



Artigo submetido ao Curso de Engenharia Civil da UNESC -
como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheira Civil



ESTUDO DE CASO DA LINHA CRÍTICA DE UM EDIFÍCIO COMERCIAL

Franciane Machado de Vargas (1), Patrícia Montagna Allem (2);

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense

(1)francianem.v@hotmail.com, (2) patricia.allem@hotmail.com

RESUMO

Para que uma obra seja finalizada dentro dos prazos e com todos os objetivos iniciais alcançados, é necessário que haja um planejamento eficaz com cronogramas bem definidos e estudados. Cada obra possui características e sequência de atividades distintas, o que difere no planejamento. Para a realização deste trabalho foi elaborado o planejamento para um edifício comercial, a ser utilizado como instituição de ensino, incluindo a elaboração de um cronograma de execução de obra. Neste cronograma, a linha crítica a ser estudada foi destacada, já que a mesma é composta por atividades críticas, as quais não podem sofrer atraso, pois afetam diretamente o prazo geral da obra. Cada atividade da linha crítica possui fatores de riscos recorrentes que poderão causar prejuízos à obra. Com a identificação dos fatores foi analisada a influência desse item dentro de toda a linha crítica, e também por etapas da obra, prevendo entre todos os fatores, a possibilidade de cada um aparecer.

Palavras-Chaves: Obra, Cronograma, Linha Crítica, Planejamento.

1 INTRODUÇÃO

O planejamento é parte fundamental do processo de execução do início ao final de uma obra, visando eficiência e qualidade nos processos, buscando o mínimo possível de desperdícios de material, mão de obra e tempo.

Para se ter um planejamento eficaz é necessário o estudo aprofundado de todas as atividades que compõem a obra, pois somente assim é possível identificar as características específicas de cada uma, para que então seja possível criar um cronograma de execução adequado.

Segundo Mattos (2010, p. 75), “uma vez identificadas às atividades do planejamento, que são tarefas que integrarão o cronograma do projeto, o planejador deve partir para determinar a duração de cada uma delas”. A esse processo de identificação da duração de cada tarefa chamamos de planejamento do cronograma

de execução, ele mostra as atividades críticas que devem ser priorizadas na execução, pois elas delimitam o início e o ponto final da obra.

Existem vários fatores de risco que influenciam no cronograma de execução e que podem causar falhas no planejamento, esses fatores serão analisados e estudados neste trabalho.

Segundo Navarro (2008, p. 6):

Fatores de risco são aqueles que representam incertezas e a possibilidade de causar impacto negativo nos objetivos do projeto, relacionados a escopo, qualidade, custo e prazo. Condições de risco são as circunstâncias que podem se desenvolver durante o gerenciamento de um projeto, proporcionando a ocorrência do risco.

O prazo da obra poderá sofrer modificações devido a fatores externos, causando atrasos não computados no cronograma geral. Interferências como, por exemplo, alterações climáticas atípicas, e impactos devido a crises externas ou e mão-de-obra são alguns destes pontos que poderão causar prejuízos caso afetem as atividades críticas, ou seja, as atividades onde não conseguimos recuperar o tempo perdido. (LIMMER, 1997, p.72).

Segundo Cabrita (2008, p. 21):

Os atrasos num empreendimento são vistos como acontecimentos que trazem repercussões negativas para o desempenho e desenvolvimento da obra, não só a nível do cumprimento de prazos para a conclusão de atividades, como também para as despesas acrescidas resultantes de multas ou esforços adicionais para finalização dentro das datas de contrato.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

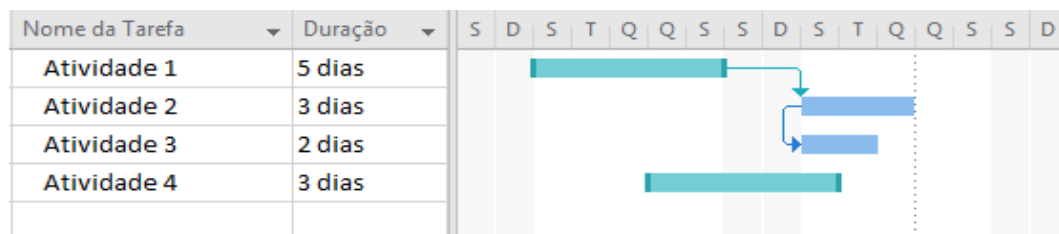
Como ponto de partida deste trabalho, foram realizadas pesquisas bibliográficas a fim de obter um embasamento teórico, buscando informações relevantes sobre modelos de planejamento e cronograma execução de obra.

Primeiramente, selecionou-se uma obra modelo, um edifício comercial a ser ocupação por uma universidade. Após essa etapa, para a construção do cronograma é necessário elencar todas as atividades do início ao final desta obra e

planeja-las no cronograma de execução, de acordo com o tempo previsto para cada uma.

O cronograma de execução é planejado com uma sequencia de atividades, que podem estar relacionadas ou não, umas com as outras, pois muitas necessitam que sua antecessora seja finalizada para que esta possa ser iniciada ou que precisam ser executadas simultaneamente, ou ainda poderá ser totalmente independente das demais como mostra em forma de Gráfico de Gantt a Figura 1 (COUTO, 2006, p. 80). A Figura 1 mostra uma relação de tarefas com suas devidas durações e ao lado o gráfico de Gantt ilustra em barras a duração de cada tarefa, e com setas a relação de execução de uma com as outras.

