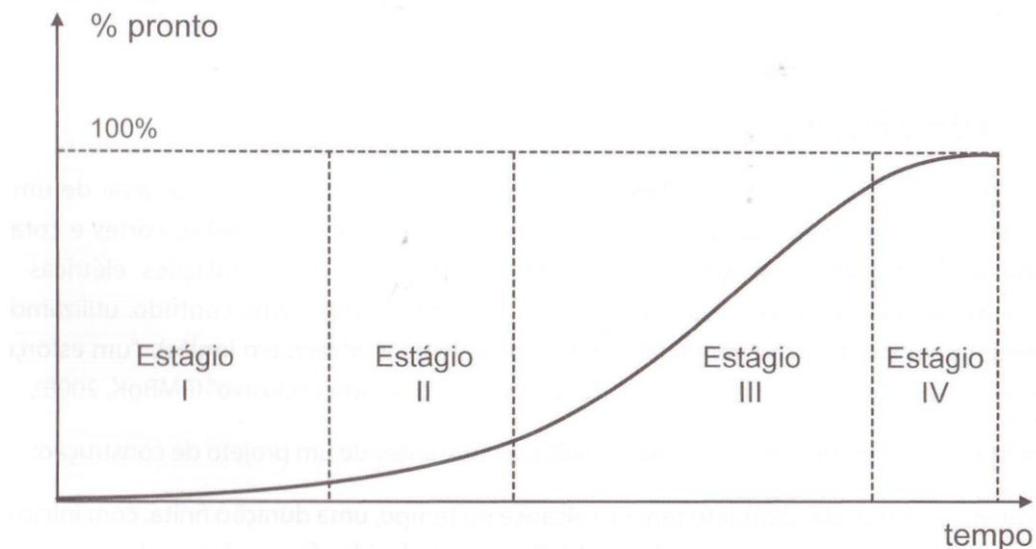


Figura 2.2: Ciclo de vida do projeto

Fonte: Mattos (2010)

1º Estágio – Concepção e viabilidade: envolve a definição do escopo do projeto, estudo de viabilidade, identificação da fonte de recursos financeiros (por exemplo, recursos próprios, empréstimos, linhas de financiamento, solução mista) e desenvolvimento do anteprojeto e projeto pré-executivo, também chamado de projeto básico. Nesta fase, o projeto contém detalhes suficientes para orçamentos e identificação de serviços necessários.

2º Estágio – Detalhamento do projeto e do planejamento: contempla o orçamento analítico (que consiste em um orçamento com uma margem de erro menor comparada ao orçamento preliminar, contendo composições de custos e relações de insumos), estabelece o planejamento da obra e o detalhamento do projeto, tornando-o um projeto executivo. Este projeto deve conter todos os elementos necessários à construção da obra.

3º Estágio – Execução: abrange as obras civis, o controle de qualidade da obra, administração dos contratos e a fiscalização de serviços e materiais.

4º Estágio – Finalização: composto pelo comissionamento e certificação in loco, que consiste na operação de sistemas e testes de operação, abrangendo também a inspeção final, resolução

últimas pendências, transferência de responsabilidades (entrega da obra mediante termo de recebimento) e liberação de retenção contratual caso seja prática da empresa. (MATTOS, 2010)

2.1.3. EAP – Estrutura Analítica do Projeto

A Estrutura Analítica do Projeto (EAP) consiste na estrutura hierarquizada resultante da subdivisão e decomposição das tarefas de um projeto, orientada à entrega do trabalho. Também é conhecida pela expressão “Work Breakdown Structure” (WBS), que significa “estrutura de decomposição do trabalho”. (MATTOS, 2010)

A decomposição da EAP deve separar os principais subprodutos do projeto em componentes menores e facilmente gerenciáveis. Os principais componentes devem sempre considerar o grau de controle desejado e seguir a maneira que este controle será executado. (PMBOK, 2000)

Segundo Mattos (2010), ao descrever o grau de desmembramento das atividades deve-se ter bom senso para não gerar um planejamento excessivamente profundo ou excessivamente superficial, já que seu acompanhamento deve ser prático. Outro ponto a se ponderar é o tempo médio dos serviços, não sendo viável trabalhar com atividades muito genéricas e longas misturadas a atividades de curta duração. Um bom balizador para determinar sua duração é considerar que a tarefa não deve ser menor que um dia e nem maior que o dobro da periodicidade de atualização do controle, ou seja, se a atualização é feita quinzenalmente, a duração da atividade não ser maior que um mês. Além disso, não faz sentido decompor a atividade em apenas uma subdivisão, se pressupõe que se deve desdobrá-la em mais de um ramo.

Um escopo de trabalho bem definido permite que o projeto seja conhecido em torno de seus detalhes. Desta forma, a EAP se torna uma ferramenta de comunicação, tornando-se um “dicionário do projeto para o entendimento preciso e uniforme dos seus componentes por todos os envolvidos”, além de integrar as informações e assegurar a consistência entre as funções. Assim, a identificação e entendimento das atividades contempladas no projeto tornar-se-ão claras aos usuários. (LIMMER, 1997)

Segue exemplo de uma EAP analítica, a qual foi separada por níveis e seguiu uma ordem cronológica dos serviços.

Tabela 2.1: EAP analítica

EDT	Nome da tarefa
1	Casa
1.1	Infraestrutura
1.1.1	Escavação
1.1.2	Sapatas
1.2	Supraestrutura
1.2.1	Paredes
1.2.1.1	Alvenaria
1.2.1.2	Revestimento
1.2.1.3	Pintura
1.2.2	Cobertura
1.2.2.1	Madeiramento
1.2.2.2	Telhas
1.2.3	Instalações
1.2.3.1	Instalação elétrica
1.2.3.2	Instalação hidráulica

Fonte: Mattos (2010)

Pode-se utilizar também a EAP em modelo de mapa mental, o qual é caracterizado pela forma de um diagrama, uma ótima forma de organizar as ideias. Seguem exemplos de decomposições de atividades seguindo este conceito:

- *Partes físicas:*

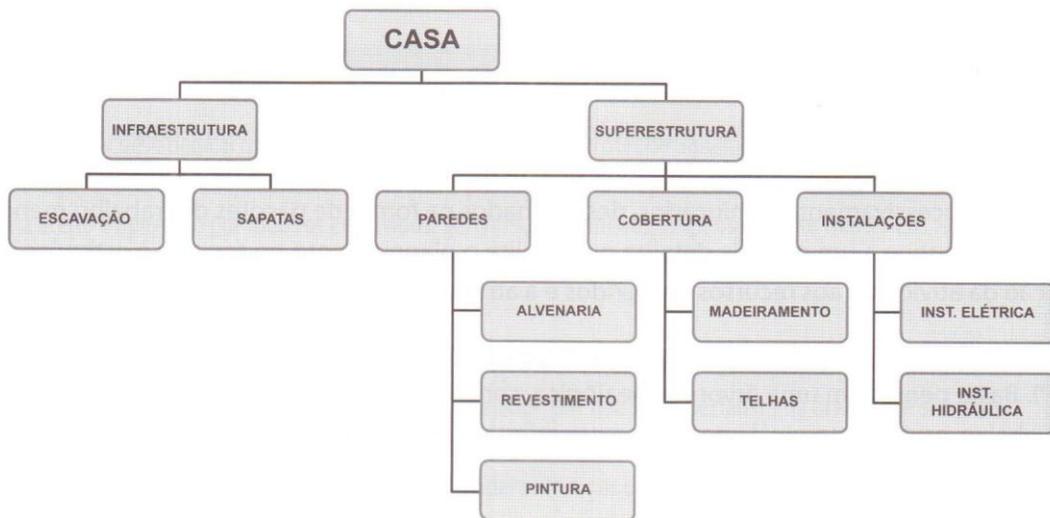


Figura 2.3: EAP de mapa mental decomposta por partes físicas.

Fonte: Mattos (2010)

- *Grandes serviços:*

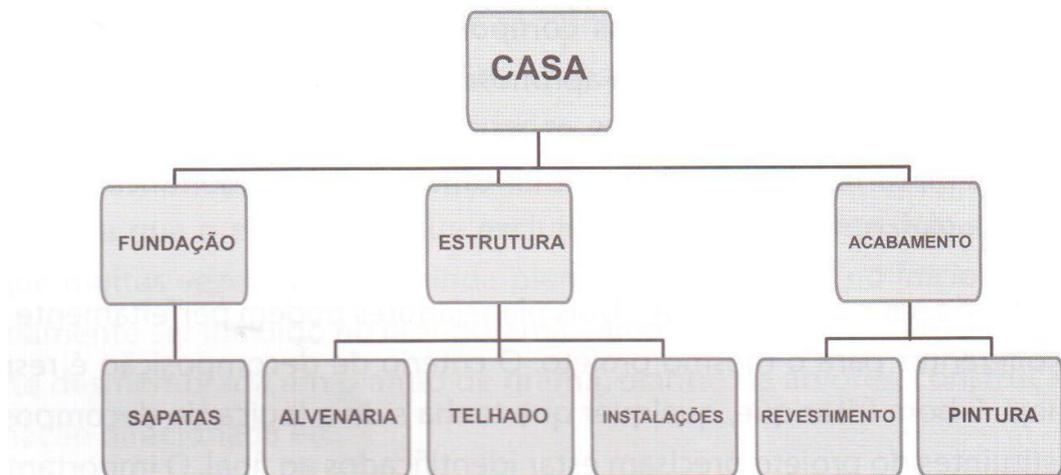


Figura 2.4: EAP de mapa mental decomposta por grandes serviços.

Fonte: Mattos (2010)

- *Especialidade de trabalho:*

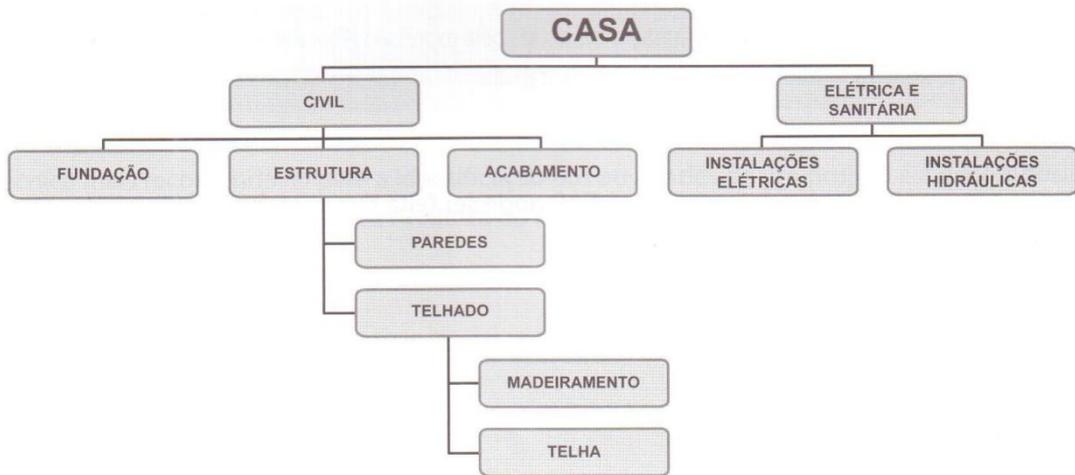


Figura 2.5 : EAP de mapa mental decomposta por especialidade de trabalho.

Fonte: Mattos (2010)

- *Etapas globais:*

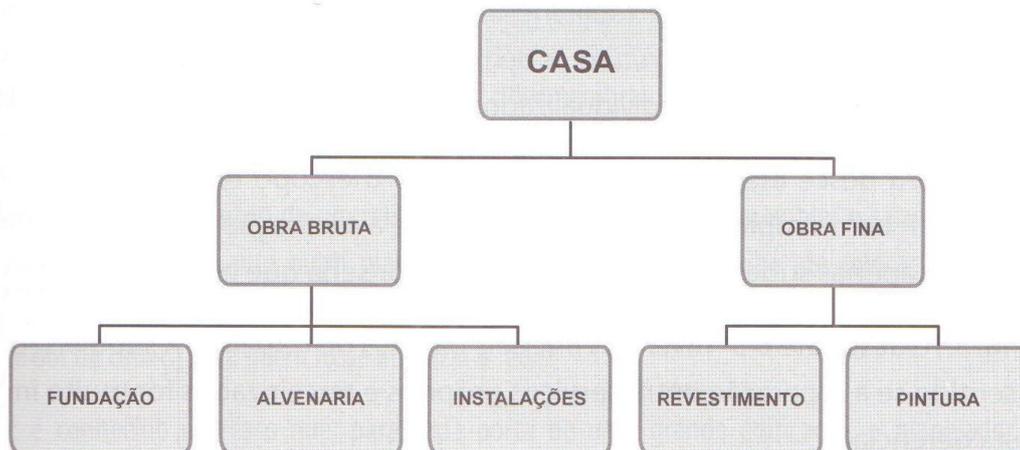


Figura 2.6: : EAP de mapa mental decomposta por etapas globais.

Fonte: Mattos (2010)

- *Tipos de contratos:*

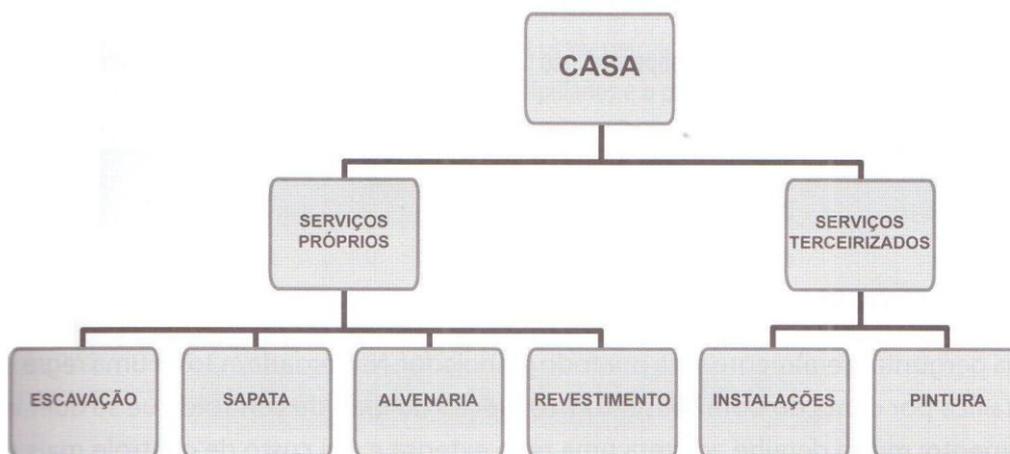


Figura 2.7: EAP de mapa mental decomposta por tipos de contratos.

