



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**APLICAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RISCOS EM  
UMA OBRA RESIDENCIAL DE PEQUENO PORTE**

**LAIS MONTES LIMA**

**UBERLÂNDIA**

**2018**

LAIS MONTES LIMA

**APLICAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RISCOS EM  
UMA OBRA RESIDENCIAL DE PEQUENO PORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Faculdade de Engenharia Civil da Universidade  
Federal de Uberlândia como exigência parcial para  
obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Dogmar Antônio de Souza Junior

Uberlândia 2018

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela vida e por não me deixar desistir, apesar dos obstáculos que apareceram pelo caminho. Agradeço a minha mãe, por ter sido minha principal inspiração, agradeço por ter sido meu ponto de apoio e pelo amor incondicional. Agradeço meu pai e meus irmãos por estarem sempre ao meu lado e por todo amor que me dedicaram sempre. Sou grata ao meu noivo por todo incentivo, carinho e compreensão durante todo o tempo. Sou grata também a todos meus amigos que estiveram comigo nessa trajetória.

Sou grata a Universidade Federal de Uberlândia pelas oportunidades. Agradeço meu orientador, professor Dogmar Antônio de Souza Junior, por todos os ensinamentos transmitidos durante a realização deste trabalho, por sua disponibilidade e atenção de sempre. Agradeço imensamente todos os professores que contribuíram de alguma forma para minha formação acadêmica e pessoal.

Por fim, quero deixar um agradecimento a todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para realização deste trabalho.

## RESUMO

A execução de um projeto, se torna mais fácil e com maiores probabilidades de sucesso quando é planejado e gerenciado. O planejamento definirá precisamente o propósito, o custo e o prazo do projeto, estabelecendo metas e possibilitando execução concisa e assertiva onde se mantém controle sobre o projeto, enquanto o gerenciamento irá garantir que o planejamento seja executado. Todavia, nenhuma organização está livre da ocorrência de fatores internos e externos, que podem influenciar positiva ou negativamente o sucesso do projeto, tais influências podem ser definidas como riscos. Embora a ocorrência dos fatores de risco seja comum, é a percepção da sua importância que faz com que, alguma medida de precaução ou correção, seja tomada. A área do gerenciamento que trata dos riscos é chamada de gerenciamento de riscos, o qual inclui os processos de planejamento, identificação e análise de riscos, planejamento e implementação de resposta e monitoramento de risco em um projeto. O presente trabalho tem como objetivo apresentar o gerenciamento de riscos a partir de um estudo de caso, para demonstrar sua importância no âmbito da construção civil. O trabalho propõe algumas possibilidades de aplicação do gerenciamento de riscos, baseado em métodos reconhecidos como a matriz probabilística e o método PERT.

Palavras-chaves: Gerenciamento de projetos; Gerenciamento de riscos; Gestão da construção; Matriz probabilística; PERT.

## **ABSTRACT**

The execution of a project, becomes easier and has greater possibilities of success when it is planned and managed. The planning will define more precisely the purpose, cost and deadline of the project, setting goals and enabling a more concise and assertive execution where it maintains control over the project, while management will ensure that planning is Run. However, no organization is free from the occurrence of internal and external factors, which can positively or negatively influence the success of the project, such influences can be defined as risks. Although the occurrence of risk factors is common, it is the perception of its importance that causes some precautionary or corrective measures to be taken. The management area that deals with risks is called risk management, which includes the planning, risk identification and analysis processes, planning and implementation of response, and risks monitoring in a project. The present work aims to present the risk management and from a case study demonstrating its importance in the field of civil construction. The work proposes some possibilities of application of risk management, based on methods recognized as for example the probabilistic matrix and the PERT method.

**Keywords:** Project management; Risk management; Construction management; Probabilistic matrix; Pert.

## Sumário

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | INTRODUÇÃO.....  | 8  |
| 1.1.   | Objetivos .....  | 9  |
| 1.2.   | Estrutura do trabalho .....  | 9  |
| 2.     | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....   | 11 |
| 2.1.   | GERENCIAMENTO DE PROJETOS .....                                    | 11 |
| 2.2.   | Gerenciamento de riscos .....                                      | 16 |
| 2.3.   | Processos para o gerenciamento de riscos segundo o PMI (2017)..... | 19 |
| 2.3.1. | Planejamento dos riscos .....                                      | 20 |
| 2.3.2. | Identificação dos riscos .....                                     | 21 |
| 2.3.3. | Análise qualitativa dos riscos .....                               | 22 |
| 2.3.4. | Análise quantitativa dos riscos .....                              | 22 |
| 2.3.5. | Planejar as Respostas aos Riscos .....                             | 23 |
| 2.3.6. | Implementar respostas aos riscos .....                             | 23 |
| 2.3.7. | Monitorar os riscos.....   | 24 |
| 2.4.   | Gerenciamento de riscos na construção civil .....                  | 25 |
| 2.5.   | Modelo PERT e PERT/Risco .....                                     | 27 |
| 3.     | METODOLOGIA .....  | 29 |
| 3.1.   | Identificação e análise qualitativa dos riscos .....               | 29 |
| 3.2.   | Análise da probabilidade de riscos no cronograma do projeto .....  | 32 |
| 4.     | RESULTADOS .....   | 39 |
| 5.     | CONSIDERAÇÕES FINAIS .....   | 47 |
|        | REFERÊNCIAS .....  | 49 |
|        | ANEXO A .....  | 51 |
|        | ANEXO B .....  | 55 |
|        | ANEXO C .....  | 57 |
|        | ANEXO D .....  | 58 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1:</b> Interação entre processos .....                  | 13 |
| <b>Figura 2:</b> Processos do gerenciamento de riscos .....       | 20 |
| <b>Figura 3:</b> Curva de distribuição normal .....               | 28 |
| <b>Figura 4:</b> Estrutura analítica de riscos .....              | 30 |
| <b>Figura 5:</b> Estrutura Analítica de Projetos .....            | 34 |
| <b>Figura 6:</b> Área da curva de distribuição normal .....       | 38 |
| <b>Figura 7:</b> Curva de distribuição normal para o projeto..... | 44 |
| <b>Figura 8:</b> Variação do risco em relação ao tempo .....      | 46 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabela 1:</b> Grupo de processos <i>versus</i> áreas de conhecimento .....      | 15 |
| <b>Tabela 2:</b> Parâmetros para matriz de probabilidade e impacto.....            | 31 |
| <b>Tabela 3:</b> Matriz de probabilidade e impacto .....                           | 31 |
| <b>Tabela 4:</b> Atividades propostas para o cronograma .....                      | 35 |
| <b>Tabela 5:</b> Resultado da identificação e análise de riscos.....               | 40 |
| <b>Tabela 5:</b> Resultado da identificação e análise de riscos (continuação)..... | 41 |
| <b>Tabela 5:</b> Resultado da identificação e análise de riscos (continuação)..... | 42 |
| <b>Tabela 6:</b> Estimativas de tempo para as atividades .....                     | 43 |
| <b>Tabela 7:</b> Risco de não ocorrência da atividade final.....                   | 45 |