Figura 1 - Sequencia de Atividades do planejamento (Open Project)



Fonte: Autor, 2017.

Este trabalho utilizou a ferramenta Open Project para realizar o cronograma de execução, esta ferramenta é muito empregada no planejamento de obra já que ela possibilita uma melhor visualização das tarefas e mostra a ligação que ela possui com as demais atividades através do Gráfico de Gantt (Figura 1).

Após a montagem do planejamento, foi possível definir a sequencia de atividades críticas, ou seja, atividades que se sofrerem algum atraso, a obra como um todo sofrerá também.

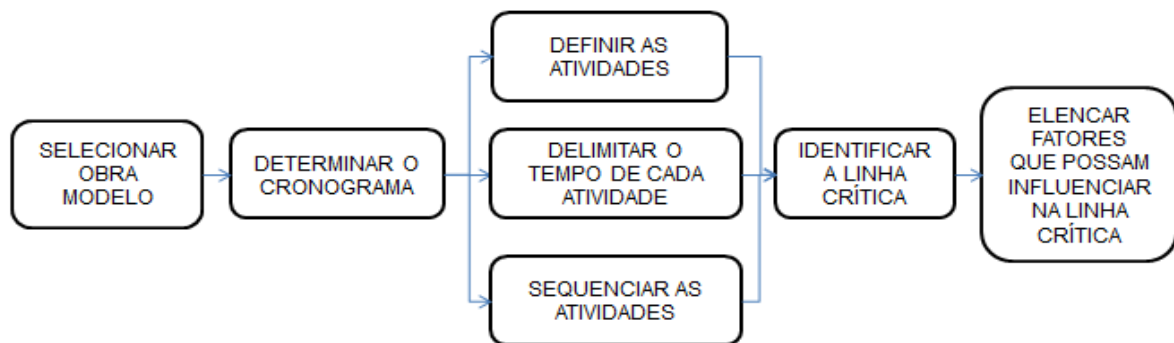
O atraso na finalização da obra pode acarretar muitos prejuízos, seja na parte financeira ou mesmo na qualidade das próximas etapas, pois a maioria das obras possuem datas já definidas para a conclusão. Se não houver um estudo prévio dos fatores que poderão influenciar na duração de cada atividade desta obra, poderá ocorrer em qualquer momento um imprevisto que modificará o cronograma e acarretará o atraso.

Este trabalho tem como objetivo analisar os principais fatores de cada etapa do cronograma que poderão causar problemas na execução, levando a um possível atraso. Estes fatores serão definidos e analisados, assim, foi criada uma lista de problemas recorrentes mais comuns em cada etapa da obra. Desta forma, será possível prever os riscos e minimizá-los.

Segundo Navarro (2008, p. 8), “a identificação de condições de risco, através da detecção de alertas antecipados, permite que o risco seja avaliado e que respostas sejam elaboradas com antecedência”, não causando prejuízos a obra.

Abaixo o fluxograma mostra uma síntese dos passos que serão realizados para chegar até a análise dos fatores que podem causar atraso na linha crítica.