Fonte: Mattos (2010)

2.1.4. Procedimento operacional padrão (POP)

O Procedimento Operacional Padrão, também conhecido como Standart Operation Procedure (SOP), consiste na padronização de tarefas operacionais. Sua finalidade é garantir o resultado final desejado, assegurando a qualidade almejada. (CAMPOS, 2004)

A padronização de processos surgiu logo após a revolução industrial, já que as atividades deixaram de ser artesanais com a mecanização dos processos industriais. Os procedimentos minimizam a ocorrência de desvios na execução de tarefas fundamentais. (DUARTE, 2005)

Segundo Campos (2004), um procedimento deve ser claro, simples e completo. É importante que este contenha os seguintes itens:

- Objetivo da tarefa;
- Sequência de atividades que compõem a tarefa, incluindo todos os passos críticos, que são os passos a serem executados para que se tenha um bom resultado na tarefa;
- Responsáveis por cada atividade;
- Ações importantes, como os resultados esperados, ações corretivas ou qualquer outra informação que se julgue importante.

2.1.5. Gestão à vista

A gestão à vista consiste em uma ferramenta de comunicação organizacional, onde são utilizados quadros, murais, televisões, indicadores luminosos ou demais tecnologias de divulgação de informação. É uma forma de tornar visíveis os elementos primordiais do gerenciamento. Contudo, o propósito da gestão à vista vai além da simples divulgação desses elementos; busca na verdade compartilhar a gestão. (STRATEC)

Este sistema de gestão, que se pode interpretar como uma filosofia empresarial, é um forte maneira de transmitir informações, pois divulga mensagens muitas vezes sem a necessidade de palavras, utilizando apenas símbolos, cores e luzes, de modo que todos conseguem receber a mensagem, muitas vezes de uma forma lúdica. (LIMA, 2008)

Segundo Lima, 2008, a gestão à vista tem como objetivo disponibilizar informações forma simples e de fácil assimilação, buscando tornar mais fácil o trabalho diário e também a busca pela melhoria da qualidade. Ela torna possível a divulgação de informações para um maior número de pessoas simultaneamente e ajuda a estabelecer a prática de compartilhamento do conhecimento como parte da cultura organizacional, já que é um sistema versátil, o qual pode atingir todos os níveis dentro de uma empresa.

O sistema reforça a autonomia dos funcionários no sentido de enriquecer os relacionamentos e incentivar a participação, já que os problemas são apresentados a todos. Com a participação de um maior número de envolvidos na resolução de problemas, o grau de assertividade aumenta, já que se vai onde os problemas acontecem, junto às pessoas que executam o trabalho. (PACKER e SUSKI)

Segundo Lima (2008), os quadros de gestão à vista também são uma forma de estimular a competição sadia entre setores, já que permitem a comparação e possibilita aos gestores o estímulo de seus colaboradores pela melhoria de performance, afinal ninguém gosta de perder.

É importante salientar que as informações devem ser acessíveis a todos, então estas devem ser adequadas ao público a que são direcionados, fornecendo informações suficientes e necessárias e procurando evitar fornecer informações em demasia, evitando a poluição visual. Neste caso eles acabariam atrapalhando e confundindo ao invés de ajudar. Também se deve atentar para a atualização destas informações, pois caso fiquem desatualizadas correm o risco de perder valor. (LIMA, 2008)

Seguem imagens de exemplos de gestão à vista:

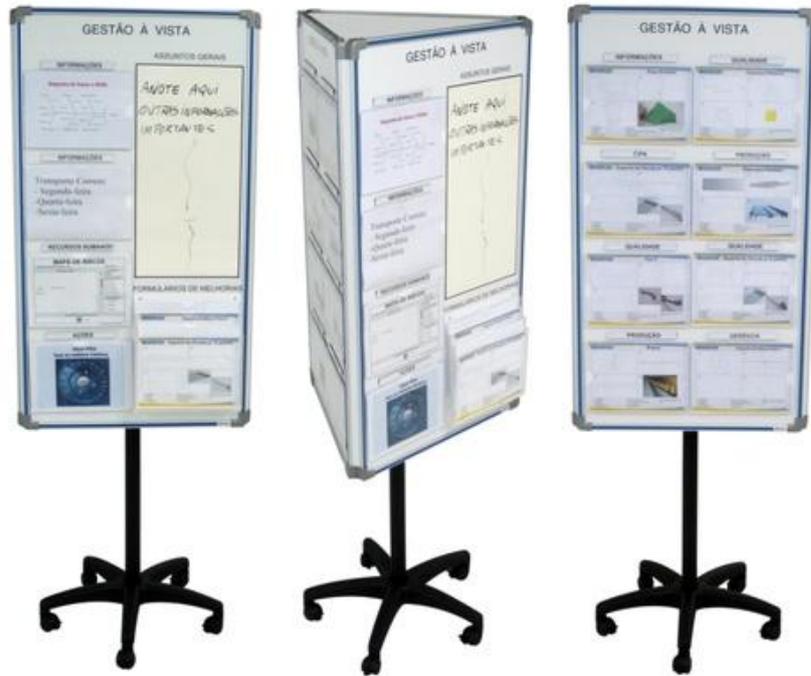


Figura 2.8: Painel de gestão à vista

Fonte: <http://www.logismarket.ind.br/>



Figura 2.9: Painel digital de gestão à vista

Fonte: <http://www.trt13.jus.br/age/news>

2.2. BIM – BUILDING INFORMATION MODELING

Charles M. Eastman publicou em 1975 noções do que hoje denominamos BIM – Building Information Modeling. Estudos feitos há quase quarenta anos, porém ainda pouco explorados no Brasil. O trabalho abordou conceitos como a definição de elementos de forma interativa, onde qualquer mudança deveria ser feita apenas uma vez para todos os desenhos. Também apontou que todos os desenhos seriam automaticamente consistentes e que quantitativos de materiais e estimativas de custo estariam ligadas diretamente à descrição, gerando um único banco de dados e facilitando as análises visuais e quantitativas. A proposição feita por Eastman foi criar um sistema de computador denominado “Building Description System”, que possibilitaria armazenar, manipular e analisar informações detalhadas do projeto, construção e operação. (EASTMAN et al., 2008)

Segundo Eastman et al. (2008), foram desenvolvidas diversas pesquisas ao longo das décadas de 1970 e 1980 na Europa e Estados Unidos, inclusive em torno de softwares. À medida que a conceituação foi sendo aprimorada, a nomenclatura sofreu diversas mudanças, passando, por exemplo, por “Building Product Models” (Modelos de Produtos da Construção) nos Estados Unidos, “Product Information Model” (Modelos de Informação do Produto) na Europa e depois difundido para “Building Information Model” (Modelo da Construção). Em 2002 houve uma tentativa de popularizar e consensualizar a nomenclatura “Building Information Modeling”, criada pelo menos dez anos antes. A nova maneira de tratar o BIM o fez passar de um “objeto” para uma “atividade”.

A conceituada M.A. Mortenson Company vê o BIM como “uma simulação inteligente na arquitetura”. Para eles, para se atingir uma implementação integrada a simulação deve ser:

- *Digital*;
- *Espacial* (visualização de projetos em três dimensões);
- *Mensurável* (possível de quantificar, dimensionar e consultar);
- *Abrangente* (comunicação ampla, envolvendo a intenção do projeto, o desempenho da construção e a construtibilidade, incluindo aspectos sequenciais e financeiros de meios e métodos);
- *Acessível* (a toda a equipe do empreendimento e ao proprietário por meio de uma interface interoperável e intuitiva);
- *Durável* (utilizável em todas as fases da vida de uma edificação). (EASTMAN et al., 2008)

Em um modelo, além da visualização em três dimensões, se adicionarmos ao modelo informações de tempo, estaremos falando no que se convencionou chamar de 4D. Se for acrescentado o custo, denomina-se 5D, e assim por diante, em uma realidade multidimensional. Seguem convenções:

3D – Visualização e compatibilização de projetos, análise e simulação de métodos construtivos no modelo, planejamento do canteiro;

4D – Cronograma: sequência e evolução de obra, fases de implantação;

5D – Estimativa de custos;

6D – Operação e manutenção do edifício;

nD – Etc. (ADDOR et al., 2010)

Segundo Eastman et al. (2008), o BIM pode ser definido como uma “tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos da construção”. Pode ser caracterizado da seguinte maneira:

- *Representações paramétricas*: objetos com definições geométricas, contendo dados e regras associados. Assim, a geometria é integrada de maneira não redundante e não permite inconsistências. As regras paramétricas modificam automaticamente as geometrias associadas quando inseridas no modelo ou quando objetos associados são alterados, por exemplo, um interruptor se ajustará automaticamente ao lado certo da abertura da porta. As regras também podem identificar quando determinada modificação viola a viabilidade do projeto;
- *Análise de dados*: conforme dados inseridos no modelo é possível realizar análises e quantificações, como por exemplo, a análise energética do edifício;
- *Consistência*: as modificações nos dados dos componentes devem ser representadas em todas as visualizações;
- *Coordenação de dados*: todas as representações de um modelo devem ser representadas de maneira coordenada.

A concepção de BIM remete à integração da informação, e para que isso seja possível deve-se envolver todos os interessados no processo, começando pela área de projetos, passando por planejamento, equipes de produção e controle de obra próprias ou terceirizadas, pós-ocupação e manutenção. A relação de interdependência é intensa e essencial, e deve englobar todos os participantes do processo. (ADDOR et al., 2010)

A figura abaixo mostra o ciclo que este conceito buscar formar, integrando todos os envolvidos no processo.

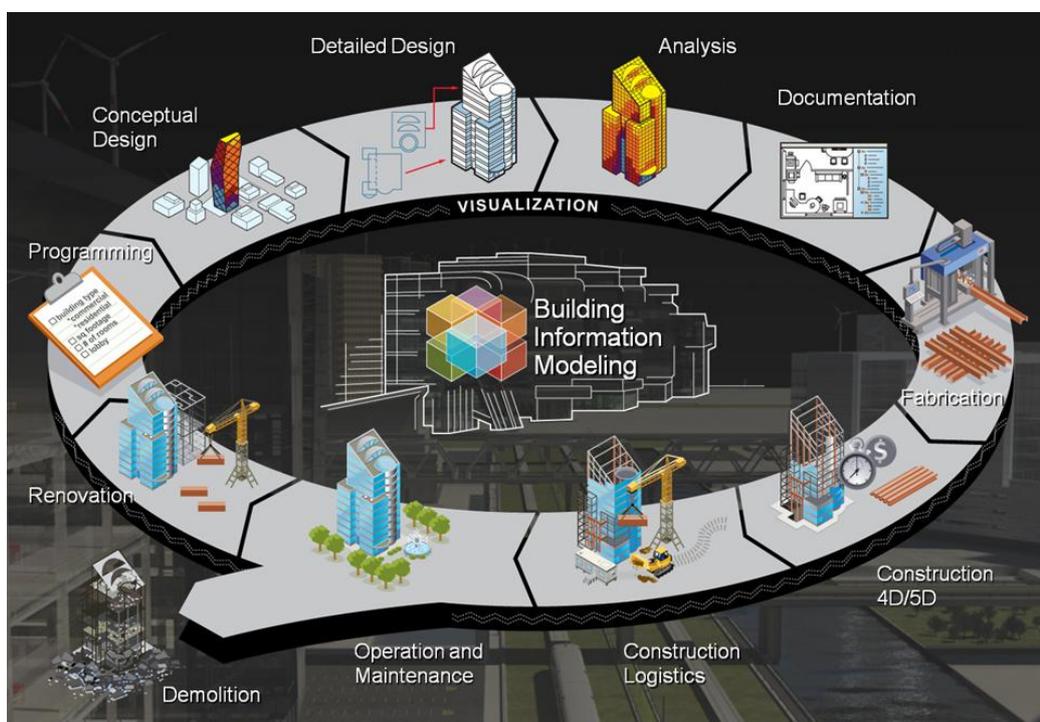


Figura 2.10: Esquema da utilização da plataforma BIM na cadeia produtiva da construção civil.

Fonte: Dizpenza (2010)

Os problemas identificados por Eastman em 1975 continuam presentes no processo construtivo, mesmo que em menor grau, e as soluções abordadas atualmente remetem às soluções apresentadas por ele, independentemente da denominação atribuída. (CLEMENTE, 2012)

Segundo Parreira (2013), o BIM impulsiona uma nova metodologia de criação e documentação de um projeto, mudando completamente a forma de se conceber e gerenciar a construção. A modelagem proporciona considerável melhoria na coordenação do projeto, assegurando tomadas de decisão com maior assertividade, baseadas em informações mais consistentes, coerentes e rigorosas. Porém, o mesmo está em fase de evolução, necessitando de aperfeiçoamento para que se consiga aproveitar de toda a potencialidade que esta tecnologia oferece.

O processo comumente utilizado para criação e execução de um empreendimento é fragmentado e deriva de formas de comunicação baseadas em papel, onde as análises são feitas manualmente, demandando muito tempo de estudo e dificultando a identificação de

inconsistências devido ao grande número de informações isoladas. São necessários grandes esforços para manter as informações atualizadas e mesmo assim existe o risco de haver dados obsoletos em algum documento. Nestes moldes, as interferências entre projetos aumentam consideravelmente, o que resulta em custos não previstos e atrasos nas obras. (EASTMAN et al., 2008)

Um modelo rico em informações permite melhorar a previsibilidade dos resultados de um projeto, abordar potenciais conflitos e identificar tarefas cruciais com antecedência e mais precisão. Com o uso do BIM é possível traçar soluções mais rápidas, mais sustentáveis e mais econômicas, contribuindo para aumentar a produtividade, minimizar perdas e evitar erros custosos no processo de construção. (KEANEY, 2011)

A comunicação entre os envolvidos quando se utiliza esta metodologia se torna muito mais clara e objetiva. A figura abaixo compara os canais de comunicação de um projeto gerido de maneira tradicional e utilizando o BIM. A potencialidade de falhas na comunicação pelo modelo tradicional é cerca de 70% maior ao se contrapor com a metodologia BIM. (PARREIRA, 2013)

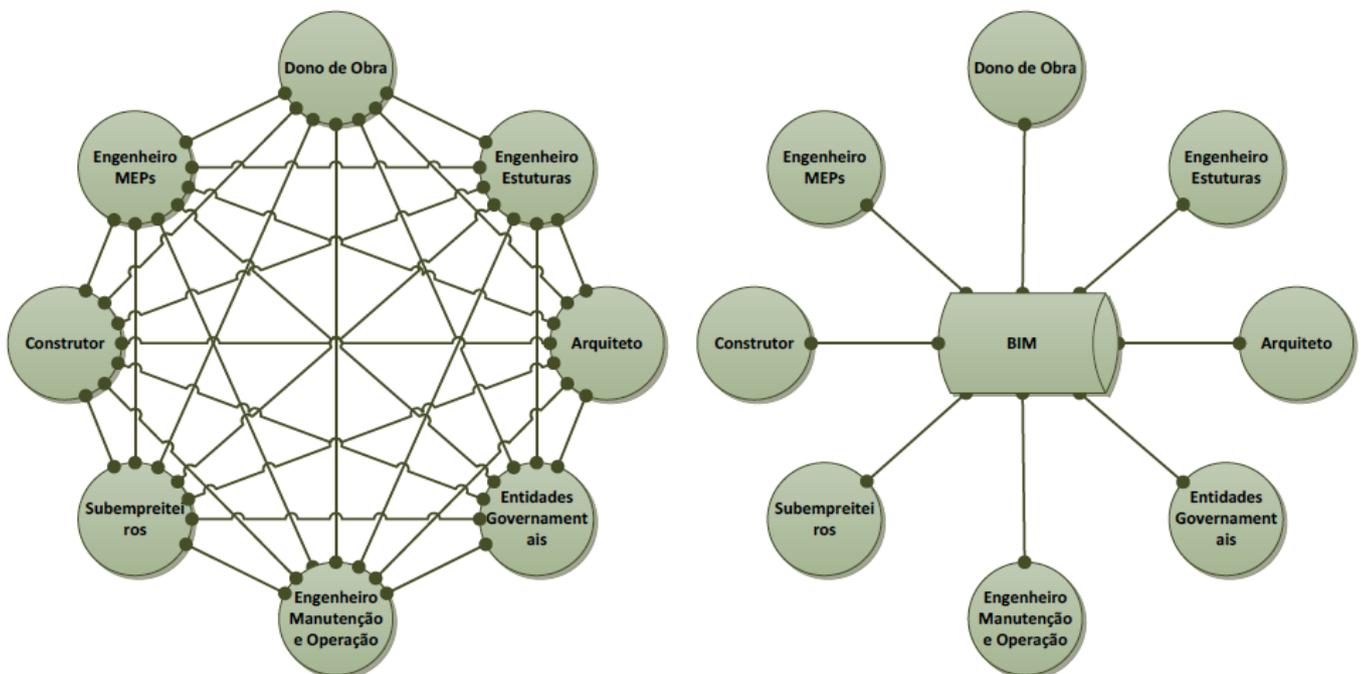


Figura 2.11: Comunicação no modelo tradicional (esquerda) e no modelo BIM (direita).