## 1. INTRODUÇÃO

O risco está presente em toda e qualquer atividade. Pessoas ou organizações, sejam elas públicas ou privadas, enfrentam diariamente os riscos associados às atividades desempenhadas. Especificamente, no setor da construção civil, os riscos se apresentam de diversas formas e intensidades, conforme as particularidades de cada projeto. Em razão disso, considera-se o início de cada projeto como um evento único, uma vez que os interesses e recursos inerentes aos empreendimentos não costumam se repetir.

Riscos dizem respeito a eventos cuja realização é incerta. Quando essas incertezas não são adequadamente identificadas e tratadas, os projetos ficam naturalmente a mercê do destino. Na história da humanidade, existem inúmeros exemplos de projetos que acabaram em verdadeiros desastres devido a eventos que poderiam ter sido evitados com planos de contenção e contingência (ALENCAR; SCHMITZ, 2005).

Conforme destacam Alencar e Schmitz (2005), embora a ocorrência de fatores de risco seja comum, é a percepção da sua importância que gera atuação sobre eles antes que o pior ocorra. A área do projeto responsável pelo tratamento de tais riscos, segundo PMI (2017), é o gerenciamento de riscos, responsável pelos processos de planejamento, identificação e análise de riscos, planejamento e implementação de respostas e monitoramento de risco em um projeto.

O gerenciamento de riscos busca identificar, ainda na fase de planejamento do projeto, os possíveis riscos a que este será submetido e planejar ações com o objetivo de maximizar os efeitos dos fatores de riscos positivos e minimizar os efeitos dos negativos, possibilitando solucionar os problemas com o mínimo de impacto possível para o projeto.

Na construção civil, mais especificamente, os projetos são cobertos de incertezas e os riscos se apresentam de variadas formas e intensidades (BRITO, 2013; FERREIRA, 2016). Diante do cenário apresentado, a indústria da construção civil tem buscado, através da gestão de riscos dos seus processos, uma forma de potencializar o sucesso de seus projetos, fornecendo aumento na garantia de segurança a todas suas partes interessadas, através da identificação, análise e respostas mais assertivas sobre os riscos assumidos (FERREIRA, 2016).

Posto isso, este trabalho tem como objetivo responder a seguinte questão: como aplicar os conceitos e a metodologia de gerenciamento dos riscos das obras de construção civil? O ponto de vista adotado é o de uma possível empresa construtora de pequeno porte, que não possui nenhuma metodologia para gestão dos riscos dos seus projetos.

Embora a ABNT NBR ISO 31000:2018, regulamentadora do assunto, estabeleça um número de princípios que precisam ser atendidos para tornar a gestão de riscos eficaz, não são determinados os métodos a serem utilizados. Tal fato permite que as empresas tenham liberdade para tratar o assunto como achar mais conveniente, em contraposto, por se tratar de um assunto tão amplo, pode causar incertezas e desalinhamento até a empresa encontrar um método eficiente.

Diante de uma gama imensa de possibilidades, o presente trabalho adotou alguns métodos e procedimentos reconhecidos historicamente, indicados por especialistas, visando elucidar o assunto e oferecer algumas possibilidades para o tratamento dos riscos em projetos de construção civil de pequeno porte.

### **1.1. Objetivos**

O objetivo principal deste trabalho é aplicar os conceitos, ferramentas e técnicas do gerenciamento de risco numa obra de construção civil de pequeno porte e avaliar a confiabilidade de concluir a obra dentro do cronograma estabelecido.

### **1.2. Estrutura do trabalho**

Para facilidade de compreensão, o presente trabalho está estruturado em capítulos. No capítulo 2 apresenta-se revisão bibliográfica, onde são apresentadas de forma detalhada, definições e aplicações de projetos e gerenciamento de projetos, os fundamentos do gerenciamento de riscos, incluindo especificamente o emprego do gerenciamento de riscos na construção civil.

No capítulo 2, é abordado ainda, a descrição da teoria de um dos métodos utilizados na metodologia do trabalho para estimativa de tempo, o método PERT (Program Evaluation and Review Technique), definido segundo ABNT (1972, *apud* CUKIERMAN, 2000) como o “termo inicialmente empregado para caracterizar o tempo

probabilístico como atributo de cálculo”. O capítulo aborda também, a teoria sobre o método PERT/Risco, adotado para a análise de probabilidades de risco.

No capítulo 3 é exposta a metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho, em seguida, no capítulo 4, são expostos e analisados os resultados da pesquisa. Por fim, no Capítulo 5, são retratadas as considerações finais.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. GERENCIAMENTO DE PROJETOS**

Projeto é um termo utilizado por muitas pessoas, em muitos contextos e com diferentes significados o que pode, eventualmente, prejudicar sua efetiva compreensão. De modo geral, um projeto pode ser definido por criar algo novo, ou seja, algo que não havia sido feito antes da mesma maneira. Segundo Prado (2002), dentro de uma empresa por exemplo, a seleção de novos funcionários é um projeto, assim como a implementação de um novo sistema, a criação de um novo produto, a substituição de um equipamento e o melhoramento de um programa.