Figura 2 - Fluxograma de Atividades do Trabalho



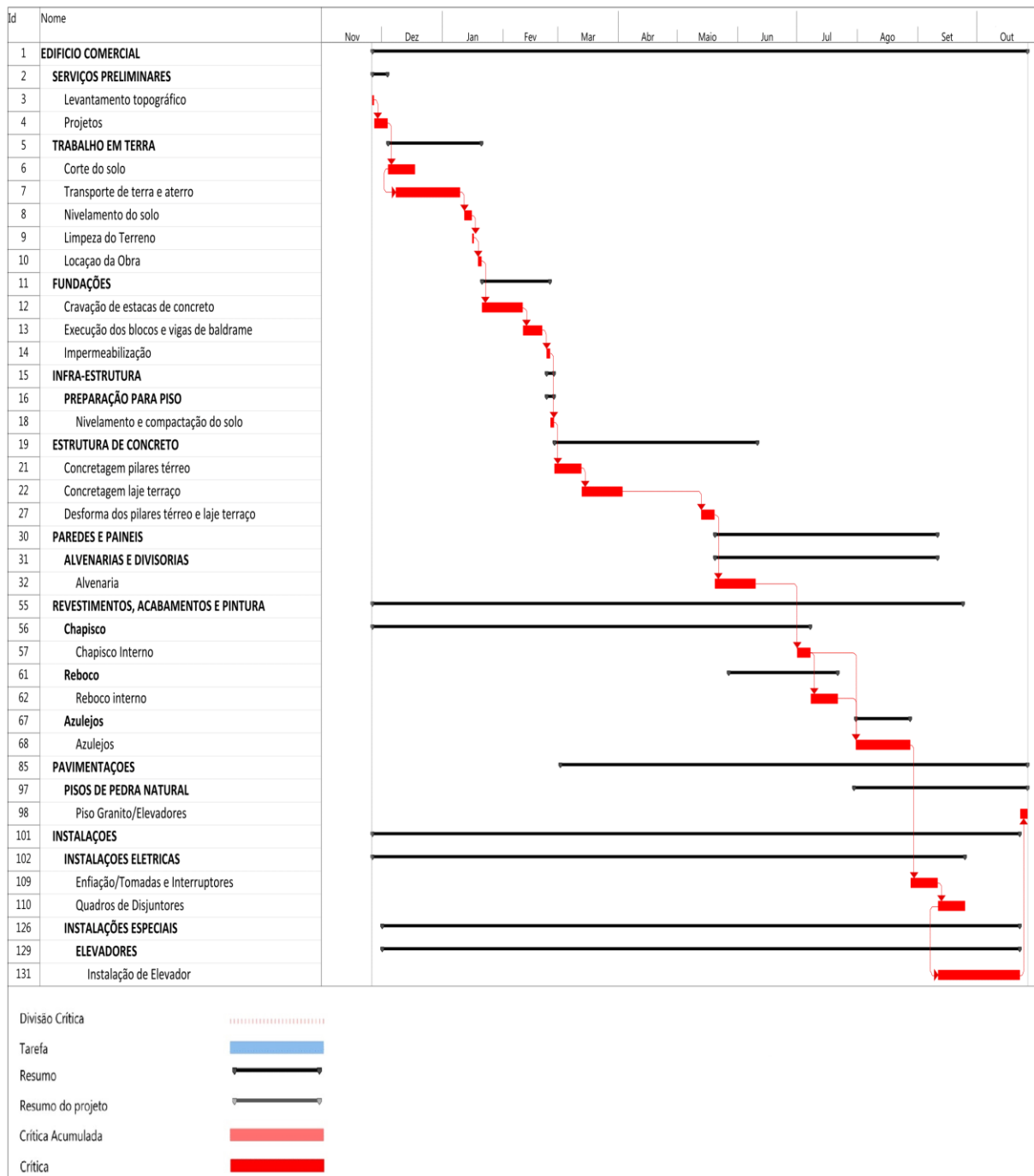
Fonte: Autor (2017)

3 ESTUDO DE CASO

A obra utilizada como modelo para o estudo de caso foi um edifício comercial localizado na cidade de Criciúma. A partir do projeto arquitetônico, hidrossanitário e elétrico da edificação foi elaborado o cronograma de execução desta obra, para que então fosse possível a identificação da linha crítica, o que é objetivo de estudo deste trabalho.

A Figura 3 está mostrando a linha crítica do cronograma de execução, com suas devidas durações.

Figura 3 - Cronograma de Execução (Open Project)



Fonte: Autor, 2017.

3.1 IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES DE ATRASO DAS ATIVIDADES CRÍTICAS

A Figura 3 mostra as atividades críticas, que juntas formam a linha crítica, a qual esta identificada em vermelho. Será estudada cada uma das atividades e os fatores

que poderão levar ao atraso, pois se deve sempre levar em consideração a chance de ocorre-los. O Quadro 1 relaciona as atividades críticas dentro dos seus devidos grupos, e lista os seus principais fatores de risco (COUTO, 2006, p. 58).

Os fatores de risco presentes dentro de todas as atividades críticas não foram relacionados no quadro, como por exemplo, falta de assiduidade da mão de obra.

Quadro 1 Fatores de Risco

GRUPOS	ATIVIDADES CRÍTICAS	FATORES DE RISCO
Serviços Preliminares	Levantamento Topográfico	Influência Climática/Chuva;
		Falha ou atraso dos equipamentos;
		Mão de obra não qualificada;
	Projetos	Falta de Dados/Informações;
		Má comunicação entre cronograma e projeto;
		Solicitação de mudança no projeto;
		Tempo insuficiente;
		Mão de obra não qualificada;
		Conflitos entre os projetos (incompatibilidade);
		Erro ou atraso na entrega do Projeto;
Trabalho em Terra	Corte do Solo	Influência Climática/Chuva;
		Atraso na obtenção de requerimentos para o início da obra;
		Burocracia para liberação de licenças;
		Condições imprevistas do solo;
		Falha ou atraso dos equipamentos;
		Erro ou atraso na entrega do Projeto;
		Solicitação de mudança no projeto;
		Problemas com Vizinhança;
	Transporte de Terra e Aterro	Falha ou atraso dos equipamentos;
	Nivelamento do Solo	Influência Climática/Chuva;
		Falha ou atraso dos equipamentos;
		Problemas com Vizinhança;
		Condições imprevistas do solo
	Limpeza do Terreno	Influência Climática/Chuva;
		Falha ou atraso dos equipamentos;