Fonte: Parreira, 2013 (adaptado de Eastman et al.,2011).

Segue imagem de um exemplo de uma obra modelada conforme a tecnologia BIM.



Figura 2.12: Exemplo de obra modelada utilizando a tecnologia BIM.

Fonte: Scheer (2013)

Segue exemplo de mecanismo tecnológico utilizado para o planejamento e reuniões com projetistas e interessados no processo de modelagem BIM.



Figura 2.13: Exemplo telas de computador utilizadas no processo de modelagem BIM.

Fonte: Scheer (2013)

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa foi baseada em um estudo de caso múltiplo. Implantou-se um processo de coleta de dados em duas obras e os registros foram analisados neste projeto. As informações coletadas tiveram a intenção de criar um banco de dados com problemas relatados para que estes sejam utilizados no planejamento de outras obras, evitando que o mesmo seja recorrente.

Foram selecionadas algumas etapas de obra para análise em função da fase atual das obras estudadas e em função da quantidade e relevância dos dados coletados.

Depois de analisar as informações, foi descrito um diagnóstico dos problemas, apresentado com gráficos e expostas soluções para que estes problemas não voltem a acontecer.

A fase seguinte da pesquisa mostrou como seria feita a aplicação destas informações no planejamento de outro empreendimento utilizando a tecnologia BIM. Não foi possível demonstrar os resultados da aplicação da modelagem com dados reais, pois o processo ainda não foi implantado na empresa analisada, porém o mesmo está sendo estudado e será aplicado em empreendimentos futuros. Neste caso, utilizou-se a experiência de profissionais que atuam na área há anos.

Segue abaixo o ciclo criado pelo autor para o processo de coleta, análise de dados e aplicação de dados em empreendimentos futuros, englobando atividades necessárias para o bom andamento do processo. Assim, é possível gerar um ciclo de melhoria contínua no processo de planejamento, criando um sistema de retroalimentação de dados. Na sequência serão explicadas todas as etapas do processo.

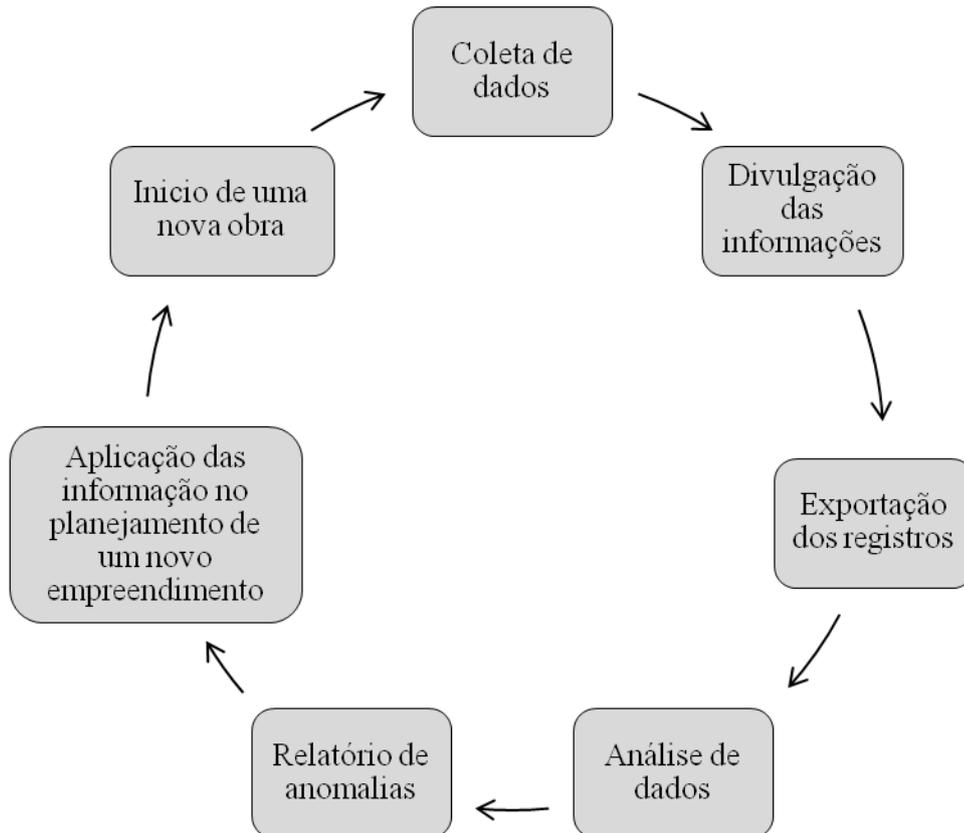


Figura 3.1: Ciclo proposto pelo autor para a utilização de dados coletados no planejamento de novos empreendimentos.

Fonte: Autor

3.1. COLETA DE DADOS EM OBRA

3.1.1. Confiabilidade dos dados

Empresa estudada:

Os dados foram coletados por colaboradores de uma construtora de grande porte, que atua há 14 anos no mercado de Curitiba e Região Metropolitana. Tem em seu portfólio mais de 150 obras entregues e plena experiência em obras residenciais, comerciais e industriais.

A construtora foi especializada por muitos anos em obras residenciais de alto padrão, e trouxe essa experiência e qualidade de acabamento também para o segmento de incorporações. Hoje atua principalmente no mercado de edifícios residenciais de médio porte,

com apartamentos de 2 a 3 quartos e arquitetura diferenciada. No momento, possui 6 obras em andamento.

Seu quadro de funcionários conta com equipes nas áreas de engenharia, arquitetura, decoração, marketing e vendas.

3.1.2. Coleta de dados

Os dados foram coletados por profissionais da área da engenharia, trazendo maior confiabilidade dos dados por estes terem domínio na área. Os responsáveis pelo registro das informações em ambas as obras eram auxiliares de engenharia, ambos possuem experiência e estão cursando a graduação de engenharia civil, porém os engenheiros residentes das obra também possuem as ferramentas para a coleta de dados e podem registrar fatos que julguem importantes.

O sistema de coleta de dados é feito por um aplicativo chamado “Infoobra”, onde os dados podem ser coletados de celulares ou tablets, sendo este compatível com os sistemas iOS e Android. Estes dados alimentam um aplicativo da Microsoft, chamado “Office 365”. Cada obra possui sua página e os dados são gerenciados separadamente.

Os dados analisados foram coletados nos seguintes campos:

- *Diário de obras*: são registrados acontecimentos gerais da obra, como informações sobre atividades em andamento, entregas de materiais que se julguem relevantes, acidentes, clima ou mudança de clima.
- *Restrições de obra*: neste campo são registrados problemas que gerem impacto na obra e que possam causar interrupção nas atividades, como por exemplo, incompatibilidade de projetos ou a solicitação de certa definição. Os eventos são classificados como urgentes ou não, podendo ser registrados imprevistos ou problemas previstos com antecedência. Estes devem ser registrados mesmo que forem resolvidos na hora, ou se precisarem ser analisados para tomar uma decisão.

A imagem a seguir mostra a tela inicial do aplicativo, a qual aparecem as diversas opções de coleta para seleção. Ao clicar em uma das opções, uma tela com os itens para registro é aberta.



Figura 3.2: Tela inicial do aplicativo usado na coleta de dados

Fonte: Manual Infoobra

Os tipos de dados podem ser customizados conforme necessidade, como aconteceu no caso analisado, onde foi incluído o campo de “Solicitações” a fim de organizar as requisições de compra e o campo de “Restrições”, criado a fim de separar eventos que tinham impacto no andamento da obra.

Em todas as coletas de dados os usuário deve preencher a EAP a qual se refere, possibilitando a estruturação dos dados e facilitando a análise e busca caso seja necessário.

O gerenciamento das informações coletadas é feito por uma empresa terceirizada, que implantou o sistema e acompanha todo o processo.

3.1.2.1. EAP – Estrutura analítica do projeto

Neste campo do aplicativo deve-se incluir a EAP do projeto, para que no preenchimento de uma nova coleta apareçam as opções de atividades para seleção. Cada obra possui uma EAP diferente, já que os serviços a serem realizados normalmente são um pouco diferentes de uma obra para outra.

É importante cadastrar uma EAP organizada, de fácil entendimento e com quantidade suficiente de desmembramentos, a qual é estabelecida pelo nível de controle que se deseja para o projeto. Recomenda-se não utilizar tarefas genéricas e com serviços muito longos,

porém também recomenda-se não desmembrar o serviço em muitas atividades pois dificulta o trabalho.

Segue imagem do site quando selecionada a opção “EAP”. Neste caso a Estrutura Analítica do Projeto já foi cadastrada. Pode-se também alterar e acrescentar tarefas a uma EPA cadastrada.

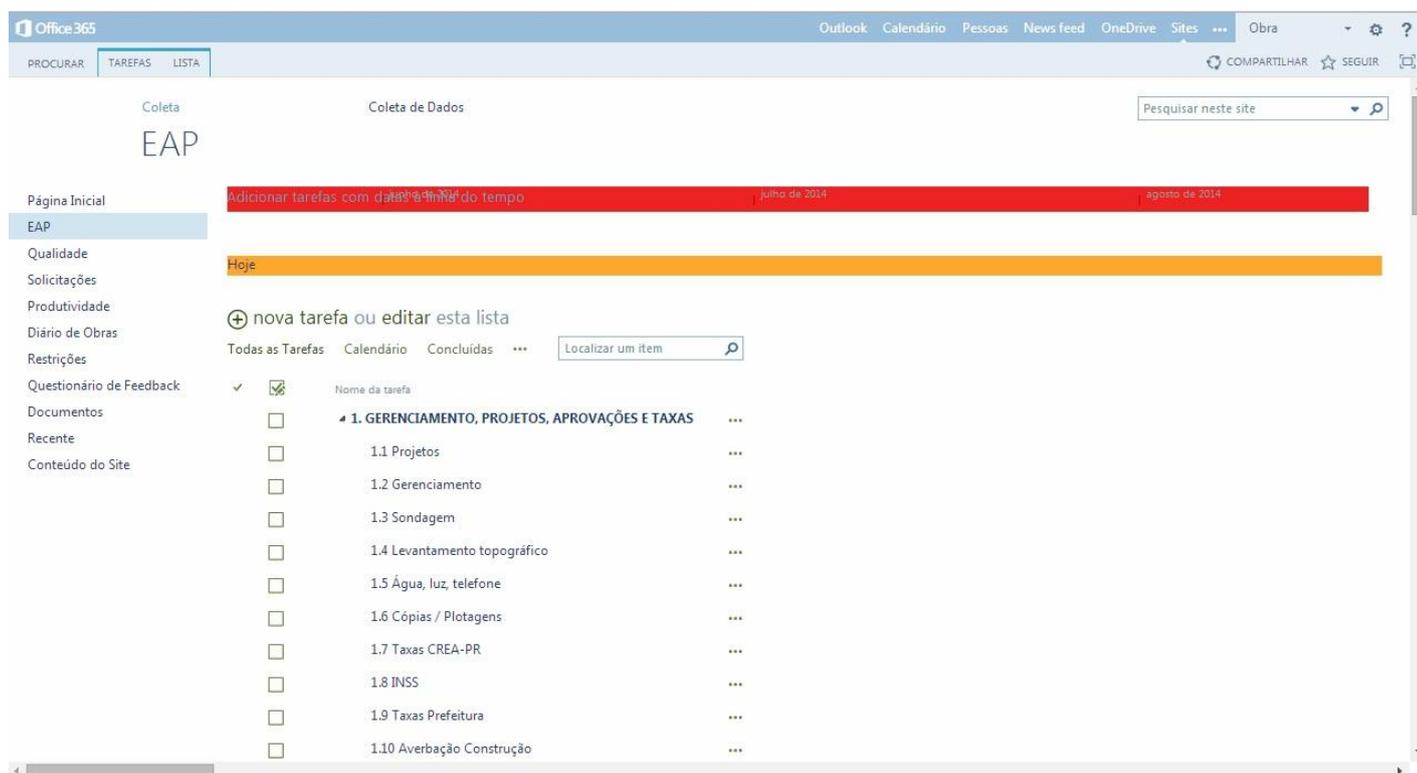


Figura 3.3: Imagem da tela do Office 365 selecionada a opção EAP

Fonte: <https://portal.microsoftonline.com>

3.1.2.2. Diário de obras

Este item é usado principalmente para registrar informações gerais da obra e acontecimentos importantes. Os dados devem ser descritos com a maior riqueza de detalhes possível para que a análise seja feita da forma correta e reduzindo a quantidade de dúvidas da descrição do acontecimento. Outro campo interessante é que se pode adicionar fotos para cada item criado, auxiliando no entendimento e registro dos fatos.

Ao criar um item deve-se preencher:

- Descrição
- Clima
- EAP

- Foto (se desejado)

Quando conectado à internet, os dados são sincronizados com o Office 365. Em uma página da internet é possível visualizar as informações coletadas, conforme exposto na figura a seguir.