Embora muitos projetos possuam semelhanças, geralmente não serão idênticos, o que torna inviável a imposição de uma estrutura geral. Assim, a estruturação fica a critério da equipe de criação e execução do projeto, podendo variar conforme as preferências do responsável do projeto ou mesmo do cliente (PMI, 2017).

Todavia, a característica básica de um projeto é possuir um ciclo de vida, ou seja, um projeto tem começo, meio e fim. A duração é variável, dependendo do tipo de projeto, do seu objetivo e fluência da execução, no entanto, pode-se afirmar, que todo projeto possui quatro etapas genéricas ordenadas respectivamente em conceituação, desenvolvimento, execução e finalização (PRADO, 2002).

De modo geral, um projeto pode ser considerado finalizado quando seus objetivos forem alcançados, quando o mesmo não for mais necessário ou quando ficar claro que seus objetivos não poderão ser atingidos ou não é compensador ir em frente. Pode ser avaliado como bem-sucedido quando realizado no prazo e no orçamento previstos, dentro das especificações de qualidade. Para alcançar o sucesso almejado, uma ferramenta eficaz é o gerenciamento de projetos.

Para Valle *et al* (2010), o gerenciamento de projetos pode ser uma profissão, um trabalho ou uma atividade, dependendo do perfil da organização. Paralelamente, o PMI (2017) o define como a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de cumprir seus requisitos, ou seja, um conjunto de processos que serão executados a fim de obter um produto final.

A equipe ou indivíduo responsável pela gerência do projeto, deve elaborar o planejamento estabelecendo metas e objetivos a serem cumpridos e garantir o acompanhamento da execução, eliminando as falhas por meio das ações corretivas. O planejamento definirá precisamente o propósito, o custo e o prazo do projeto, estabelecendo a organização do trabalho e fornecendo estrutura para revisão e controle do projeto (MONTES, 2018).

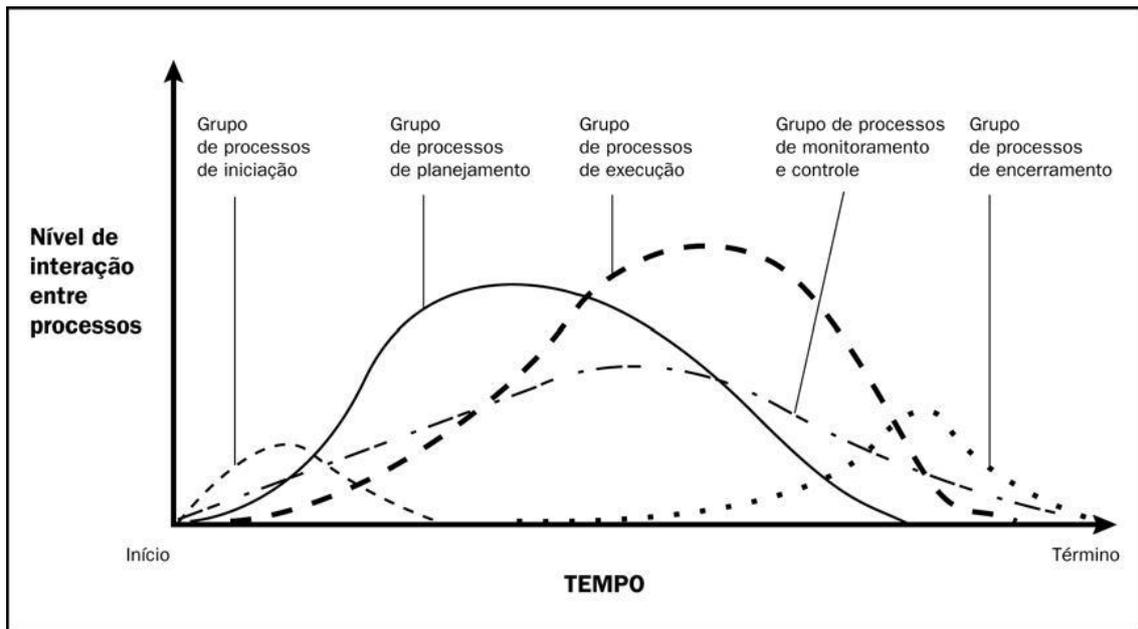
Assim, a finalidade do planejamento do projeto é criar um roteiro que possa ser utilizado para guiar a execução e o controle do projeto. A execução do projeto é simplificada quando acompanha o planejamento, que por sua vez, busca garantir que o produto seja entregue no prazo e com excelente qualidade sem exorbitantes variações de custo (PRADO, 2002).

Segundo o PMI (2017), o gerenciamento de projetos de modo geral é realizado por meio da aplicação e integração de um agrupamento lógico de processos para atingir os objetivos específicos. Tais processos podem ser distribuídos especificamente em cinco grupos:

- Grupos de processo de iniciação, onde os processos são realizados para definir um novo projeto ou uma nova fase de um projeto existente;
- Grupos de processo de planejamento, onde será refinado o planejamento elaborado na iniciação;
- Grupo de processos de execução, realizados para satisfazer os requisitos do projeto;
- Grupo de processos de monitoramento e controle: para acompanhar, analisar e controlar o progresso e desempenho do projeto, grupo de processos de encerramento;
- Os processos realizados para concluir ou fechar formalmente um projeto.

Segundo PMI (2017), os processos de gerenciamento de projetos são apresentados como elementos distintos com interfaces bem definidas, porém, na prática dificilmente são executados isoladamente. Geralmente, o grupo de processos de inicialização começa o projeto, durante o desenvolvimento ocorrem a sobreposição e integração dos processos quantas vezes forem necessárias, resultando no produto final, pelo grupo de processos de encerramento. Essa interação entre os processos, pode ser vista na Figura 1.