GRUPOS	ATIVIDADES CRÍTICAS	FATORES DE RISCO
Trabalho em Terra	Locação da Obra	Influência Climática/Chuva;
		Erro ou atraso na entrega do Projeto;
		Mão de obra não qualificada;
		Atraso na entrega do Material;
		Solicitação de mudança no projeto;
INFRAESTRUTURA		
Fundações	Cravação de Estacas de Concreto	Influência Climática/Chuva;
		Atraso na entrega do Material;
		Mão de obra não qualificada;
		Falha ou atraso dos equipamentos;
		Solicitação de mudança no projeto;
		Erro ou atraso na entrega do Projeto;
		Condições imprevistas do solo
		Problemas com Vizinhança;
	Execução dos Blocos e Vigas de Baldrame	Influência Climática/Chuva;
		Erro ou atraso na entrega do Projeto;
		Mão de obra não qualificada;
		Atraso na entrega do Material;
		Solicitação de mudança no projeto;
	Impermeabilização	Condições imprevistas do solo
		Influência Climática/Chuva;
Preparação para Piso	Nivelamento e compactação do solo	Atraso na entrega do Material;
		Produto Danificado;
		Influência Climática/Chuva;
		Solicitação de mudança no projeto;
SUPRAESTRUTURA		
Estrutura de Concreto	Concretagem Pilares Térreo	Falha ou atraso dos equipamentos;
		Solicitação de mudança;
		Erro ou atraso na entrega do Projeto;
		Mão de obra não qualificada;
		Influência Climática/Chuva;
		Atraso na entrega do Material;

GRUPOS	ATIVIDADES CRÍTICAS	FATORES DE RISCO
Estrutura de Concreto	Concretagem Laje Terraço	Influência Climática/Chuva;
		Atraso na entrega do Material;
		Falha ou atraso dos equipamentos;
		Solicitação de mudança;
		Erro ou atraso na entrega do Projeto;
		Mão de obra não qualificada;
	Desforma dos Pilares Térreo e Laje Terraço	Influência Climática/Chuva;
		Atraso na entrega do Material;
		Falha ou atraso dos equipamentos;
		Solicitação de mudança;
		Erro ou atraso na entrega do Projeto;
		Mão de obra não qualificada;
Paredes e Painéis	Alvenaria	Atraso na entrega do Material;
		Mão de obra não qualificada;
REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURAS		
Chapisco	Chapisco Interno	Atraso na entrega do Material;
		Mão de obra não qualificada;
		Falha ou atraso dos equipamentos;
Reboco	Reboco Interno	Atraso na entrega do Material;
		Mão de obra não qualificada;
		Falha ou atraso dos equipamentos;
Azulejos	Azulejos	Erro ou atraso na entrega do Projeto;
		Atraso na escolha do material;
		Atraso na entrega do Material;
		Mão de obra não qualificada;
		Falha ou atraso dos equipamentos;
		Produto Danificado;
PAVIMENTAÇÕES		
Pisos de Pedra Natural	Piso Granito/ Elevadores	Erro ou atraso na entrega do Projeto;
		Atraso na escolha do material;
		Atraso na entrega do Material;
		Mão de obra não qualificada;
		Falha ou atraso dos equipamentos;
		Produto Danificado;

GRUPOS	ATIVIDADES CRÍTICAS	FATORES DE RISCO
INSTALAÇÕES		
Instalações Elétricas	Enfição/Tomadas Interruptores	Atraso na entrega do Material;
		Erro ou atraso na entrega do Projeto;
		Mão de obra não qualificada;
		Produto Danificado;
	Quadros de Disjuntores	Atraso na entrega do Material;
		Erro ou atraso na entrega do Projeto;
		Mão de obra não qualificada;
		Produto Danificado;
		Atraso na entrega do Material;
		Mão de obra não qualificada;
		Erro ou atraso na entrega do Projeto;
		Falha ou atraso dos equipamentos;
		Produto Danificado;

Fonte: Autor, 2017.

O quadro 1 apresenta os fatores de cada atividade da linha crítica de uma obra que afetam diretamente o prazo geral. Estes fatores devem ser analisados antes do início da obra para que os riscos de atraso nestas etapas sejam minimizados. Analisada a obra como um todo, este trabalho segue analisando cada etapa, de forma a grifar os pontos que o planejador deverá demandar mais atenção no momento de concepção do cronograma detalhado.

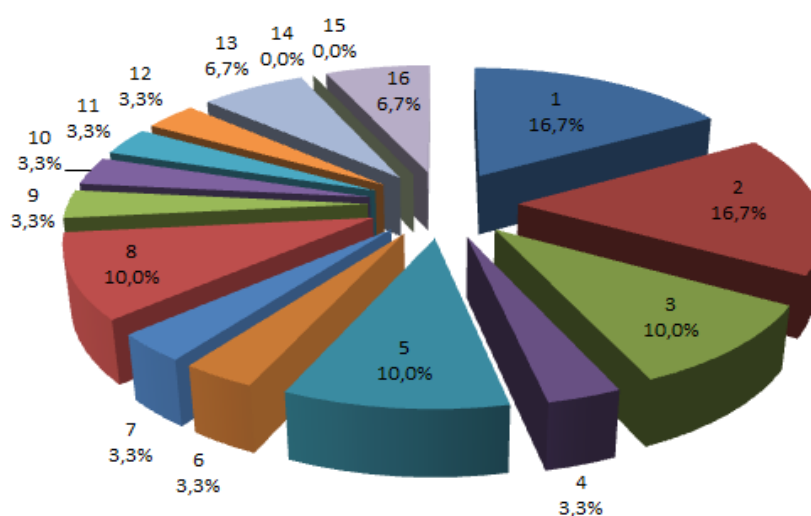
3.2 FREQUÊNCIA DOS FATORES DE RISCO

As etapas de uma obra possuem características distintas, por isso é indispensável estudá-las para que sejam realizadas com qualidade. Enquanto uma necessita apenas de material e mão de obra, outras precisam de equipamentos especiais para que sejam executadas. Para uma análise mais detalhada, serão apresentados os fatores críticos mais frequentes dentro de cada etapa da obra.