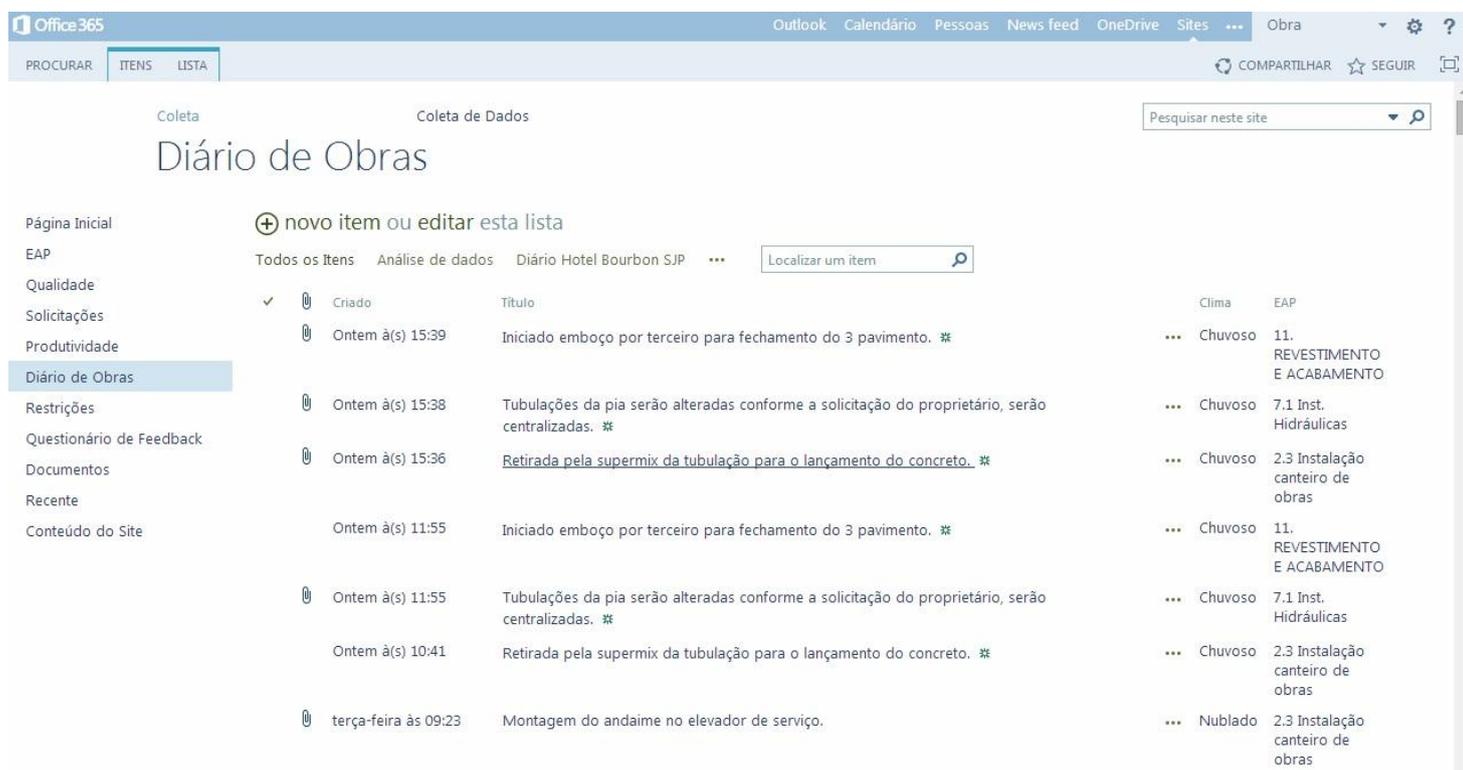


Figura 3.4: Imagem da tela do Office 365 selecionada a opção Diário de Obras.

Fonte: <https://portal.microsoftonline.com>

3.1.2.3. Restrições de obra

Neste campo são registrados problemas que gerem impacto na obra ou acontecimentos que possam causar interrupção das atividades. As informações a serem preenchidas neste campo são mais completas, contemplando:

- Descrição
- Interrupção de Obra: usado para identificar o motivo da interrupção de obra, como falta de material, falta de mão de obra, falta de equipamento, etc.
- Clima
- Incompatibilidade de projeto: habilitadas apenas as opções “Sim” ou “Não”;
- Problema: habilitadas apenas as opções “Sim” ou “Não”;
- Urgente: apenas as opções “Sim” ou “Não”;

- Solução
- Proposta
- EAP: seleciona-se uma atividade da EAP cadastrada para o projeto.

É importante que sejam registrados inclusive os problemas solucionados in loco, assim cria-se um banco de dados das dificuldades enfrentadas por cada obra. A imagem a seguir é a tela visualizada pelo usuário no aplicativo ao selecionar a opção de coleta de restrições de obra.



The screenshot shows a mobile application interface with a dark background and white text. At the top, there is a blue header bar with the time '13:40' on both sides. The main content area is divided into two columns. The left column contains several input fields and checkboxes: 'Registro*' (a greyed-out field), a checkbox for 'Exige solução', a checkbox for 'Urgente', an 'Interrupção' field (containing '-'), a checkbox for 'Incompatibilidade de projeto', an 'Edificação' field (containing '-'), and a 'Bloco' field (containing '-'). The right column contains five input fields: 'EAP Operacional', 'EAP Tática', 'EAP Estratégica', 'Clima', and 'Solução'. The 'Solução' field is a larger greyed-out area. At the bottom right, there is a checkbox for 'Resolvido'. The bottom of the screen features a navigation bar with icons for home, camera, and other functions.

Figura 3.5: Tela do aplicativo dentro da opção “Restrições de Obra”

Fonte: Manual Infoobra

Office 365 Outlook Calendário Pessoas News feed OneDrive Sites Obra

PROCURAR ITENS LISTA

COMPARTILHAR SEGUIR

Coleta Coleta de Dados

Pesquisar neste site

Coleta de dados: Restrições de obra

novο item ou editar esta lista

Todos os Itens Análise de dados Diário Hotel Bourbon SJP Localizar um item

criado	Descrição	Interrupção de Obra	Clima	Incompatibilidade de Projeto	Problema	Urgente	Solução	Proposta	EAP
Ontem à(s) 08:20	Tapume foi danificado por acidente com veículo.	-	-	Não	Sim	Não	Não	Fazer a troca do tapume danificados e cartazes de propaganda.	2.3 Instalação canteiro de obras
09 de junho	Pistola finca pino sumiu, suspeita de roubo.	-	-	Não	Sim	Não	Não		2.3 Instalação canteiro de obras
06 de junho	Infiltração na parede do canto esquerdo dos fundos do subsolo.	-	Chuvoso	Não	Sim	Não	Não	Realizar impermeabilização.	11.4 Emboço Interno
06 de junho	Elevador de carga parou de funcionar.	-	-	Não	Sim	Sim	Sim	Solicitar repato a locguel. Porta do elevador foi substituída por um maderite no dia 09/06, está funcionando, a porta antiga torta foi para o concerto na locguel. Hoje dia 12/06 locguel realizou a troca das portas do elevador.	2.3 Instalação canteiro de obras
04 de junho	Não foi colocado caixa e tubulações de elétrica no corredor revestido nn	-	-	Não	Sim	Não	Não	Corta o revestimento e colocar o sistema elétrico e revestir	8.1 Tubulações e caixas

Figura 3.6: Imagem da tela do Office 365 selecionada a opção Restrições de Obras.

Fonte: <https://portal.microsoftonline.com>

3.2. DIVULGAÇÃO DAS INFORMAÇÕES

Para a divulgação dos dados, foram instalados televisores nos escritórios das obras e na empresa que gerencia as informações coletadas. As informações são atualizadas em tempo real e proporcionam uma interação maior entre obra e escritório, além de serem favorecidos pelos benefícios da “Gestão à Vista”. Este mecanismo pode ser aplicado em outros locais, como por exemplo, na sede administrativa da empresa, onde outros interessados podem acompanhar o andamento da obra, como gerentes e o setor de suprimentos.

Cada item criado na coleta gera também um e-mail, enviado automaticamente para todos os usuários envolvidos no processo, assim como as alterações feitas nos itens, como inclusão de uma proposta para o problema ou da solução definida.

Além destes mecanismos, todos também têm acesso também a todas as informações no portal da Microsoft Office 365, que pode ser visualizado de qualquer computador.

Status	Criado em	Última Modificação	Solicitação	Tipo de Solicitação	Previsão de Chegada	Urgente	Aprovado	Comprado	Alterado Por	Edificação	EAP Operacional
URGENTE	09/07/2014 09:26	09/07/2014 05:26	300 sacos de cimento	Material	08/07/2014 20:00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Agente de informação	Torre 01	5.1 Alvenaria (Tipos: blocos, cimento, areia, etc...)
	08/07/2014 19:21	08/07/2014 18:41	30 peças de brocha	Material		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			11.3 Ferrôs de madeira e betões
	10/07/2014 13:05	10/07/2014 13:05	15 peças de caixa organizadora de acrílico	Material	09/07/2014 20:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Agente de informação	-	15.60 Custos não previstos em orçamentos
	10/07/2014 12:47	10/07/2014 12:47	4 peças de perfil "I" 6" com 2,06 m; 4 peças de perfil "I" 6" com 2,50 m; 2 peças de perfil "I" 6" com 1,90m	Material	09/07/2014 20:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Agente de informação	-	15.23 Elevador
	10/07/2014 12:24	10/07/2014 12:24	5 m³ brita1	Material	09/07/2014 20:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Agente de informação	Torre 01	4.2 Lajes e Vigas
	10/07/2014 12:22	10/07/2014 12:22	50 kg arame recozido 3.4mm	Material	09/07/2014 20:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Agente de informação	Torre 01	4.5 Formas/Estrutura
	10/07/2014 12:08	10/07/2014 12:08	2 peças de tampa de ferro fundido 80x80 com colarinho mais subtampa de ferro galvanizado com dispositivo para sacre; 10 peças de eletroduto 4"; 10 peças de jogo de bucha 4"	Material	16/07/2014 20:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Agente de informação	-	8.1 Tubulações e caixas
	10/07/2014 11:51	10/07/2014 11:51	120 sacos de cimento para o dia 16/07	Material	09/07/2014 20:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Agente de informação	Torre 02	4.4 Contrapiso
	10/07/2014 11:44	10/07/2014 11:44	20 ordens de compra de massa pronta	Material	09/07/2014 20:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Agente de informação	Torre 02	5.1 Alvenaria (Tipos: blocos, cimento, areia, etc...)
	09/07/2014 09:22	09/07/2014 05:22	60 sacos de cimento	Material	08/07/2014 20:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Agente de informação	Torre 02	5.1 Alvenaria (Tipos: blocos, cimento, areia, etc...)
	09/07/2014 02:02	09/07/2014 02:02	teste	-	08/07/2014 20:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	-
	08/07/2014		1 m³ 15cm para finta asfalto; 1 m³ de			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Obra	Aba	Informação	Lançado em	Status
Solicitação	15.60 Custos não previstos em orçamentos -	15 peças de caixa organizadora de acrílico	10/07/2014 13:05:43	PENDENTE
Solicitação	15.23 Elevador -	4 peças de perfil "I" 6" com 2,06 m; 4 peças de perfil "I" 6" com 2,50 m; 2 peças de perfil "I" 6" com 1,90m	10/07/2014 12:47:02	PENDENTE
Solicitação	4.2 Lajes e Vigas -	5 m³ brita1	10/07/2014 12:24:35	PENDENTE

Figura 3.7: Imagem do painel exibindo os registros de uma das obras.

Fonte: Painel Infoobra (2014)

3.3. EXPORTAÇÃO DOS REGISTROS

Antes da análise dos dados, todos os registros foram exportados para uma planilha a fim de facilitar o processo. No momento da exportação, o aplicativo da Microsoft Office 365 separa os dados de diário de obras e restrições por obras nas abas da planilha.

Manualmente, todos dados foram agrupados em apenas uma planilha, sendo criada uma coluna para identificar as obras.

Segue sequência de atividades da exportação e organização de dados:

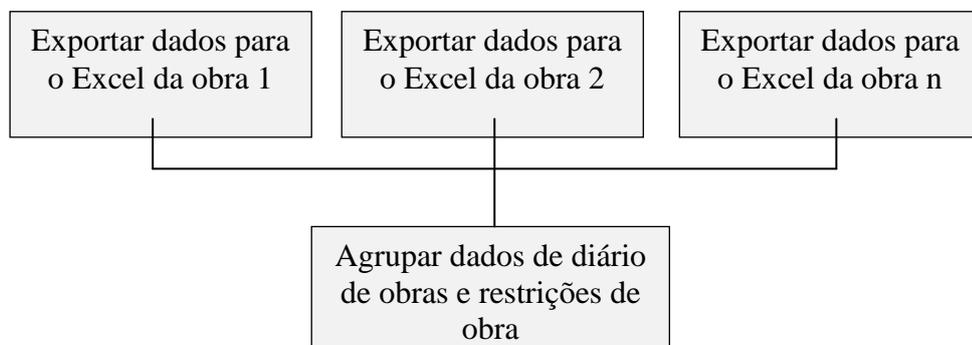


Figura 3.8: Seqüência de atividades no processo de exportação de dados

Fonte: Autor

3.4. ANÁLISE DE DADOS

Nesta etapa da pesquisa, primeiramente os dados exportados para uma planilha foram classificados em problemas de obra ou problemas de projeto.

Para facilitar a criação de gráficos para a análise, os dados pertinentes a problemas de obra e projeto foram separados em planilhas diferentes. Então, com o uso de filtros, foram criadas abas para separar as diferentes fases de obra.

Depois de os registros terem sido separados, foi feito um diagnóstico geral dos dados coletados nas obras, e então classificados pelo tipo de interferência, descritos a seguir:

- *Problemas de projeto*: mudança feita pelo proprietário, erro de projeto, alteração de projeto, incompatibilidade de projeto e falta de especificação em projeto.
- *Problemas de obra*: erro de execução, falta de material, desperdício de materiais, rotina de obra, dúvida e equipamento quebrado.

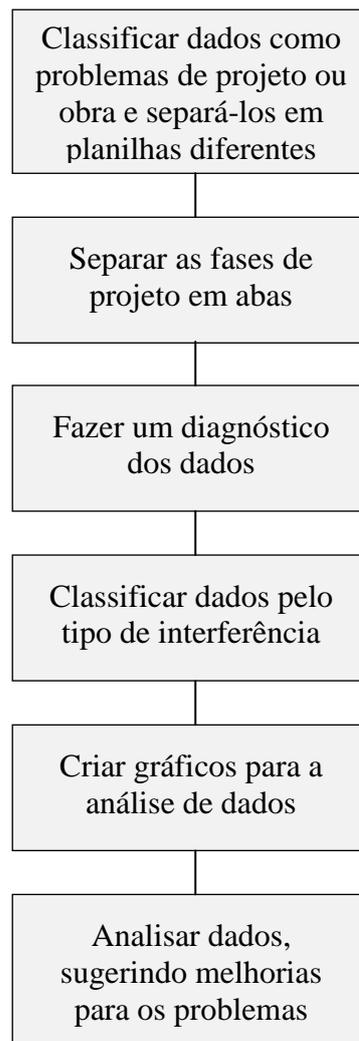


Figura 3.9: Sequência de atividades no processo de análise de dados

Fonte: Autor

3.4.1. Problemas de projeto

Nesta etapa, os dados coletados nas obras foram analisados e, depois de fazer um diagnóstico das interferências, foram identificados os principais problemas e então estes foram classificados em cinco grupos. Segue descrição de cada categoria:

- *Mudança feita pelo proprietário*: caracterizando problemas e retrabalhos decorrentes de alterações feitas pelo proprietário;
- *Erro de projeto*: todas as interferências decorrentes de erros de projeto
- *Alteração de projeto*: interferências que afetaram o andamento da obra decorrente de alterações feitas em projetos, depois de terem sido liberados para obra;
- *Incompatibilidade de projeto*: interferências entre projetos decorrentes à falta de compatibilização;
- *Falta de especificação em projeto*: itens não especificados em projeto, como tipo do material, modelo de equipamentos, etc.