**Figura 1:** Interação entre processos



**Fonte:** PMI (2017)

De acordo com o PMI (2017), os processos também são categorizados de acordo com suas áreas de conhecimento, isto é, uma área identificada de gerenciamento de projetos definida por seus requisitos de conhecimento e descrita em termos dos processos que a compõem. As necessidades de um projeto específico podem exigir uma ou mais áreas de conhecimento e, embora sejam inter-relacionadas, são definidas separadamente do ponto de vista do gerenciamento de projetos, sendo elas:

- Gerenciamento da integração: Inclui os processos e as atividades necessárias para identificar, definir, combinar, unificar e coordenar os vários processos e atividades de gerenciamento de projetos nos grupos de processos;
- Gerenciamento do escopo: Inclui os processos necessários para assegurar que o projeto contemple todo o trabalho necessário, e apenas o necessário, para que o mesmo termine com sucesso;
- Gerenciamento do cronograma do projeto: Inclui os processos necessários para gerenciar o término pontual do projeto;
- Gerenciamento dos custos do projeto: Inclui os processos envolvidos em planejamento, estimativas, orçamentos, entre outros aspectos, de modo que o projeto possa ser terminado dentro do orçamento aprovado;

- Gerenciamento da qualidade do projeto: Inclui os processos para incorporação da política de qualidade da organização;
- Gerenciamento dos recursos do projeto: Inclui os processos para identificar, adquirir e gerenciar os recursos necessários para a conclusão bem-sucedida do projeto;
- Gerenciamento das comunicações do projeto: Inclui os processos necessários para assegurar que as informações do projeto sejam tratadas de maneira oportuna e apropriada;
- Gerenciamento dos riscos do projeto: Inclui os processos de condução de planejamento, identificação e análise de gerenciamento de risco, planejamento de resposta, implementação de resposta e monitoramento de risco em um projeto;
- Gerenciamento das aquisições do projeto: Inclui os processos necessários para comprar ou adquirir produtos, serviços ou resultados externos à equipe do projeto;
- Gerenciamento das partes interessadas do projeto: Inclui os processos exigidos para identificar as pessoas, grupos ou organizações que podem impactar ou serem impactados pelo projeto.

Na Tabela 1 é apresentado o mapeamento, dos grupos de processos de gerenciamento de projetos e as áreas de conhecimento. O presente Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo principal a aplicação do gerenciamento de risco em obras de construção civil de pequeno porte, assim, o trabalho segue se aprofundando especificamente nessa área de conhecimento.

**Tabela 1:** Grupo de processos *versus* áreas de conhecimento

| Áreas de conhecimento                 | Grupos de processos de gerenciamento de projetos |   |   |  |                                     |
|---------------------------------------|--|---|---|--|-------------------------------------|
|                                       | Grupos de processos de iniciação                 | Grupos de processos de planejamento   | Grupos de processos de execução   | Grupos de processos de monitoramento e controle  | Grupos de processos de encerramento |
| Gerenciamento da integração           | Desenvolver o Termo de Abertura do Projeto       | Desenvolver o Plano de Gerenciamento do Projeto   | -Orientar e Gerenciar o Trabalho do Projeto<br>-Gerenciar o Conhecimento do Projeto | -Monitorar e Controlar o Trabalho do Projeto<br>-Realizar o Controle Integrado de Mudanças | Encerrar o Projeto ou Fase          |
| Gerenciamento do escopo               |  | -Planejar o Gerenciamento do Escopo<br>- Coletar os Requisitos<br>- Definir o Escopo<br>- Criar a EAP   |   | - Validar o Escopo<br>- Controlar o Escopo   |                                     |
| Gerenciamento do cronograma           |  | - Planejar o Gerenciamento do Cronograma<br>- Definir as Atividades<br>-Sequenciar as Atividades<br>- Estimar as Durações das Atividades<br>- Desenvolver o Cronograma                          |   | Controlar o Cronograma   |                                     |
| Gerenciamento dos custos              |  | -Planejar o Gerenciamento dos Custos<br>-Estimar os Custos<br>- Determinar o Orçamento  |   | Controlar os Custos  |                                     |
| Gerenciamento da qualidade            |  | Planejar o Gerenciamento da Qualidade   | Gerenciar a Qualidade   | Controlar a Qualidade  |                                     |
| Gerenciamento dos recursos            |  | -Planejar o Gerenciamento dos Recursos<br>-Estimar os Recursos das Atividades   | -Adquirir Recursos<br>- Desenvolver a Equipe<br>-Gerenciar a Equipe                 | Controlar os Recursos  |                                     |
| Gerenciamento das comunicações        |  | Planejar o Gerenciamento das Comunicações   | Gerenciar as Comunicações   | Monitorar as Comunicações  |                                     |
| Gerenciamento dos riscos              |  | -Planejar o Gerenciamento dos Riscos<br>-Identificar os Riscos<br>Realizar a Análise Qualitativa dos Riscos<br>-Realizar a Análise Quantitativa dos Riscos<br>-Planejar as Respostas aos Riscos | Implementar Respostas aos Riscos  | Monitorar os Riscos  |                                     |
| Gerenciamento das aquisições          |  | Planejar o Gerenciamento das Aquisições   | Conduzir as Aquisições  | Controlar as Aquisições  |                                     |
| Gerenciamento das partes interessadas | Identificar as Partes Interessadas               | Planejar o Engajamento das Partes Interessadas  | Gerenciar o Engajamento das Partes Interessadas                                     | Monitorar o Engajamento das Partes Interessadas  |                                     |

Fonte: PMI (2017)

## 2.2. Gerenciamento de riscos

Organizações de todos os tipos e tamanhos enfrentam fatores internos e externos que tornam incerto, se, e quando elas atingirão seus objetivos. Tais fatores, são conhecidos como riscos e podem afetar, positiva ou negativamente, o sucesso de um projeto.

Prado (2002), conceitua o risco como quantificação das consequências que poderão ocorrer caso o projeto se atrase, estoure orçamentos, tenha problemas técnicos, entre outros. Os riscos derivam de diversas fontes, tais como, disponibilidade de recursos, cronograma, fatores externos, falta de poder do gerente de projetos, etc. e devem ser geridos para não afetarem negativamente o resultado.

Os riscos que uma organização e suas respectivas atividades estão sujeitas, podem ter origem em fatores internos ou externos a elas. SALLES JR. *et al.* (2010) definem os dois tipos de riscos como:

- Internos: ligados ao processo de desenvolvimento do empreendimento, ou seja, inerentes das incertezas encontradas na realização e na gestão do projeto;
- Externos: que se encontram fora do controle dos líderes do projeto, mas que podem ser previstos por eles, tais como, alterações da taxa de câmbio e inflação, impactos ambientais, legislação do país etc;

Por outro lado, assumir riscos está relacionado com ser ousado ao realizar alguma atividade. Dessa forma, ao juntar os dois sentidos de risco, pode-se defini-lo como sendo o conjunto de incertezas encontradas quando ousa-se fazer algo, e não apenas como problema.