3.2.1 Serviços Preliminares

Nesta primeira etapa da obra, é possível observar no Gráfico 1 e Tabela 1 que há fatores de risco mais frequentes, como a “Influência Climática” e “Falhas ou Atraso em Equipamentos”. Estes fatores necessitam de maior atenção para que não prejudiquem a obra.

Gráfico 1 - Frequência dos Fatores de Risco



Fonte: Autor, 2017.

Tabela 1 - Principais Fatores de Risco

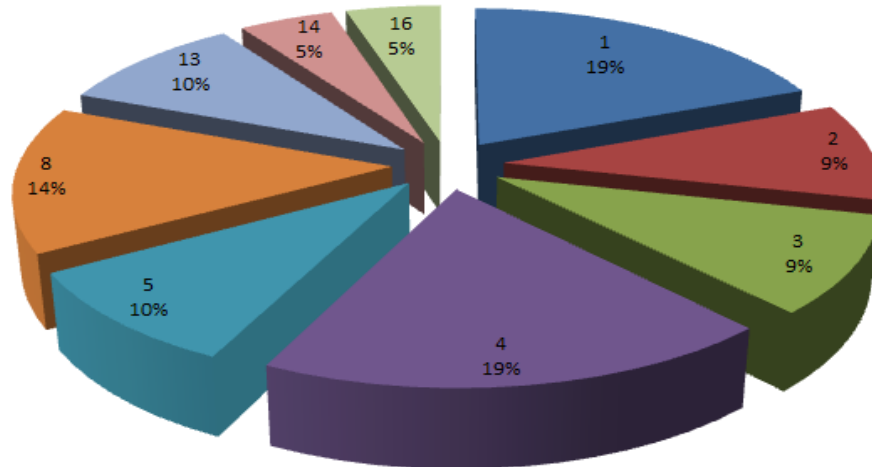
Fatores de Risco		
1	Influência Climática/Chuva	16,7 %
2	Falha ou atraso dos equipamentos	16,7 %
3	Mão de obra não qualificada	10,0 %
5	Erro ou atraso na entrega do Projeto	10,0 %
8	Solicitação de mudança no projeto	10,0 %

Fonte: Autor, 2017.

3.2.2 Infraestrutura

Na etapa Infraestrutura, é possível observar no Gráfico 2 e Tabela 2 que há fatores de risco mais recorrentes. São eles, “Influência Climática” e “Atraso na Entrega do Material”. Estes fatores devem ser previstos com antecedência.

Gráfico 2 - Frequência dos Fatores de Risco



Fonte: Autor, 2017.

Tabela 2 - Principais Fatores de Risco

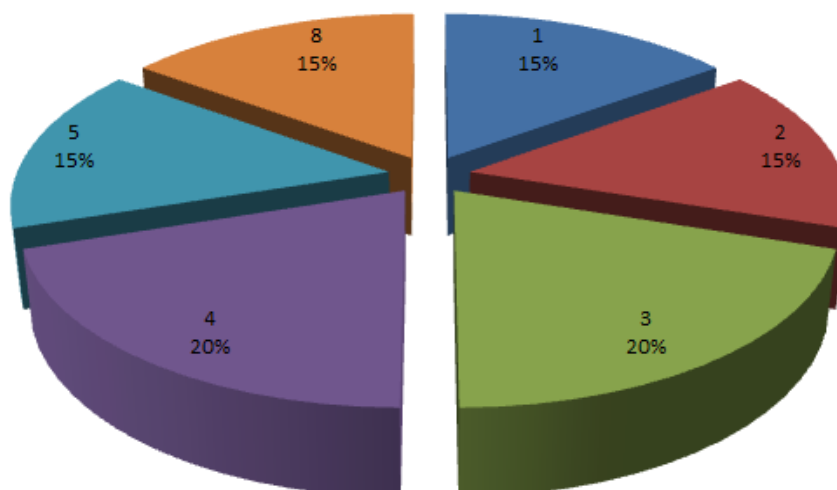
Fatores de Risco		
1	Influência Climática/Chuva	19,0 %
4	Atraso na entrega do Material	19,0 %
5	Erro ou atraso na entrega do Projeto	10,0 %
8	Solicitação de mudança no projeto	14,0 %
13	Condições imprevistas do solo	10,0 %

Fonte: Autor, 2017.

3.2.3 Supraestrutura

No Gráfico 3 e Tabela 3, desta etapa, verifica-se que há fatores de risco que aparecem com maior periodicidade. São eles, “Mão de Obra não qualificada” e “Atraso na Entrega do Material”.

Gráfico 3 - Frequência dos Fatores de Risco



Fonte: Autor, 2017.