Foram analisadas fases de obra específicas, que foram determinadas pelo volume e relevância dos dados coletados e também pela fase a qual a obra se encontra no momento. As obras analisadas estão em andamento, e foram os primeiros empreendimentos da empresa onde o sistema de coleta de dados foi implantado. As atividades analisadas foram as seguintes:

- *Estrutura*: envolvendo a execução de formas, armação, escoramento e concretagem;
- *Instalações hidráulicas*: instalações de água, esgoto e drenos de ar condicionado;
- *Alvenaria*: abrangendo a marcação de paredes, pontes de aderência, assentamento de blocos e execução de vergas.

3.4.2. Problemas de Obra

Assim como na análise de problemas de projeto, foi feito um diagnóstico dos dados coletados e categorizados da seguinte maneira:

- *Erro de execução*: todos os itens identificados como erro de execução. Neste caso, o projeto estava correto, porém foi executado de forma incorreta.

- *Falta de material*: são os casos em que houve interrupção de um serviço por falta de material, podendo ser ocasionado pelo atraso na entrega do material, pela falta de solicitação do material ou por ter sido solicitado fora do prazo de ressurgimento de materiais.
- *Falta de mão de obra*: são os casos onde houve falta de mão de obra e consequente interrupção das atividades.
- *Equipamento quebrado*: são classificadas as informações de quebra de um equipamento, próprio ou locado. Podem ser decorrentes de mal uso, de falta de manutenção ou até mesmo de o equipamento não ter boa qualidade.
- *Desperdício de materiais*: são todos os eventos onde se identificou desperdício de materiais.
- *Dúvida*: a ferramenta é utilizada também para registrar dúvidas que surgem na obra, onde os gerenciadores terão acesso imediato à solicitação de informações.

Rotina de obra: são informações coletadas apenas para registro, não relatando interferências, mas sim, marcos importantes a serem apontados.

Novamente foram analisadas as seguintes fases de obra:

- *Estrutura*: envolvendo a execução de formas, armação, escoramento e concretagem;
- *Instalações hidráulicas*: instalações de água, esgoto e drenos de ar condicionado;
- *Alvenaria*: abrangendo a marcação de paredes, pontes de aderência, assentamento de blocos e execução de vergas.

3.5. RELATÓRIO DE ANOMALIAS

Esta etapa foi utilizada para formalizar as sugestões de melhoria para os problemas registrados. A análise foi feita separando problemas de projeto de problemas de obra e então os analisando por fase.

Para compor o relatório foram apresentados os dados analisados, gráficos e as sugestões descritas, sempre classificadas pelo tipo de interferência.

3.6. APLICAÇÃO DAS INFORMAÇÕES NO PLANEJAMENTO DE UM NOVO EMPREENDIMENTO

Os dados analisados devem ser utilizados no planejamento de um novo empreendimento, primeiramente analisando se foram tomados os cuidados necessários para que os erros registrados nas obras anteriores não voltem a se repetir.

Pode-se também adotar novos métodos de planejamento, baseados nos maiores problemas encontrados. Por exemplo, para reduzir a quantidades de incompatibilidades de projetos estes podem passar por um processo mais rígido de compatibilização, como a modelagem 3D.

3.7. INÍCIO DE UM NOVO PROJETO

Este item é apenas o marco do início de uma nova obra e recomeço do ciclo. Depois dele devem-se recomeçar as atividades e retroalimentar o banco de dados.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta etapa da pesquisa os dados coletados nas obras foram analisados e então foi criado um relatório de anomalias expondo os dados e detalhando sugestões de melhoria.

4.1. RELATÓRIO DE ANOMALIAS

4.1.1. Problemas de projeto

Nesta etapa, os dados coletados nas obras foram analisados e classificados dentre os tipos de interferência descritos a seguir:

- *Mudança feita pelo proprietário;*
- *Erro de projeto;*
- *Alteração de projeto;*
- *Incompatibilidade de projeto;*
- *Falta de especificação em projeto.*

As fases de obra analisadas foram:

- *Estrutura;*
- *Instalações hidráulicas;*
- *Alvenaria.*

- *1ª fase analisada: Estrutura*

Foram colhidas informações sobre a estrutura do edifício pertinentes à etapa de projetos apenas na obra 1, onde a maior parte das interferências veio da alteração de projetos. Depois, com o mesmo número de informações, vieram as mudanças feitas pelo proprietário, erros de projeto e incompatibilidade de projetos.

Alterações de projetos e mudanças feitas pelo proprietário:

Os projetos devem ser entregues antes do início de uma obra, porém não é o que comumente acontece nas obras. Nos casos estudados, a alteração de projetos se ateve apenas na fase da estrutura, porém deve-se atentar para o problema não se repetir em outras etapas.

Erros de projeto e incompatibilidades de projeto:

Nos outros casos as interferências poderiam ter sido evitadas com a aplicação do BIM, onde em um modelo 3D seria possível visualizar o erro de acesso à prumada, o detalhe da laje e até mesmo a bitola do aço não especificada em projeto.

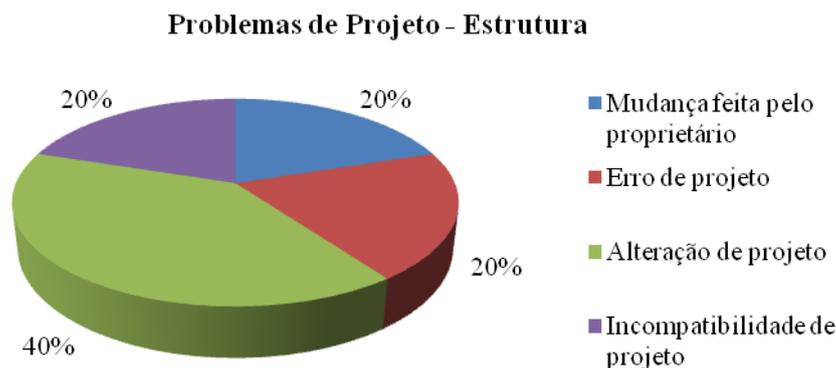


Figura 4.1: Gráfico de problemas de projeto referentes à fase de estrutura, classificados por tipo de interferência.

Fonte: Autor (adaptado de: <https://portal.microsoftonline.com>)

Tabela 4.1: Dados coletados em obras pertinentes à etapa de projeto, referentes à fase de estrutura.

Obra	Data	Descrição	Classificação
Obra 1	07/05/14 09:12	Retrabalho na laje e vigas do elevador na cobertura. Alteração feita pelo proprietário.	Mudança feita pelo proprietário
Obra 1	23/04/14 14:28	Eletricista perguntou, pediu ao Diogo Luz um detalhe de projeto: bitola de aço para espera que não consta em nenhum projeto.	Erro de projeto
Obra 1	37/03/14 08:03	Aguardando as definições sobre a altura da laje da caixa d'água. Execução da forma parada.	Alteração de projeto
Obra 1	16/04/14 15:19	Retrabalho na forma e ferragem na viga da caixa d'água. Foi alterado sua altura.	Alteração de projeto
Obra 1	13/05/14 13:19	Incompatibilidade de acesso para prumada no shaft. Escada central. Viga sem passagem para tubulações elétricas.	Incompatibilidade de projeto

Fonte: Autor (adaptado de: <https://portal.microsoftonline.com>)

- *2ª fase analisada: Instalações hidráulicas*

Nesta atividade a quantidade de dados coletados triplicou comparando-se à da fase anterior (estruturas). Isso se justifica pelo engajamento da equipe na coleta de dados, onde a equipe da obra 1 foi mais comprometida, representando 75% dos dados coletados.

Mudanças feitas pelo proprietário:

Nesta fase as mudanças feitas pelo proprietário representaram mais da metade das interferências. É uma cultura que deveria ser mudada na empresa, já que afeta o andamento dos serviços. O procedimento deveria abranger, por exemplo, um prazo para alterações serem solicitadas, formalizadas e ser apresentado orçamento embasado na análise de custo da mudança. As mudanças não deveriam acontecer depois do início das atividades da obra que envolvem as alterações de projeto.

Erros de projeto e incompatibilidades de projeto:

Novamente, incompatibilidades de projeto e erros de projeto teriam sido evitadas caso o projeto estivesse em uma representação tridimensional e paramétrica. A maior parte das incompatibilidades refere-se a passagens para tubos nas estruturas, item facilmente visualizado em um modelo.

Falta de especificação em projeto:

O item reportado onde não havia especificação de projeto deveria ter sido detalhado no memorial descritivo do empreendimento, onde pode ser facilmente corrigido em uma próxima obra com a revisão do memorial, onde se pode criar um check list de materiais que devem ser especificados.

Problemas de Projeto - Instalações Hidráulicas

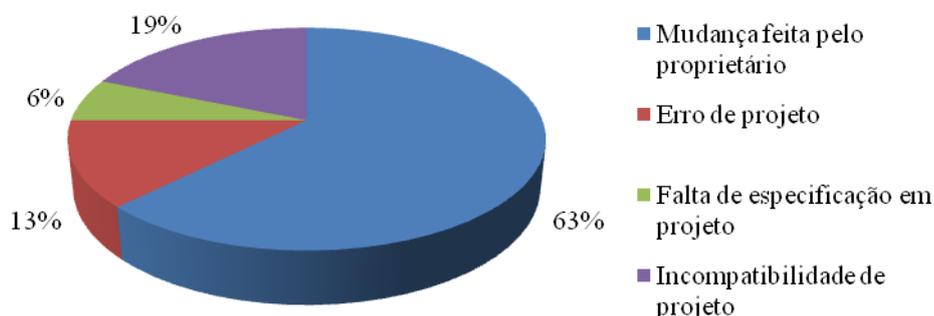


Figura 4.2: Gráfico de problemas de projeto referentes à fase de instalações hidráulicas, classificados por tipo de interferência.

Fonte: Autor (adaptado de: <https://portal.microsoftonline.com>)

Tabela 4.2: Dados coletados em obras pertinentes à etapa de projeto, referentes à fase de instalações hidráulicas.

Obra	Data	Descrição	Classificação
Obra 1	27/03/14 08:03	Shaft dos apartamentos 23, e seus superiores sem acesso externo. Somente acesso por dentro do banheiro.	Erro de projeto
Obra 1	10/04/14 13:34	Alteração do banheiro detalhe 4, junção ventilação do esgoto e da pia deslocado próximo ao joelho do vaso. Alterado para dar escoamento.	Erro de projeto
Obra 1	26/03/14 16:08	Definição do misturador do apartamento do PNE	Falta de especificação em projeto
Obra 2	13/05/14 15:27	Furo na viga para passagem de tubulação de incêndio	Incompatibilidade de projeto
Obra 2	13/05/14 14:41	Furo na viga para passagem de água fria	Incompatibilidade de projeto
Obra 2	03/04/14 09:55	Furos para dreno de ar condicionado	Incompatibilidade de projeto
Obra 1	26/03/14 08:04	Definição do ralo seco com proprietário.	Mudança feita pelo proprietário
Obra 1	27/03/14 08:03	Dreno de ar condicionado terá que ser escavado na laje por causa da alteração do projeto feita pelo proprietário.	Mudança feita pelo proprietário
Obra 1	23/04/14 13:25	Enchimento da alvenaria entre o pilar e o box, no banheiro do Ap 10 (atrás do banheiro). De acordo com proprietário.	Mudança feita pelo proprietário
Obra 1	23/04/14 13:03	Prumada da área técnica 4 será para o lado de fora da laje. De acordo com proprietário.	Mudança feita pelo proprietário

Obra 1	23/04/14 13:03	Ducha higiênica terá que ter um registro conforme a solicitação do proprietário.	Mudança feita pelo proprietário
Obra 1	07/04/14 11:59	Projeto hidráulico alterado pelo proprietário, registro dos chuveiros será mono comando.	Mudança feita pelo proprietário
Obra 1	31/03/14 10:23	Abertura de passagem na alvenaria para instalações elétricas. 3 pavimento, ap 23. De acordo com as medidas estabelecidas pelo proprietário.	Mudança feita pelo proprietário
Obra 1	28/03/14 11:48	Marcação do local do furo para o ralo seco com o scanner de identificação dos cabos de protensão.	Mudança feita pelo proprietário
Obra 1	26/03/14 16:07	Troca de abraçadeira devido alteração de bitola por parte do proprietário.	Mudança feita pelo proprietário
Obra 2	14/05/14 12:34	Alteração de projeto no salão de festas	Mudança feita pelo proprietário

Fonte: Autor (adaptado de: <https://portal.microsoftonline.com>)

- *3ª fase analisada: Alvenaria*

Nesta etapa houve apenas um registro de alterações devido a mudanças feitas pelo proprietário, porém a quantidade de dados é pequena. As demais informações envolvem incompatibilidades de projeto, decorrentes à falta de escopo para itens especificados em projetos distintos. Outra vez, se os projetos estivessem em um único banco de dados isto não teria ocorrido.

Incompatibilidades de projeto:

É possível fazer a compatibilização manualmente, porém além de ser trabalhoso o procedimento é mais suscetível a erros, já que há muitas informações separadas e com maior chance de estarem obsoletas, já que é possível haver alterações não feitas em todos os projetos.



Figura 4.3: Gráfico de problemas de projeto referentes à fase de alvenaria, classificados por tipo de interferência.

Fonte: Autor (adaptado de: <https://portal.microsoftonline.com>)

Tabela 4.3: Dados coletados em obras pertinentes à etapa de projeto, referentes à fase de alvenaria.

Obra	Data	Descrição	Classificação
Obra 2	13/05/14 15:23	Janela será diminuída pois não há espaço para o shaft do gás	Incompatibilidade de projeto
Obra 2	13/05/14 15:22	Centralizar o requadro de modo que caiba uma televisão em ambos os lados ap's de final 2	Incompatibilidade de projeto
Obra 2	13/05/14 15:24	Substituir alvenaria por uma verga armada para não diminuir o tamanho da janela já que teve de ser aumentada a alvenaria na outra parede	Incompatibilidade de projeto
Obra 1	17/04/14 09:09	Executado preenchimento de paredes de acordo com a solicitação do proprietário.	Mudança feita pelo proprietário
Obra 2	14/05/14 14:48	Erro de projeto nas janelas	Erro de projeto

Fonte: autor (Adaptado de: <https://portal.microsoftonline.com>)

- *Análise geral dos dados de projeto*

Dentre os dados analisados pertinentes a problemas de projeto quase a metade das interferências foi decorrente a alterações feitas pelo proprietário, gerando retrabalho em todas as atividades.