Quando não tratados, os riscos têm potencial para desviar o projeto da sua diretriz e impedir que alcance os objetivos definidos do projeto. Ameaças não administradas podem resultar em questões ou problemas como atrasos, estouros de orçamento, desempenho insuficiente ou perda de reputação. Em contrapartida, as oportunidades aproveitadas podem trazer benefícios como redução de tempo e custo, melhor desempenho ou reputação (PMI, 2017).

De forma geral, todos os projetos possuem riscos, por se tratar de empreendimentos únicos que estão constantemente enfrentando situações inesperadas.

Assim, se faz interessante que as organizações optem por correr riscos de maneira controlada e intencional com intuito de agregar valor ao projeto, equilibrando os riscos e recompensas.

Por motivos históricos e culturais, alguns profissionais são propensos a ignorar a existência dos fatores de risco, reduzindo consideravelmente a chance de sucesso do projeto. Ocorre que embora a ocorrência dos fatores de risco seja comum, é a percepção da sua importância que faz com que, alguma medida de precaução ou correção seja, tomada (ALENCAR; SCHMITZ, 2005).

Segundo Alencar e Schmitz (2005), a evolução do mundo no qual os projetos são executados, resultou em um mercado globalizado com uma interação enormemente facilitada pelo uso das novas tecnologias como o computador e a internet. Dessa forma, o mercado é composto atualmente, por pessoas mais informadas e zelosas sobre os produtos ao seu dispor, o que eleva o nível de exigência do consumidor, deixando pouco espaço para erros.

Nesse contexto, segundo o autor, é notável a importância de uma organização inovar constantemente, caso contrário, ela simplesmente desapareceria em um mercado, onde, se a sua organização não é capaz de entregar o projeto, a concorrência está pronta para assumi-lo. À vista disso, constata-se a necessidade do gerenciamento de riscos, garantindo o sucesso do projeto.

Conforme detalhado por Silva (2008), o gerenciamento de riscos consiste em um conjunto de ações práticas de natureza preventiva, a ser efetuada durante as fases de viabilização, planejamento e orçamento ou no início da fase de execução da obra, para superar os potenciais problemas advindos do processo construtivo, ou ainda, para lidar sistematicamente com as incertezas.

De modo geral, o gerenciamento dos riscos do projeto tem por objetivo aumentar a probabilidade e o impacto dos riscos positivos e diminuir a probabilidade e o impacto dos riscos negativos. Dessa forma, se faz possível otimizar as chances de sucesso do projeto, identificando e gerenciando os riscos que não são considerados pelos outros processos de gerenciamento.

De acordo com a ABNT NBR ISO 31000:2018, as organizações devem gerenciar os riscos por meio da identificação e análise, para em seguida ser avaliado se o risco deve ou não receber o devido tratamento. Conforme o decorrer do processo, as

partes interessadas são informadas e consultadas de forma que possam analisar criticamente o risco e os controles que o modificam, assegurando que nenhum tratamento de risco desnecessário seja requerido.

Segundo a ABNT NBR ISO 31000:2018, embora todas as organizações gerenciem os riscos de alguma forma, é estabelecido um número de princípios que precisam ser atendidos para tornar a gestão de riscos eficaz, os quais consistem em:

- Criar e proteger valor, contribuindo para a realização demonstrável dos objetivos e para a melhoria do desempenho referente, por exemplo, à segurança e saúde das pessoas, à segurança, à conformidade legal e regulatória, à aceitação pública, à proteção do meio ambiente, à qualidade do produto, ao gerenciamento de projetos, à eficiência nas operações, à governança e à reputação;
- Ser parte integrante de todos os processos organizacionais, incluindo o planejamento estratégico e todos os processos de gestão de projetos e gestão de mudanças.
- Ser parte da tomada de decisões, auxiliando os tomadores de decisão a fazer escolhas conscientes, priorizar ações e distinguir entre formas alternativas de ação;
- Abordar explicitamente a incerteza, a natureza dessa incerteza, e como ela pode ser tratada;
- Ter abordagem sistemática, oportuna e estruturada para a gestão de riscos, contribuindo para a eficiência e para os resultados consistentes, comparáveis e confiáveis;
- Basear-se nas melhores informações disponíveis e levar em consideração quaisquer limitações dos dados ou modelagem utilizados, ou a possibilidade de divergências entre especialistas;
- A gestão de riscos deve ser feita sob medida, se mantendo alinhada com o contexto interno e externo da organização e com o perfil do risco;
- Considera fatores humanos e culturais reconhecendo as capacidades, percepções e intenções do pessoal interno e externo que podem facilitar ou dificultar a realização dos objetivos da organização;
- A gestão de riscos deve ser transparente e inclusiva;

- A gestão de riscos deve ser dinâmica, interativa e capaz de reagir a mudanças;
- Deve facilitar a melhoria contínua da organização.

Segundo Alencar e Schmitz (2005), o problema do gerenciamento de riscos são os elementos que um gerente necessita para produzir uma estimativa confiável, e que surgirão no decorrer do processo de execução, sendo totalmente conhecidos em um ponto futuro. Desta forma, a análise de riscos está sempre ligada à incerteza sobre a ocorrência dos eventos.

A ABNT NBR 31000:2018, recomenda que as organizações desenvolvam, implementem e melhorem continuamente uma estrutura cuja finalidade é integrar o processo para gerenciar riscos na governança, estratégia e planejamento, gestão, processos de reportar dados e resultados, políticas, valores e cultura em toda a organização.

### **2.3. Processos para o gerenciamento de riscos segundo o PMI (2017)**

Os riscos continuarão a surgir durante o ciclo de vida do projeto, de forma que os processos de gerenciamento dos riscos do projeto devem ser realizados interativamente. Desta forma, os riscos devem ser monitorados e gerenciados no decorrer do projeto, para garantir que o projeto progrida como planejado e os riscos emergentes sejam tratados (PMI, 2017).