Tabela 3 - Principais Fatores de Risco

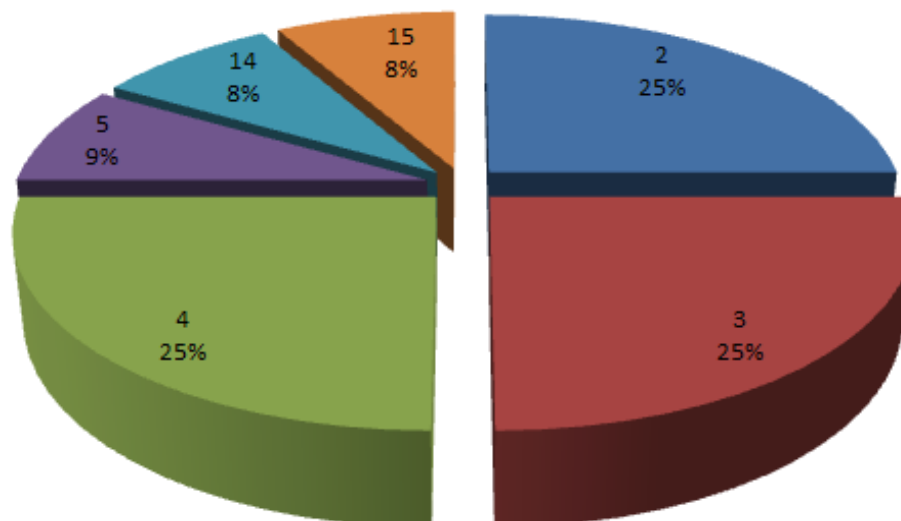
Fatores de Risco		
1	Influência Climática/Chuva	15,0 %
2	Falha ou atraso dos equipamentos	15,0 %
3	Mão de obra não qualificada	20,0 %
4	Atraso na entrega do Material	20,0 %
5	Erro ou atraso na entrega do Projeto	15,0 %
8	Solicitação de mudança no projeto	15,0 %

Fonte: Autor, 2017.

3.2.4 Revestimentos, Acabamentos e Pinturas

Analisa-se no Gráfico 4 e Tabela 4 que há fatores de risco que aparecem com maior frequência. São eles, “Falha ou Atraso dos Equipamentos”, “Mão de Obra não Qualificada” e “Atraso na Entrega do Material”.

Gráfico 4 - Frequência dos Fatores de Risco



Fonte: Autor, 2017.

Tabela 4 Principais Fatores de Risco

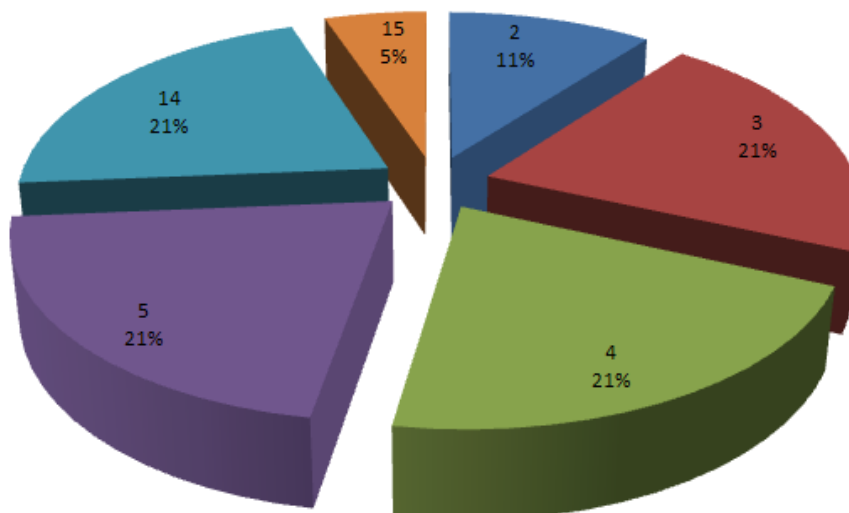
Fatores de Risco		
2	Falha ou atraso dos equipamentos	25,0 %
3	Mão de obra não qualificada	25,0 %
4	Atraso na entrega do Material	25,0 %
5	Erro ou atraso na entrega do Projeto	9,0 %
14	Produto Danificado	8,0 %
15	Atraso na escolha do material	8,0 %

Fonte: Autor, 2017.

3.2.5 Pavimentação e Instalações

É possível observar no Gráfico 5 e Tabela 5 que há fatores de risco mais recorrentes. São eles, “Mão de Obra não Qualificada” e “Atraso na Entrega do Material”, “Erro ou Atraso na Entrega do Projeto” e “Produto Danificado”.

Gráfico 5- Frequência dos Fatores de Risco



Fonte: Autor, 2017.

Tabela 5 Principais Fatores de Risco

Fatores de Risco		
2	Falha ou atraso dos equipamentos	11,0 %
3	Mão de obra não qualificada	21,0 %
4	Atraso na entrega do Material	21,0 %
5	Erro ou atraso na entrega do Projeto	21,0 %
14	Produto Danificado	21,0 %
15	Atraso na escolha do material	5,0 %

Fonte: Autor, 2017.

3.3 OCORRÊNCIA DOS FATORES DE RISCO NA LINHA CRÍTICA

Os fatores de risco mais frequentes de cada etapa de uma obra foram descritos separadamente. Na Tabela 6 e no Gráfico 6 é apresentado os fatores de risco que mais ocorrem dentro da linha crítica.