Conforme descrito no item 2.1.1, o custo de mudanças aumenta exponencialmente ao decorrer do ciclo de vida do projeto. O ideal é que alterações sejam feitas no estágio I (concepção e viabilidade) ou no estágio II (projeto e planejamento), onde o custo será baixo.

Nas demais fases o custo de mudança será alto e provavelmente interfira no desempenho financeiro esperado para o empreendimento.

Foram reportados 4 erros de projeto e 7 incompatibilidades de projeto apenas nestas fases. Houveram também 2 casos de alterações de projeto e 1 de falta de especificação.

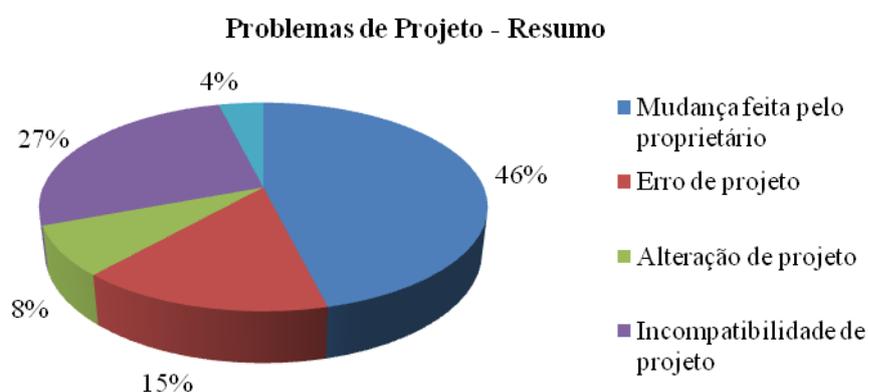


Figura 4.4: Gráfico resumo de problemas de projeto, classificados por tipo de interferência.

Fonte: Autor (adaptado de: <https://portal.microsoftonline.com>)

Tabela 4.4: Dados coletados separados por categorias pertinentes à problemas de projeto.

Descrição	Estrutura	Hidráulica	Alvenaria	Soma	%
Mudança feita pelo proprietário	1	10	1	12	46%
Erro de projeto	1	2	1	4	15%
Alteração de projeto	2	0	0	2	8%
Incompatibilidade de projeto	1	3	3	7	27%
Falta de especificação em projeto	0	1	0	1	4%
Soma	5	16	5	26	

Fonte: Autor (adaptado de: <https://portal.microsoftonline.com>)

A obra 1 se mostrou mais comprometida na coleta de dados, com 69% do total de dados pertinentes a problemas de projeto, contra 31% da obra 2. Os fatores que influenciaram este comportamento serão analisados no item 4.3 deste trabalho de pesquisa.

Problemas de Projeto - Dados Coletados

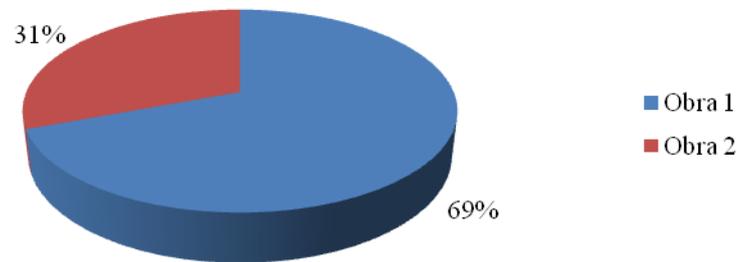


Figura 4.5: Gráfico de dados coletados por obra pertinentes à problemas de projeto

Fonte: Autor (adaptado de: <https://portal.microsoftonline.com>)

Tabela 4.5: Dados coletados por obra pertinentes à problemas de projeto.

Obra	Estrutura	Hidráulica	Alvenaria	Soma	%
Obra 1	5	12	1	18	69%
Obra 2	0	4	4	8	31%
Soma	5	16	5	26	

Fonte: Autor (adaptado de: <https://portal.microsoftonline.com>)

4.1.2. Problemas de Obra

Os dados classificados como “problemas de obra” foram categorizados seguindo estes tipos de interferência:

- *Erro de execução;*
- *Falta de material;*
- *Falta de mão de obra;*
- *Equipamento quebrado;*
- *Desperdício de materiais;*
- *Dúvida;*
- *Rotina de obra.*

Novamente foram analisadas as seguintes fases de obra:

- *Estrutura;*

- *Instalações hidráulicas;*
- *Alvenaria.*

- *1ª fase analisada: Estrutura*

Dos dados analisados referentes à estrutura do edifício e pertinentes à fase de obra, 89% foram classificados pelas pessoas que fizeram a coleta como “diário de obras”, os demais foram classificados como “restrições de obra”.

No período, houve apenas dois registros de restrições, que foram causados por erro de execução e por falta de material. Isso indica que os demais problemas que não foram classificados como “rotina de obra”, foram resolvidos sem haver interrupção de outros serviços, porém registrados, que é a orientação dada aos responsáveis pela coleta de dados.

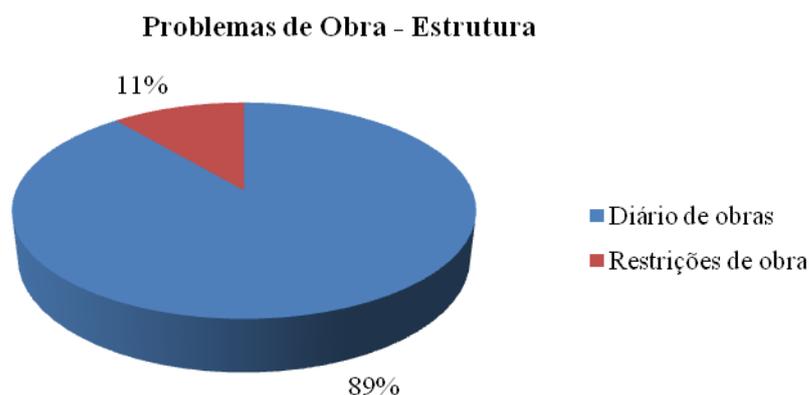


Figura 4.6: Gráfico de problemas de obra referentes à fase de estrutura, classificados por diário de obras ou restrições de obras.

Fonte: Autor (adaptado de: <https://portal.microsoftonline.com>)

As informações com maior índice de registro nesta fase da obra foram relacionadas a erros de execução. A maior parte foi causada por erros na montagem de formas, sendo nas situações de vigas fora de esquadro ocasionado por erro na marcação e falta de conferência ou sendo nas ocorrências de elementos estruturais de concreto com desalinhamento, vulgarmente chamado de estufamento, ocasionadas por falhas no travamento das formas. É recomendado que as fôrmas sejam conferidas antes da concretagem, o que evitaria os casos de elementos fora do esquadro ou com locação errada, por exemplo, e recomenda-se também que haja supervisão mais presente na execução do serviço, avaliando a qualidade do travamento das formas, evitando mais problemas com formas cedendo em concretagens.

Erros de execução:

Um dos problemas foi decorrente da má interpretação de projetos, o que levou a execução de um dente desnecessário no elemento estrutural. Um fator que auxilia muito é que as pessoas responsáveis pela supervisão da obra, como encarregados e mestres, tenham domínio dos projetos, assim é interessante lhes oferecer cursos de leitura de projetos.

O caso do acabamento da laje que teve que ser refeito foi ocasionado pela falta de qualidade na execução do serviço. Recomenda-se avaliar o empreiteiro e, caso seja recorrente buscar a contratação de outro profissional que obtenha melhor desempenho.

Foi relatado um acidente ao transportar uma ferragem, que gerou um retrabalho já que o material foi danificado na queda. Os operadores devem receber treinamentos e reciclagens para a correta operação e amarração de cargas, além de um técnico de segurança acompanhar atividades de risco a fim de evitar acidentes.

Desperdício de materiais:

O único registro de desperdício de materiais foi referente à concreto. Além de se perder o material, que é um item de alto valor agregado, gera-se também um retrabalho de mão de obra, já que depois da cura deste concreto funcionários têm que quebrá-lo para então destinar o material para reciclagem. Assim, o custo do desperdício não reflete apenas no valor pago pelo material, mas também pela mão de obra e pelo custo de sua destinação correta.

Falta de material:

Dentre os casos de falta de material a situação da falta de tela de proteção é a que causa maior impacto, já que gera riscos e afeta a vizinhança. Deve-se atentar para a inclusão deste item em orçamento e no planejamento da obra, para que a contratação ocorra no momento correto.

Dúvida e rotina de obra:

Os casos de dúvida e registros de acontecimentos nas obras estão descritos na planilha abaixo, porém nenhum gerou impacto para a alimentação do banco de dados.

Problemas de Obra - Estrutura

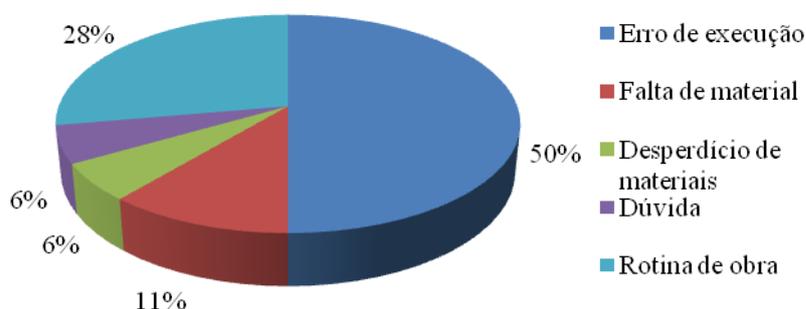


Figura 4.7: Gráfico de problemas de obras referentes à fase de estrutura, classificados por tipo de interferência.

Fonte: Autor (adaptado de: <https://portal.microsoftonline.com>)

Tabela 4.6: Dados coletados em obras pertinentes à etapa de obra, referentes à fase de estrutura.

Obra	Data	Descrição	Classificação
Obra 1	14/05/14 09:24	Desperdício de concreto em vários locais.	Desperdício de materiais
Obra 1	24/04/14 11:41	Verificar a altura do peitoril na viga de transição.	Dúvida
Obra 1	21/05/14 10:39	Vigas do subsolos estufadas	Erro de execução
Obra 1	13/05/14 13:19	Viga estufada no 4 pavimento. Final do corredor direito.	Erro de execução
Obra 1	13/05/14 13:11	Viga fora do esquadro no pavimento 5 final do corredor direito.	Erro de execução
Obra 1	13/05/14 11:47	Pilar estufado. Forma mal travada.	Erro de execução
Obra 1	01/05/14 08:57	Foi deixado dente na laje do pavimento 6 torre menor, não era necessário deixar o dente.	Erro de execução
Obra 1	22/04/14 11:05	Laje do 4 pavimento deslocada para fora.	Erro de execução
Obra 1	11/04/14 11:12	Retrabalho, Ferragem da caixa d'água caiu do guincho ao ser transportada. Terá que ser dobrada novamente.	Erro de execução
Obra 1	10/04/14 13:33	Viga fora do esquadro e com fissuras.	Erro de execução
Obra 1	01/04/14 11:48	Retrabalho na laje do 2 pavimento. Realização do acabamento na superfície da laje.	Erro de execução

Obra 1	09/04/14 14:17	Armação aguardando a compra de broca e sikadura. No momento estão parados.	Falta de material
Obra 2	26/03/14 11:16	Falta de tela de proteção está causando problemas c vizinhos	Falta de material
Obra 1	13/05/14 10:56	Concretagem da caixa d'água, cisternas e vigas/pilares do pavimento.	Rotina de obra
Obra 1	06/05/14 10:27	Pessoal da armação está ajudando na alvenaria e revestimento. Estão aguardando a forma da tampa da caixa d'água.	Rotina de obra
Obra 1	24/04/14 11:37	Realizar troca de posição do cabo do elevador para concretagem do reforço na viga de transição do 7 pavimento. Também verificar se possível aumentar altura para ficar o nível da platibanda.	Rotina de obra
Obra 1	16/04/14 15:26	Executada a protensão da viga no primeiro pavimento.	Rotina de obra
Obra 1	27/03/14 22:40	Execução da cisterna.	Rotina de obra

Fonte: autor (Adaptado de: <https://portal.microsoftonline.com>)

- *2ª fase analisada: Instalações hidráulicas*

Os dados coletados na etapa de Instalações Hidráulicas foram feitos apenas pela Obra 1, e sua maioria foi referente à restrições de obra, diferente da estrutura, onde quase a totalidade de informações foi registrada como diário de obras.

Problemas de Obra - Instalações Hidráulicas

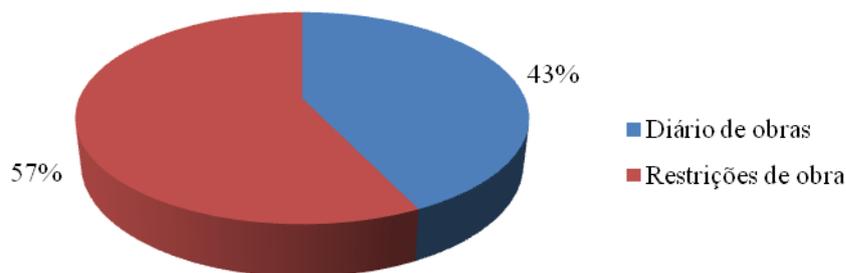


Figura 4.8: Gráfico de problemas de obra referentes à fase de estrutura, classificados por diário de obras ou restrições de obras.

Fonte: Autor (adaptado de: <https://portal.microsoftonline.com>)

Erros de execução:

Nesta fase, houve apenas dois registros de erro de execução. No primeiro caso, a tubulação em questão foi danificada pelo executor do revestimento, e no segundo identificou-

se que haviam derrubado massa no shaft, o que ocasionou o desalinhamento de prumadas. Para ambos problemas a orientação é uma boa solução, primeiramente treinando os colaboradores responsáveis pela função quanto às instruções de trabalho e então com as práticas que são proibidas na obra, como o lançamento de massa no shaft. Pode-se também orientá-los a nunca mexer em um serviço pronto, caso seja necessário chamar o responsável pela atividade e este providenciará a modificação, com um profissional especializado e executado da forma correta.

Falta de mão de obra:

Foi identificado também que os encanadores faltaram por 3 dias seguidos. Orienta-se fazer uma avaliação do empreiteiro, caso seja recorrente esta avaliação deve conter estas informações para que o mesmo não seja contratado por outra obra com o desconhecimento do problema ocorrido.

Rotina de obra:

Os demais registros foram classificados como “rotina de obra”, representando 43% dos registros.