O PMI (2017) define para o gerenciamento dos riscos do projeto, sete processos conforme disposto na Figura 2, os quais incluem o planejamento, a identificação, as análises qualitativas e quantitativas, o planejamento das respostas, a implementação das respostas e o monitoramento dos riscos em um projeto.

**Figura 2:** Processos do gerenciamento de riscos



**Fonte:** Adaptado de PMI (2017)

### 2.3.1. Planejamento dos riscos

O planejamento dos riscos consiste no processo de definição de como conduzir as atividades de gerenciamento dos riscos de um projeto. Nessa fase, o principal benefício é garantir que o grau, o tipo e a visibilidade do gerenciamento dos riscos sejam proporcionais tanto aos riscos como a importância do projeto para a organização e para as outras partes interessadas (PMI, 2017).

Segundo PMI (2017), o planejamento deve começar na concepção do projeto e estar concluído no início do projeto, sendo provável uma possível revisão do processo posteriormente devido a alterações do projeto. Como ferramentas e técnicas para a elaboração do planejamento de riscos devem ser utilizados a opinião especializada de indivíduos ou grupos com conhecimento especializados em riscos e gerenciamento de riscos e análise de dados. De modo geral, o planejamento de riscos deve definir, entre outros aspectos:

- A estratégia dos riscos, que descreve a abordagem geral do gerenciamento dos riscos neste projeto;
- A metodologia, ou seja, a forma como os riscos serão identificados, registrados, acompanhados e tratados do início ao final do projeto;
- Papéis e responsabilidades, definindo o líder, o apoio e os membros da equipe de gerenciamento dos riscos para cada tipo de atividade descrita no plano de gerenciamento dos riscos;
- Financiamento no qual identifica os fundos necessários para realizar as atividades relacionadas ao gerenciamento dos riscos do projeto;
- Os prazos de quando e com que frequência os processos de gerenciamento dos riscos do projeto serão realizados durante o ciclo de vida do projeto, e estabelecer as atividades de gerenciamento dos riscos a serem incluídas no cronograma do projeto;
- Fornece os meios para agrupar riscos individuais de projeto;
- Fornece as definições de probabilidade e impacto dos riscos;
- Documenta como as atividades de risco serão registradas e como processos de gerenciamento dos riscos serão auditados.

### **2.3.2. Identificação dos riscos**

A identificação dos riscos consiste tanto na determinação dos riscos, que podem afetar o projeto (para que seja possível uma antecipação a eles), como da documentação de suas características. O resultado dessa fase é a elaboração de uma lista de riscos refinada e atualizada do projeto, que deverá ser revisada e atualizada durante toda a execução desse (PMI, 2017).

O principal benefício deste processo é a documentação de cada risco de projeto existente e as fontes gerais de riscos do projeto. As respostas preliminares aos riscos também podem ser identificadas e registradas, e serão revisadas e confirmadas como parte do processo planejar as respostas aos riscos (PMI, 2017).

Segundo PMI (2017), uma abordagem comum para se identificar os riscos é discutir ideias em que o gerente de projetos envolve os principais membros da equipe para identificar os riscos do empreendimento. Assim, cada um pode trazer sua experiência, ajudando no desenvolvimento de uma lista abrangente de riscos. Como

resultado, a identificação de riscos deve apresentar por exemplo, uma lista dos riscos identificados, os possíveis responsáveis pelo risco e as possíveis respostas aos riscos.

### **2.3.3. Análise qualitativa dos riscos**

Realizar a análise qualitativa dos riscos é o processo de priorização de riscos individuais do projeto para análise ou ação posterior, através da avaliação de sua probabilidade e impacto de ocorrência, assim como outras características. O principal benefício deste processo é que concentra os esforços em riscos de alta prioridade (PMI, 2017).

O processo de realizar a análise qualitativa dos riscos avalia a prioridade dos riscos individuais identificados do projeto utilizando as respectivas probabilidades de ocorrência e o impacto correspondente sobre os objetivos do projeto se os riscos ocorrerem e outros fatores. Essas avaliações são subjetivas, pois baseiam-se em percepções do risco pela equipe do projeto e outras partes interessadas (PMI, 2017).

### **2.3.4. Análise quantitativa dos riscos**

A análise quantitativa dos riscos é o processo de analisar numericamente o efeito combinado dos riscos individuais identificados e outras fontes de incerteza nos objetivos gerais do projeto. O principal benefício deste processo é que quantifica a exposição ao risco geral do projeto, e também pode fornecer informações quantitativas adicionais dos riscos para apoio do planejamento de respostas aos mesmos (PMI, 2017).

Segundo PMI (2017), esse processo não é necessário para todos os projetos, mas, quando usado, deve ser realizado ao longo de todo o projeto. Realizar uma análise robusta depende da disponibilidade de dados de alta qualidade sobre os riscos individuais do projeto e outras fontes de incerteza, bem como uma sólida linha de base subjacente do projeto para escopo, cronograma e custo.

A análise quantitativa dos riscos geralmente requer *software* especializado e *expertise* no desenvolvimento e na interpretação dos modelos de riscos e seu uso será especificado no plano de gerenciamento dos riscos do projeto. Essa é o único método confiável para avaliar o risco geral do projeto por meio da avaliação do efeito agregado

de todos os riscos individuais do projeto e outras fontes de incerteza sobre os resultados do projeto (PMI, 2017).

Também consome tempo e custo adicionais, dessa forma, é mais apropriado para projetos complexos ou de grande porte, de importância estratégica, para os quais se exige requisito contratual ou ainda aqueles em que uma parte interessada o exija (PMI, 2017).

### **2.3.5. Planejar as Respostas aos Riscos**

Planejar as respostas aos riscos é o processo de desenvolver alternativas, selecionar estratégias e acordar ações para lidar com a exposição geral aos riscos, e também tratar os riscos individuais do projeto. O principal benefício deste processo é que identifica formas apropriadas de abordar o risco geral e os riscos individuais do projeto (PMI, 2017).