Tabela 6 - Fatores de Risco

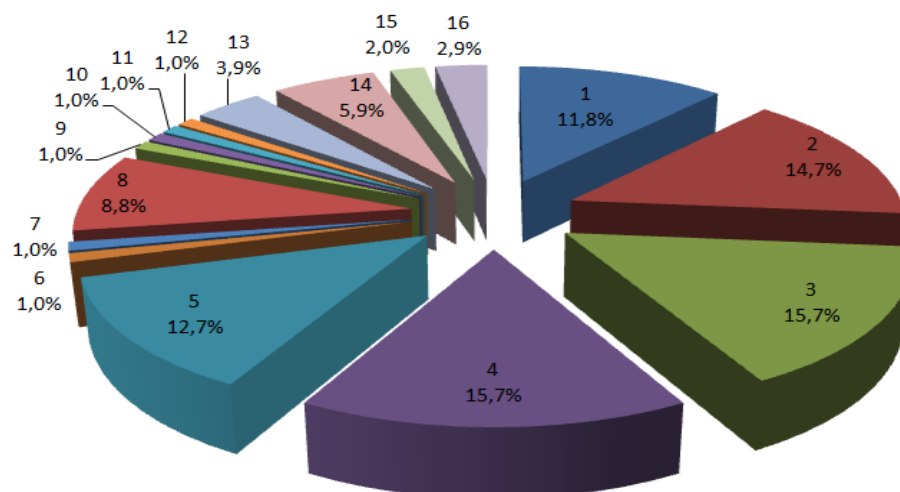
Fatores de Risco		
1	Influência Climática/Chuva	11,8 %
2	Falha ou atraso dos equipamentos	14,7 %
3	Mão de obra não qualificada	15,7 %
4	Atraso na entrega do Material	15,7 %
5	Erro ou atraso na entrega do Projeto	12,7 %
6	Falta de Dados/Informações	1,0 %

7	Má comunicação entre cronograma e projeto	1,0 %
8	Solicitação de mudança no projeto	8,8 %
9	Tempo insuficiente	1,0 %
10	Conflitos entre os projetos (incompatibilidade)	1,0 %
11	Atraso na obtenção de requerimentos para o início da obra	1,0 %
12	Burocracia para liberação de licenças	1,0 %
13	Condições imprevistas do solo	3,9 %
14	Produto Danificado	5,9 %
15	Atraso na escolha do material	2,0 %
16	Problemas com Vizinhança	2,9 %

Fonte: Autor, 2017.

Para facilitar a análise dos dados mostrados na Tabela 6, através de um gráfico de pizza serão mostradas as devidas frequências de cada fator de risco dentro da linha crítica.

Gráfico 6 - Frequência dos Fatores de Risco dentro da Linha Crítica



Fonte: Autor, 2017.

4 CONCLUSÃO

Com a análise dos dados obtidos em tabelas e gráficos apresentados no decorrer deste trabalho, conclui-se que existem fatores de risco que são mais frequentes em determinadas etapas da obra, sendo eles:

- Nos serviços preliminares: “Influência Climática/Chuva” e “Falha ou Atraso dos Equipamentos”. Esses fatores são característicos de atividades ao ar livre, já que não há nenhuma estrutura existente, e necessitar de muitos equipamentos para a realização de trabalhos com o solo e locação da obra.
- Na Infraestrutura: “Influência Climática/Chuva” e “Atraso na Entrega do Material”. Isso é devido às atividades serem ao ar livre e essa etapa possuir tarefas como fundação, que necessitam de bastante material para a sua execução.
- Na Supraestrutura: “Mão de obra não qualificada” e “Atraso na Entrega do Material”. Nessa fase da execução da obra necessita-se de mão de obra experiente, pois se deve ter cuidado na execução das formas e estruturas de concreto, como também é necessário grandes quantidades de material.
- Nos Revestimentos, acabamentos e Pintura: “Falha ou Atraso dos Equipamentos” “Mão de obra não qualificada” e “Atraso na Entrega do Material”. Nessa etapa há a necessidade de acabamentos de qualidade, como reboco e pintura, então precisa-se de equipamentos e mão de obra qualificada.
- Na Pavimentação e Instalações: “Mão de obra não qualificada”, “Atraso na entrega do Material”, “Erro ou atraso na entrega do Projeto” e “Produto Danificado”. Isso devido ser uma etapa que precisa de profissionais com qualificação, já que são Pisos de Pedra Natural e também instalações elétricas, que precisam seguir o projeto específico e ter bastante experiência profissional.