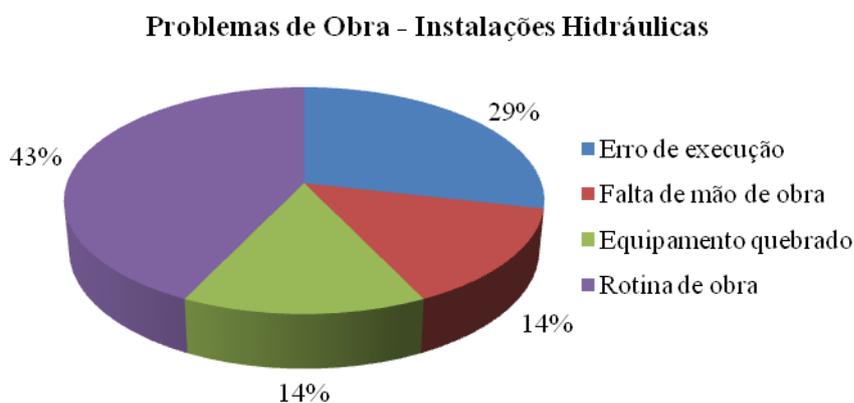


Figura 4.9: Gráfico de problemas de obras referentes à fase de instalações hidráulicas, classificados por tipo de interferência.

Fonte: Autor (adaptado de: <https://portal.microsoftonline.com>)

Tabela 4.7: Dados coletados em obras pertinentes à etapa de obra, referentes à fase de instalações hidráulicas.

Obra	Data	Descrição	Classificação
Obra 1	26/03/14 08:04	Pistola finca pino com defeito, não funciona.	Equipamento quebrado
Obra 1	22/05/2014 11:18	Pontos de hidráulica desalinhado ao realizar o revestimento.	Erro de execução
Obra 1	15/04/2014 09:50	Prumada desalinhas, algumas abraçadeiras rompidas e sujeira na tubulação (massa)	Erro de execução
Obra 1	07/04/14 15:03	Terceiro dia seguido que pessoal da hidráulica não está trabalhando,	Falta de mão de obra
Obra 1	29/03/14 08:03	Iluminação dos banheiros para trabalho de hidráulico.	Rotina de obra
Obra 1	23/04/2014 13:56	Realizado pedido pelo Álvaro ao Sr. Neivo no dia 22/04. Segue em anexo a lista de materiais solicitados.	Rotina de obra
Obra 1	26/03/2014 16:06	Verificação de materiais que estão faltando da hidráulica.	Rotina de obra

Fonte: Autor (adaptado de: <https://portal.microsoftonline.com>)

- 3ª fase analisada: Alvenaria

Na etapa da obra de fechamentos em alvenaria, a predominância das informações foi, novamente, do item “diário de obras”, representando 94% do total coletado.

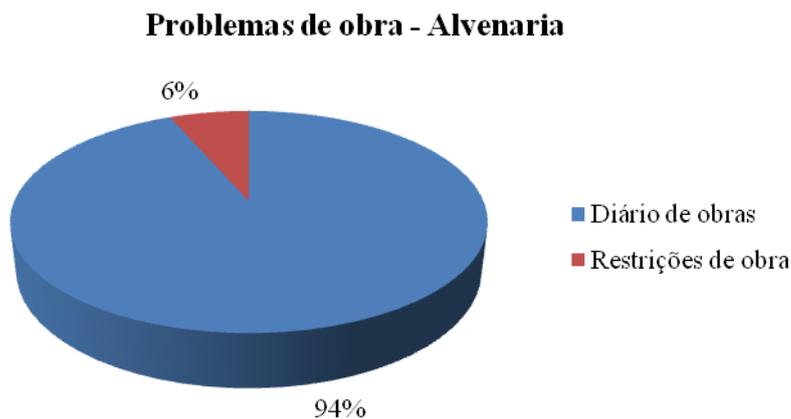


Figura 4.10: Gráfico de problemas de obra referentes à fase de estrutura, classificados por diário de obras ou restrições de obras.

Fonte: Autor (adaptado de: <https://portal.microsoftonline.com>)

A maior parte dos dados foi classificada como “rotina de obra”, cujos registros não representaram nenhuma interferência na obra. Os erros de execução totalizaram 19%, representados por sete itens, e na sequência estão as demais categorias.

Desperdício de materiais:

Houve um registro de uma argamassa de assentamento seca em um pavimento, que pode ser evitada com maior controle e supervisão. Outra ação que surte efeito é descontar a argamassa desperdiçada na medição do empreiteiro, assim este despende maior planejamento na quantidade de argamassa solicitada e na sua aplicação antes que entre em processo de cura.

Equipamento quebrado:

Quanto à equipamentos quebrados, foi apontada a quebra de uma peça da betoneira. Pode-se ter uma betoneira reserva caso o serviço seja importante. A avaliação da manutenção do equipamento também é importante de ser avaliada.

Erros de execução:

Dos erros de execução registrados, nota-se que o retrabalho de serviços é predominante. O primeiro foi decorrente da má execução de uma parede, que deveria ter sido feita dentro dos padrões de qualidade e os funcionários devem ser treinados quanto às exigências da atividade.

Outro item foi decorrente da falta de planejamento, pois se trata de um caso onde a alvenaria não deveria ter sido fechada antes da execução do revestimento interno do shaft, assim como a abertura para passagem depois de o revestimento estar pronto.

Erros de execução, como paredes executadas com medidas diferentes das determinadas em projeto e falta de vãos são reflexo da falta de conhecimento do executor da atividade e da falha na conferência e acompanhamento da tarefa.

Itens de segurança devem ser extremamente cobrados, já que qualquer falha pode resultar na perda de uma vida. O caso registrado de uma viga derrubada do 5º pavimento é grave e poderia ter machucado pessoas. Deve-se tomar cuidado com o manuseio de materiais em periferias.

Falta de material:

A falta de materiais foi recorrente nesta fase da obra. Os responsáveis pelo planejamento devem agendar a entrega dos mesmos com antecedência para evitar algum

imprevisto e decorrente atraso na entrega, lembrando de sempre haver um pouco de estoque para não haver interrupção do serviço. Planejar também o transporte de materiais dentro do canteiro para que o profissional nunca fique sem material para trabalhar também é importante para que não se perca produtividade e acarrete em um aumento de custos com mão de obra.

Rotina de obra:

Nos itens classificados como “rotina de obra” foram registrados apenas marcos de serviços. Houve também uma dúvida apontada para a verificação de um serviço.

Segue gráfico indicando os percentuais de registros de cada categoria dentro da EAP de alvenaria:

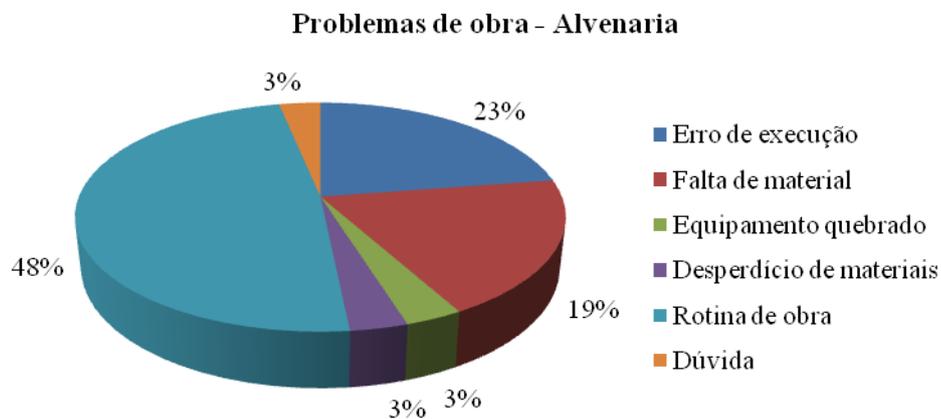


Figura 4.11: Gráfico de problemas de obras referentes à fase de alvenaria, classificados por tipo de interferência.

Fonte: Autor (adaptado de: <https://portal.microsoftonline.com>)

Tabela 4.8: Dados coletados em obras pertinentes a problemas de obra, referentes à fase de alvenaria.

Obra	Data	Descrição	Classificação
Obra 1	15/05/14 09:44	Argamassa seca no pavimento 3 ^a	Desperdício de materiais
Obra 1	10/04/14 13:34	Verificar altura do peitoril da janela do banheiro do apartamento 10.	Dúvida
Obra 1	07/04/14 08:01	Betoneira quebrou o rolamento.	Equipamento quebrado
Obra 1	12/05/14 09:34	Parede derrubada para ser refeita. Estava fora de esquadro.	Erro de execução

Obra 1	09/05/14 09:48	Retrabalho na alvenaria dos shafts, serão desmontados para executar revestimento interno.	Erro de execução
Obra 1	30/04/14 09:48	Retrabalho no shaft com medidas menores.	Erro de execução
Obra 1	25/04/14 14:51	Verga da janela caiu do 5 pavimento.	Erro de execução
Obra 1	25/04/14 10:34	Abertura de passagem no revestimento pronto.	Erro de execução
Obra 1	24/04/14 11:46	Prumada executada antes do revestimento interno dos shafts.	Erro de execução
Obra 1	27/03/14 19:04	Parede sem o vão para o brise na área técnica.	Erro de execução
Obra 1	14/05/14 13:10	Carga de cimento aguardando liberação para ser descarregada. Alvenaria e revestimento estão parados praticamente por falta de argamassa.	Falta de material
Obra 1	13/05/14 10:54	Ainda não chegou cimento para argamassa. Execução de alvenaria e hidráulica estão paradas.	Falta de material
Obra 1	12/05/14 14:00	Falta de cimento para argamassa. Produção de alvenaria parada.	Falta de material
Obra 1	24/04/14 11:37	Periodicamente o material chega atrasado no local da execução serviço.	Falta de material
Obra 1	28/03/14 11:48	Falta de bloco	Falta de material
Obra 1	25/03/14 15:42	Falta de argamassa pronta para assentamento de tijolos.	Falta de material
Obra 2	26/03/14 13:59	Requadro da parede anexa ao pilar entre corredor e dormitório apto final 3	Rotina de obra
Obra 1	22/05/14 11:14	Marcação da primeira fiada. 7 pavimento.	Rotina de obra
Obra 1	07/05/14 09:12	Iniciada execução da alvenaria no 8 pavimento (para peito de 4 fiadas)	Rotina de obra
Obra 1	01/05/14 13:29	Iniciada alvenaria no 7 pavimento.	Rotina de obra
Obra 1	16/04/14 15:14	Taliscamento para camada de emboço do apartamento modelo (Ap 21).	Rotina de obra
Obra 1	16/04/14 13:34	Iniciado revestimento no apartamento modelo (Ap 21). Execução do chapisco.	Rotina de obra
Obra 1	14/04/14 13:20	Marcação da primeira fiada 6 pavimento.	Rotina de obra
Obra 1	11/04/14 14:49	Executado revestimento interno e parcial do shaft.	Rotina de obra
Obra 1	31/03/14 08:59	Instalação e iniciação de trabalho com a segunda betoneira.	Rotina de obra
Obra 1	28/03/14 11:48	Carga de massa pronta da sexta-feira dia 28/03 foi transferida para segunda de manhã dia 31/03. Sendo assim serão entregues duas cargas na segunda, uma de	Rotina de obra

manhã e outra a tarde.			
Obra 1	27/03/14 19:02	Chegada dos escantilhões	Rotina de obra
Obra 1	27/03/14 19:01	Fixação de tela metálica na estrutura com pistola finca pino.	Rotina de obra
Obra 1	25/03/14 15:41	Marcação da primeira fiada. 5 pavimento	Rotina de obra
Obra 2	14/05/14 14:36	Alvenaria sétimo pavimento	Rotina de obra
Obra 2	13/05/14 15:25	Necessidade de colocar tela de estuque pois não há massa embaixo da verga podendo ocasionar fissuras apartamentos do primeiro andar	Rotina de obra

Fonte: Autor (adaptado de: <https://portal.microsoftonline.com>)

▪ *Análise geral dos dados de problemas de obra*

A maior parte dos registros pertinentes a problemas de obra foram classificados como rotina de obra, que é o esperado, já que no diário de obras devem ser registradas informações importantes, porém sem interferência no andamento dos serviços.

O preocupante é que dentre as demais classificações o erro de execução é o que predomina, seguido da falta de materiais. Ambas interferências geram grande impacto na sequência de serviços. Estes afetam também no custo da obra, seja por retrabalho ou por mão de obra ociosa por falta de materiais.

O número de registros pertinentes a falta de mão de obra, equipamento quebrado, desperdício de materiais e dúvidas foram pequenos, demonstrando-se casos isolados. Estes não são menos importantes, porém as interferências recorrentes devem receber maior atenção.

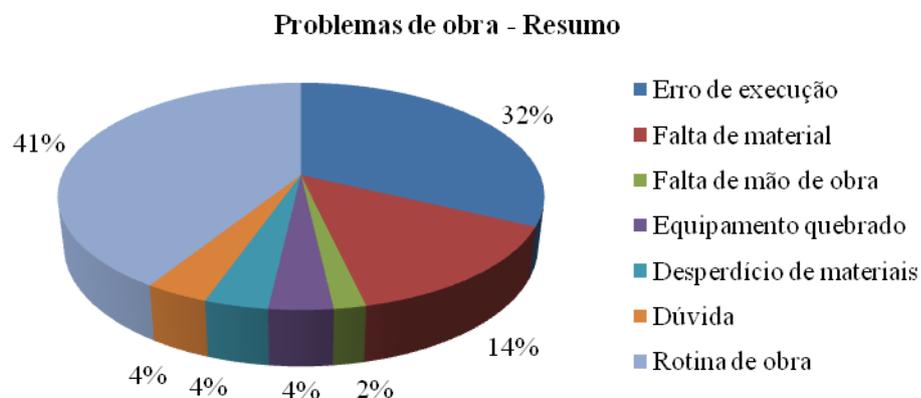


Figura 4.12: Gráfico de dados coletados por categorias e pertinentes à problemas de obra.

Fonte: Autor (adaptado de: <https://portal.microsoftonline.com>)

Tabela 4.9: Dados coletados separados por categorias pertinentes à problemas de obra

Descrição	Estrutura	Hidráulica	Alvenaria		%
Erro de execução	9	2	7	18	32%
Falta de material	2	0	6	8	14%
Falta de mão de obra	0	1	0	1	2%
Equipamento quebrado	0	1	1	2	4%
Desperdício de materiais	1	0	1	2	4%
Dúvida	1	0	1	2	4%
Rotina de obra	5	3	15	23	41%
Soma	18	7	31	56	

Fonte: Autor (Adaptado de: <https://portal.microsoftonline.com>)

Novamente, a obra 1 registrou uma quantidade muito maior de dados, que demonstra o maior comprometimento da equipe. Neste caso, representa 93% dos dados coletados referentes a problemas de obra e apenas 7% dos registros são da obra 2. Estes dados mostram que a obra 2 sequer registrou dados de rotinas de obra, e isso pode prejudicar o banco de dados que a empresa está criando.

Problemas de obra - Dados Coletados

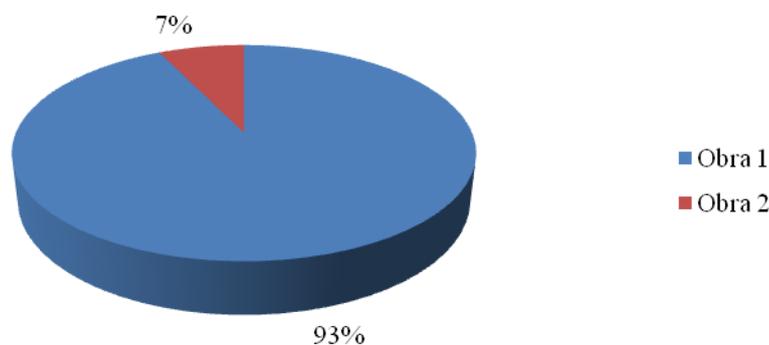


Figura 4.13: Gráfico de dados coletados por obra pertinentes à problemas de obra.