Segundo PMI (2017), este processo também aloca recursos e adiciona atividades em documentos do projeto e no plano de gerenciamento do projeto, conforme necessário. Este processo é realizado ao longo do projeto, onde as respostas efetivas e apropriadas ao risco podem minimizar ameaças individuais, maximizar oportunidades individuais e reduzir a exposição geral ao risco do projeto, em contrapartida, respostas inadequadas ao risco podem ter o efeito inverso.

Depois de os riscos terem sido identificados, analisados e priorizados, planos devem ser desenvolvidos pelo responsável indicado para resolução de cada risco individual que a equipe do projeto considere ser suficientemente importante pela ameaça que represente para os objetivos do projeto ou pela oportunidade que ofereça.

As respostas planejadas devem ser adequadas à relevância do risco, ter eficácia de custos para atender ao desafio, serem realistas dentro do contexto do projeto, acordados por todas as partes envolvidas e ter um responsável designado. Em geral é necessário selecionar a melhor resposta ao risco entre as diversas opções possíveis.

### **2.3.6. Implementar respostas aos riscos**

Implementar respostas aos riscos é um processo realizado ao longo do projeto, responsável por colocar em prática os planos definidos nas etapas anteriores. O principal benefício deste processo é a garantia de que as respostas acordadas aos riscos sejam executadas conforme planejado a fim de abordar a exposição ao risco geral do projeto,

minimizar ameaças individuais e maximizar as oportunidades individuais do projeto (PMI, 2017).

Devida atenção a esse processo irá garantir que respostas acordadas sejam realmente executadas. Um problema comum com o gerenciamento dos riscos do projeto é que as equipes desse empenham esforços para identificar e analisar riscos e desenvolver respostas e, em seguida, as respostas são acordadas e documentadas no registro e no relatório de riscos, mas nenhuma providência é tomada para gerenciar os riscos (PMI, 2017).

### **2.3.7. Monitorar os riscos**

Para garantir que a equipe do projeto e as partes interessadas chave estejam cientes do nível atual de exposição ao risco, o trabalho de projeto deve ser constantemente monitorado quanto a riscos individuais novos, alterados, defasados e para as mudanças no nível do risco geral do projeto pela aplicação do processo (PMI, 2017). Esse utiliza informações de desempenho geradas durante a execução do projeto para determinar se:

- As respostas a riscos implementadas são efetivas;
- O nível geral de risco do projeto sofreu alterações;
- O status dos riscos individuais identificados do projeto sofreu alterações;
- Surgiram novos riscos individuais do projeto;
- A abordagem do gerenciamento dos riscos ainda é a apropriada;
- As premissas do projeto ainda são válidas;
- As políticas e os procedimentos de gerenciamento dos riscos estão sendo seguidos;
- As reservas de contingência para custos ou cronograma devem ser modificadas;
- A estratégia do projeto ainda é válida.

A partir do monitoramento de riscos, é possível avaliar se o processo do gerenciamento de riscos está sendo cumprido conforme o planejado e tomar as devidas providências no caso de a avaliação ser negativa.

## **2.4. Gerenciamento de riscos na construção civil**

A engenharia civil está em constante mudança e o aumento da complexidade dos projetos, combinado com a ambição de uma construção melhor e mais rápida, são dentre outros, fatores que vêm contribuindo para o progresso da construção. Dessa forma, tal comportamento, tem possibilitado o avanço tecnológico e o aumento do conhecimento, entretanto, também origina novos problemas, cada vez mais difíceis de detectar (SILVA, 2012).

De acordo com Silva e Alencar (2013), o avanço repentino e acelerado do setor da construção civil, tem preocupado especialistas, uma vez que se observa no mercado, dificuldade em dispor de mão de obra especializada, cronogramas cada vez mais apertados e deficiência de fornecimento de matéria prima. Nesse sentido, tem-se discutido a necessidade de modificações na indústria da construção civil, buscando a qualidade e produtividade como meio de competitividade e sobrevivência.

Nesse contexto, as empresas construtoras vêm aderindo o planejamento dos processos e métodos construtivos inovadores com equipamentos sofisticados, e qualidade para atender requisitos de norma e satisfação do cliente de obras muito mais complexas. Todavia, todas essas inovações agregam incertezas associadas ou riscos do cumprimento dos requisitos, podendo incorporar perdas ou ganhos nos resultados esperados (SILVA; ALENCAR, 2013).

Segundo Ferreira (2016), dentre os principais motivos das corporações não se atentarem a gestão de riscos, é a aversão ao planejamento, por se tratar de tema intangível em primeiro momento, quando se comparado a outros processos organizacionais que geram resultados imediatos. O autor ainda afirma, que “a cultura organizacional brasileira atual está focada na resolução de questões que sejam visíveis e comuns, inclusive corrigindo problemas depois que eles acontecem, ou pior, disfarçando os problemas depois que eles acontecem”.

Desta forma não é constatado de maneira global, a utilização do gerenciamento do risco em caráter preventivo. Ainda assim, o autor afirma que parte da indústria da construção civil tem buscado por meio da gestão de riscos, uma forma de potencializar o sucesso de seus empreendimentos e projetos.

Silva e Alencar (2013), afirmam que no ramo da engenharia civil cada projeto iniciado pode ser considerado praticamente novo, não havendo, muitas vezes, repetição

das características dos empreendimentos. Além disso, na engenharia civil, quase sempre, o local onde se desenvolve o projeto é diferente do local onde o mesmo será implantado, o que por si só resulta em incertezas que podem colocar em risco a qualidade final do projeto.

Os autores enaltecem ainda o fato de que nesta área, o trabalho muitas vezes é realizado em condições precárias, devido a fase de construção ser realizada em contato com o meio externo, no qual muitas vezes, as pessoas, os materiais, os equipamentos e a própria obra estão expostos a intempéries causadoras de danos e conseqüentemente, atrasos na obra e desvios de custos.

Segundo PMI (2003) *apud* Silva (2008), o gerenciamento de riscos nos projetos de construção civil se distingue dos demais, desde o início do processo, que começa na fase de preparação da proposta comercial ou mesmo antes, no processo da tomada de decisão de apresentar ou não uma proposta. Além disso, o planejamento do gerenciamento de risco na construção civil precisa interagir com os planos de segurança do trabalho e do meio-ambiente do projeto.