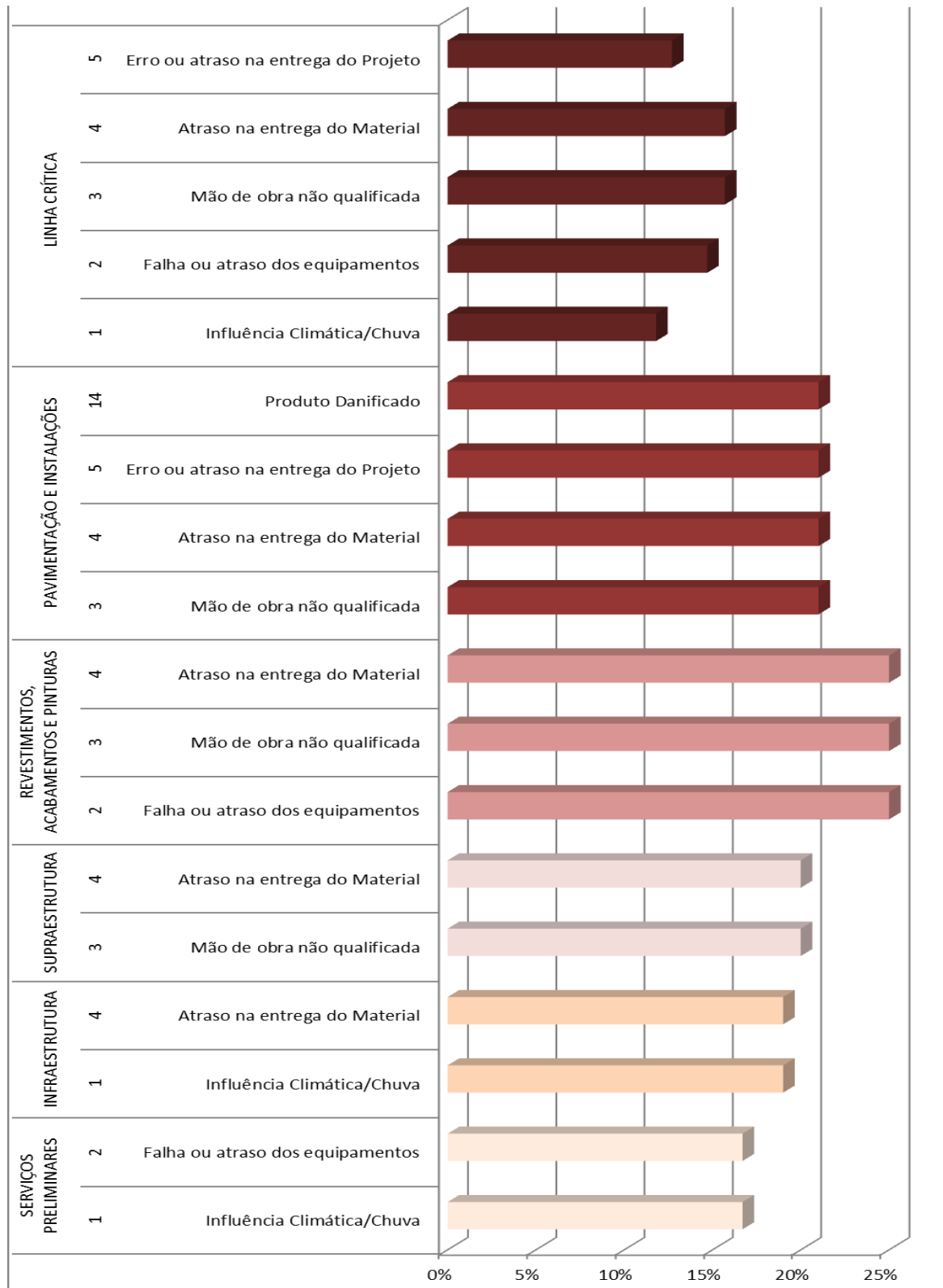
Os fatores de risco mais frequentes da linha crítica são diferentes dos fatores de cada etapa, já que cada grupo possui suas características. Os fatores “Falha ou Atraso dos Equipamentos”, “Mão de obra não qualificada” e “Atraso na Entrega do Material” são os que predominam na linha crítica desta obra. Possíveis soluções para esses fatores seriam:

- Falha ou Atraso dos Equipamentos: Elaboração de cronogramas de utilização/locação dos equipamentos, manutenções periódicas e equipamentos em reserva.

- Mão de obra não qualificada: Cursos de qualificação ofertados pela empresa no momento da contratação, como o curso NR 10 de Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade e NBR 5410 de Instalações elétricas de Baixa Tensão, são exemplos que propiciam um aperfeiçoamento e maior motivação aos funcionários, isso trará há longo prazo muitos benefícios para a empresa.
- Atraso na Entrega do Material: Ter um cronograma de obra bem formulado e atualizado, assim não necessitará de grandes estoques de material e eles só estarão na obra quando necessário. Como também uma boa comunicação entre setores, como compras e engenharia, pois facilita a comunicação dos profissionais.

Com análise geral, estes itens podem ser identificados antes do início de uma obra, definindo-se as ações a serem tomadas a fim de reduzir ou anular os riscos.

Figura 4 Resumo das Principais Atividades Críticas por Etapa da Obra



Fonte: Autor, 2017.

5 REFERÊNCIAS

CABRITA, André Filipe Nunes. **Atrasos na construção: causas, efeitos e medidas de mitigação**. 2008. 177 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Instituto Superior Técnico - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal.

COUTO, João Pedro Pereira Maia. **Incumprimento dos prazos na construção**. 2006. 112 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil - Processos de Construção) - Universidade do Minho, Portugal.

LIMMER, Carl Vicente. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro, 1996. 225 p.

MATTOS, Aldo, Dórea, **Planejamento e controle de obra**. São Paulo: Pini, 2010. 426 p.

NAVARRO, Silvana Sugano. **Planejamento de empreendimentos imobiliários: gestão de risco orientada á gestão de prazo com ênfase na identificação de alertas antecipados**. São Paulo: EPUSP. 2008. 24 f. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP - Departamento de Engenharia de Construção Civil.