Fonte: Autor (adaptado de: <https://portal.microsoftonline.com>)

Tabela 4.10: Dados coletados por obra pertinentes à problemas de obra

Total	Estrutura	Hidráulica	Alvenaria	Soma	%
Obra 1	17	7	28	52	93%
Obra 2	1	0	3	4	7%
Soma	18	7	31	56	

Fonte: Autor (adaptado de: <https://portal.microsoftonline.com>)

4.2. APLICAÇÃO DOS DADOS À TECNOLOGIA BIM

Este tópico foi baseado em análises de como a tecnologia de modelagem BIM auxiliaria em cada item levantado na análise de dados. Como a construtora ainda não tem obras com a modelagem finalizada não pode-se medir seus benefícios.

4.2.1. Problemas de projeto

O BIM pode ser visto como um sistema de extrações de informações sobre um banco de dados (o modelo BIM) e por isso, quanto melhores forem os dados inseridos neste modelo, melhores serão as informações modeladas.

Com os dados coletados em obra, é possível trazer para o projeto dados de altíssima qualidade sobre o processo de produção. Se tratados e colocados no momento correto durante o processo de projeto, trará grandes ganhos ao empreendimento.

- *Mudança feita pelo proprietário*: um ponto importante no processo de modelagem BIM é que os clientes, geralmente leigos, podem visualizar a obra antes de sua execução com visão espacial, decidindo suas alterações na fase de projetos, assim o impacto gerado é minimizado, reduzindo o custo de mudança. No entanto, ao longo do desenvolvimento do projeto pode ser necessária a mudança de escopo. Neste caso, se estas mudanças forem realizadas em um projeto desenvolvido em BIM, é possível simular seus impactos em prazo, custo e qualidade, e no próprio processo de projeto, antes de efetivamente decidir pela alteração.
- *Erro de projeto e Incompatibilidade de projeto*: os erros de projeto são reduzidos na implantação da tecnologia BIM ao ser colocado em um modelo único, que é a premissa desta tecnologia. Um dos motivos é que este permite que a compatibilização dos projetos seja feita com consistência, já que se pode criar parâmetros e erros são automaticamente corrigidos. Outro aspecto importante é a melhor visualização do projeto, onde se pode estudar o empreendimento com mais precisão e maior visibilidade, além de concentrar informação em apenas um arquivo, evitando que modificações sejam passadas a todas as pranchas do projeto de forma manual, evitando que informações se percam. Neste sistema são feitas também diversas

reuniões com todos os projetistas, colaborando muito na redução de incompatibilidades. A experiência de obras anteriores contribui para a elaboração de parâmetros mais completos e corretos.

- *Alteração de projeto*: alterações de projeto são consequências naturais no processo de projeto em BIM. É através das alterações de projeto que se gera valor ao projeto. No entanto, é preciso bem coordenar estas alterações. É neste momento que entra a equipe colaborativa. Esta precisa estar bastante alinhada com os objetivos do projeto, estar sempre em sintonia com o projeto, compreender os motivos das mudanças, participarem das reuniões e dos sistemas de colaboração extranet. Assim, ao processo de projeto acrescenta-se valor, e não elevação de custos à equipe. Como a comunicação é ampliada no processo BIM, os problemas são discutidos de maneira mais profunda, já que os projetistas se reúnem e discutem todas as possibilidades, acabam desenvolvendo soluções mais fundamentadas e menos passíveis a necessitar de alterações futuras.
- *Falta de especificação em projeto*: a visão espacial do projeto auxilia na especificação dos elementos, já que a visualização do projeto é mais ampla e completa. A modelagem também exige que sejam inseridas propriedades para o material, o que faz com que o projetista reflita melhor todos os itens a serem especificados.

4.2.2. Problemas de obra

A tecnologia BIM, além de auxiliar no projeto do produto, facilita o desenvolvimento do projeto do processo. Para o desenvolvimento deste projeto é necessário informações do processo construtivo.

Itens como transportes e armazenamento de material, espaços de convivência dos operários e dimensionamento das equipes de produção, são decisões do desenvolvimento do projeto do processo. Para se completar um processo de melhoria continua na empresa, é preciso trazer problemas e soluções do processo construtivo para a fase de projetos. Com estas informações na fase de projeto, é possível simular soluções para melhorar o processo construtivo.

- *Erro de execução:* a visualização espacial do projeto facilita o entendimento deste. Conforme relato feito pelo Eng. Tiago Campestrini, ao levar para um encanador um detalhe hidráulico em três dimensões, a reação foi instantânea da preferência e facilidade de entendimento do que estava sendo proposto, este manifestou sua vontade de que todos os projetos fossem apresentados desta forma. Outros projetos também foram levados para a obra e em todas as vezes a proposta foi bem sucedida, os executores entenderam com mais facilidade o projeto.
- *Falta de material:* qualquer que seja o material necessário para a produção, este precisa estar na obra no momento exato da sua utilização. Em caso de não estar, atrapalhará o fluxo contínuo da produção, e certamente trará desperdício. Registrados quais os materiais que interromperam a produção e/ou que exigiram aquisição urgente, durante o desenvolvimento dos projetos seguintes, é possível precisar estes materiais no modelo, e já garantir que o momento certo para adquiri-los e colocá-los na produção.
- *Falta de mão de obra:* no desenvolvimento de um modelo 4D é de grande importância definir quantidades de equipes e formação de cada uma delas, de preferência definindo os profissionais que atuarão na conversão e nas atividades de fluxo. Durante a execução das obras, é preciso coletar os dados de produção para verificar a necessidade de redimensionar as equipes.
- *Equipamento quebrado:* vários são os equipamentos necessários ao processo de produção, e estes estão passíveis de interromperem seu funcionamento, interrompendo a produção. Desta forma, é preciso prever os riscos destes acontecimentos e prever precauções para tal, no modelo BIM.

4.3. DIAGNÓSTICO GERAL DO PROCESSO

As diferenças mais evidentes percebidas na coleta de dados das duas obras analisadas são as seguintes:

Tabela 4.11: Comparativo geral entre obras

Descrição	Obra 1	Obra 2
Quantidade de dados coletados	85%	15%
Concisão dos dados	Maior	Menor
Aceptividade da equipe	Maior	Menor
Sistema operacional do equipamento portátil	iOS	Android
Coleta de dados sem a necessidade de conexão com a internet	Sim	Não

Fonte: Autor

O equipamento onde os dados eram coletados pela obra 1 apresenta melhor desempenho, já que armazena dados mesmo que não haja conexão com a internet, diferente do equipamento usado para coleta de dados da obra 2, que não armazena os dados se não houver conexão com a internet e apresenta mais erros que quando comparado ao sistema operacional do iOS.

Utilizando o sistema operacional Android, quando havia perda de sinal da internet o operador precisava anotar manualmente e, depois de conectado a internet, passar os itens para o sistema, seja pelo aplicativo ou pelo site do Office 365. Este fator desmotiva os envolvidos, já que o processo deixa de ser prático.

Ambas as equipes contavam com um auxiliar de engenharia e um engenheiro de obras, porém o engenheiro da obra 1 não era responsável apenas pela obra analisada. Ainda assim, os dados coletados nesta obra foram mais proveitosos.

Observa-se que a maior parte dos problemas de projeto registrados pelas obras estudadas são itens corrigidos apenas no ato de modelar dentro do sistema BIM, o qual identifica interferências entre projetos e facilita a visualização de erros de projeto. Além da compatibilização de projetos, o BIM proporciona inúmeros benefícios, como a melhor comunicação entre todos os envolvidos, a facilidade de extrair quantitativos do projeto, facilitando também a elaboração de orçamentos e planejamentos de prazo da obra, além de facilitar a coordenação de informações, já que gera um único banco de dados.

Como os registros são mostrados em tempo real em telas, disposta em ambientes diferentes, os problemas tornam-se compartilhados e, como o número de envolvidos participando da busca da solução corretiva e preventiva dos problemas é maior, o grau de assertividade aumenta e se as soluções se tornam mais eficazes.

Aos poucos as equipes aceitam melhor este processo de coleta de dados e depois de identificarem os resultados ficarão ainda mais motivadas. O processo de implantação é complicado, pois nem sempre estes não vêem o benefício que esta prática gera, por isso é importante que os dados sejam expostos, discutidos e que os resultados sejam amplamente divulgados, tornando-se um incentivo para que o banco de dados progrida. Com o entendimento do resultado do processo os dados tornam-se também mais consistentes, além de ampliar o volume, já que um problema da coleta é que problemas resolvidos instantaneamente não são registrados, já que não seria necessário buscar uma solução.

5. CONCLUSÃO

Os problemas de projeto mais recorrentes foram decorrentes das mudanças feitas pelo proprietário, com 46% do total de registros pertinentes a interferências de projeto. Deve-se atentar para a quantidade de retrabalho gerado, os quais interferem no planejamento, prazo e gestão da obra, além de elevar os custos. A recomendação trazida no relatório de anomalias foi criar um procedimento limitando as alterações de projeto depois do início da execução da obra. Para isso, a cultura das pessoas envolvidas deve ser mudada para possibilitar o bom andamento do procedimento.

Dentre os problemas de obra, os erros de execução foram as interferências identificadas com maior frequência, representando um montante de 32% das informações coletadas. Como foram englobadas as rotinas de obra no total e estas não representam interrupções de serviços, ao considerar apenas problemas efetivos, os erros de execução representariam 54% do total. Este alto índice se deu pela má interpretação de projetos, qualidade ruim dos serviços executados, gerando retrabalhos e pelo mau planejamento da sequência de atividades. Assim, observa-se a necessidade de treinar os funcionários, contratar profissionais qualificados e instruí-los quanto às instruções de trabalho e exigências na verificação dos serviços, além de realizar um fluxo claro e completo de atividades.

O segundo maior problema de obra observado foi a falta de materiais, representando 14% se consideradas as rotinas de obra no montante total e 24% considerando apenas interferências de obra, o qual dentre as fases da obra foi predominante na alvenaria. Neste caso o planejamento é a ação que resolveria quase que a totalidade dos problemas. Primeiramente, é importante incluir itens relevantes no orçamento, como por exemplo, telas de proteção para fachada, então devem ser considerados os prazos de entrega de materiais e efetuar seu agendamento com antecedência, contando sempre com estoques para imprevistos, além de planejar o transporte interno de materiais, evitando perdas de produtividade e aumento de custos.

Dado o exposto, percebe-se que a metodologia de coleta de dados, divulgação dos problemas, análise dos registros e de criação do relatório de anomalias foi atingida e as informações levantadas são de grande relevância, as quais têm um impacto potencial e, caso sejam prevenidas em outras obras trarão uma grande economia.

Portanto, criar um banco de dados com o histórico de acontecimentos é importante para a melhoria contínua do planejamento de obras, já que “tratando-se” as causas do problema é possível eliminá-lo ao invés de corrigi-lo. A tecnologia BIM foi mostrada como uma grande solução para cerca de 62% das interferências de projeto, sendo que quase a totalidade das demais foram alterações feitas pelo proprietário, porém mesmo com sua implantação é importante coletar e analisar dados reais de obra, já que sempre existirão problemas e estes devem ser analisados, e então as devidas ações corretivas e preventivas devem ser tomadas para que o problema não volte a acontecer.

6. REFERÊNCIAS

ADDOR, Miriam et al. **Colocando o "i" no BIM**. 2010. Disponível em: http://www.usjt.br/arq.urb/numero_04/arqurb4_06_miriam.pdf. Acesso em: 07/03/2014

CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. 8ª edição. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004. 266p.

CLEMENTE, José. **Sinergias BIM-Lean na redução dos tempos de interrupção de exploração em obras de manutenção de infraestruturas de elevada utilização – um caso de estudo**. Dissertação de mestrado. Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Monte da Caparica, 2012.

DISPENZA, Kristin. **The daily life of Building Information Modeling (BIM)**. Ohio, USA, 2010. Disponível em: <http://buildipedia.com/aec-pros/design-news/the-daily-life-of-building-information-modeling-bim>. Acesso em: 07/03/2014

DUARTE, Renato. **Procedimento operacional padrão: a importância de se padronizar tarefas nas BPLC**. Curso de BPLC, Rio Branco, 2005. Disponível em: <portal.anvisa.gov.br>. Acesso em: 24/06/2014

EASTMAN, Chuck et al. **Manual de BIM: Um Guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2008. 483 p

<http://www.buildingsmart.org/standards/ifc> Acesso em: 28/04/2014

<http://www.logismarket.ind.br/ip/isoflex-quadro-diagramado-ou-personalizado-gestao-a-vista-523522-FGR.jpg>. Acesso em: 02/07/2014

<https://portal.microsoftonline.com>. Acesso restrito. Acesso em: 03/06/2014.

<http://www.stratec.com.br/noticias/gestao-a-vista-aliada-a-comunicacao>. Acesso em: 09/07/2014.

<http://www.trt13.jus.br/age/news/age-disponibiliza-o-programa-gestao-a-vista>. Acesso em: 11/07/2014

KEANEY, Pat. **BIM 360: Collaboration, Data Management, and BIM**, 2011. Disponível em: <http://buildipedia.com/aec-pros/design-news/bim-360-collaboration-data-management-and-bim>. Acesso em: 07/03/2014

LIMA, Emanuel. **Gestão à Vista**. 2008. Disponível em: http://www.ogerente.com.br/novo/colunas_ler.php?canal=10&canallocal=31&canalsub2=101&id=1262. Acesso em: 09/07/2014.

LIMMER, Carl. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro: LTC – Livros técnicos e Científicos Editora S.A. 1997. 225p

MANUAL INFOOBRA: Sistema de gestão da informação para obras. Campestrini Gestão de Projetos, 2014.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Pini, 2010. 420p

MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. **Introdução à Administração**. São Paulo: Atlas, 2004. 429p

PACKER, César; SUSKI, Cássio. **Gestão à vista na produção como ferramenta de trabalho**. Artigo científico.

PARREIRA, João. **Implementação BIM nos processos organizacionais em empresas de construção – um caso de estudo**. Dissertação de mestrado. Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Monte da Caparica, 2013.

PESSARELLO, Regiane. **Implementação de sistema integrado para gestão de contratos de obras de edificações em empresas de construção civil.** Dissertação de mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

PMBOK, 2000. Tradução livre V 1.0, disponibilizada através da internet pelo PMI MG em janeiro de 2002. Disponível em: www.pmimg.org.br

SCHEER, Sérgio. Apresentação **BIM: Modelagem da informação da construção – panorama de potencialidades e desafios.** XIII Encontro Nacional de Empresas Projetistas e Consultores. 2013.