De acordo com PMI (2003) *apud* Silva (2008), na construção civil, existe a necessidade de identificar os riscos referentes às estimativas de produtividade dos recursos humanos juntamente com o nivelamento desses, devido a intensa utilização de mão-de-obra, o que torna necessário um planejamento bem elaborado. Além disso, a revisão da documentação é mais trabalhosa, originando novas fontes de riscos, dentre elas, a necessidade de permissões e licenças para construir, os diferentes tipos de contrato, as características do canteiro e da região da obra e as condições climáticas.

Para Silva e Alencar (2013), outra característica importante do setor da construção civil, é a exigência da intervenção de variados profissionais de áreas, na maior parte das vezes, distintas, originando conflitos, quebras de informação e dificuldades de comunicação.

Posto isso, devido à complexidade do ramo da construção civil, torna-se essencial o conhecimento de técnicas capazes de identificar e tratar os riscos de modo que estes não prejudiquem a qualidade e o preço final do projeto. Nesse estudo, dentre outras ferramentas, serão utilizados matriz probabilística e método PERT/Risco para análise de riscos.

## 2.5. Modelo PERT e PERT/Risco

Segundo Chinneck (2003) *apud* Melo (2010), o método PERT foi desenvolvido durante o projeto e construção do submarino Polaris, nos Estados Unidos da América em 1957, onde a quantidade de recursos era grande e o tempo era crítico. Na referida situação, ninguém sabia com certeza o tempo necessário para fabricação do submarino, foi então, requisitado aos fabricantes, os prazos máximo, mínimo e mais provável para produzir cada elemento.

Desta forma, a duração esperada das atividades foi determinada a partir da média ponderada das estimativas dos prazos máximo, mínimo e mais provável. Segundo Vargas (2009), o peso de cada tipo de prazo, pode ser variado conforme o tipo de projeto, no entanto, a relação mais utilizada, considera quatro vezes a estimativa mais otimista, e apenas uma vez as demais.

Posto isso, o PERT consiste em um método probabilístico, que pode ser adotado quando não se pode chegar a uma estimativa de tempo confiável para a execução de alguma atividade, possibilitando maior precisão da duração das atividades.

Uma vez estimadas as durações das atividades, é possível estabelecer as datas das atividades e conseqüentemente, se faz possível a elaboração do cronograma do projeto. Com o desenvolvimento do cronograma é possível estabelecer tratamento probabilístico, destinado a medir os riscos associados a estas estimativas.

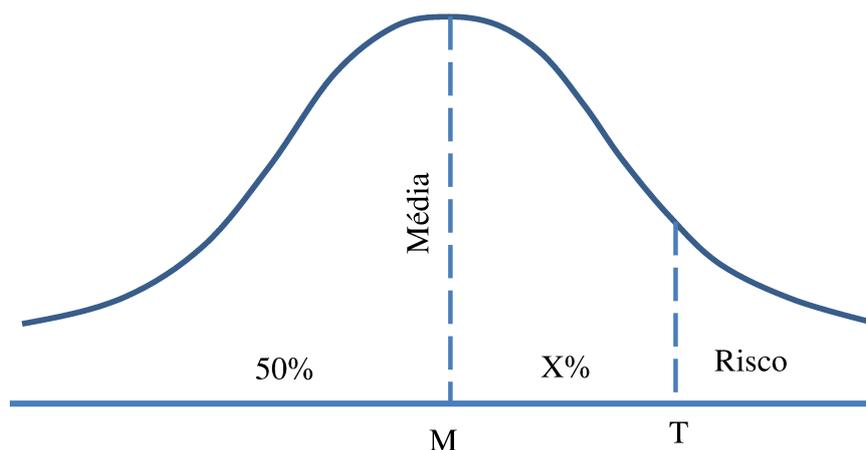
Um dos meios de medir os riscos associados as datas, é o método PERT/Risco, o qual o problema geral, segundo Cukierman (2000), consiste em se determinar a data mais tarde associada a um risco dado ou o risco de atraso associado a uma data pré-fixada, tratando-se de estabelecer correlação entre duas datas.

Cukierman (2000) considera como válida a hipótese de admitir uma distribuição normal associada à distribuição de datas de ocorrência de um evento, tendo como justificativa o grande número de projetos observados, pelas conclusões práticas que essa consideração permitirá e pela simplificação nos cálculos de riscos de datas correspondentes.

Deste modo, o cálculo das probabilidades de ocorrência ou não de um evento ocorre através da curva de distribuição normal, também conhecida como curva de Gauss,

apresentada na Figura 3 e adotada quando se conhece a média das frequências nela apresentadas e o seu desvio padrão.

**Figura 3:** Curva de distribuição normal



**Fonte:** Autora, 2019

Nessa curva, toda área abaixo da linha da curva, indica probabilidades (CUKIERMAN, 2000). Assim, a probabilidade de ocorrência de um valor menor ou igual a T é dada pela área apresentada sob a curva, a esquerda de T, assim como, a probabilidade (ou risco) de ocorrência de valores maiores que T, são representados pelos valores a direita de T.

O valor da área sob a curva de distribuição normal é historicamente tabelado e encontrado a partir do valor do fator de probabilidade, convencionalmente chamado de Z, que consiste na razão entre a diferença entre a data considerada (T) e o valor médio da distribuição normal (M) e o desvio padrão.

O desvio padrão é uma medida que viabiliza a análise de dispersão dos dados, isto é, indica o quanto um conjunto de dados será uniforme. Segundo Cukierman (2000), o desvio padrão do caminho consiste em uma medida de dispersão dos atributos das atividades do caminho, sendo igual a raiz quadrada da soma dos quadrados dos desvios padrões das atividades do caminho considerado.

### **3. METODOLOGIA**

Neste trabalho serão apresentadas algumas fases do processo de gerenciamento de riscos. Para tal fim, foi utilizado um projeto residencial unifamiliar de pequeno porte, do qual foram calculados os quantitativos dos principais serviços a serem executados. Os projetos, arquitetônico e estrutural, da obra, estão dispostos nos Anexos A e B respectivamente. O estudo de caso foi desenvolvido baseado nos conhecimentos da literatura (dados históricos), juntamente com opinião especializada.

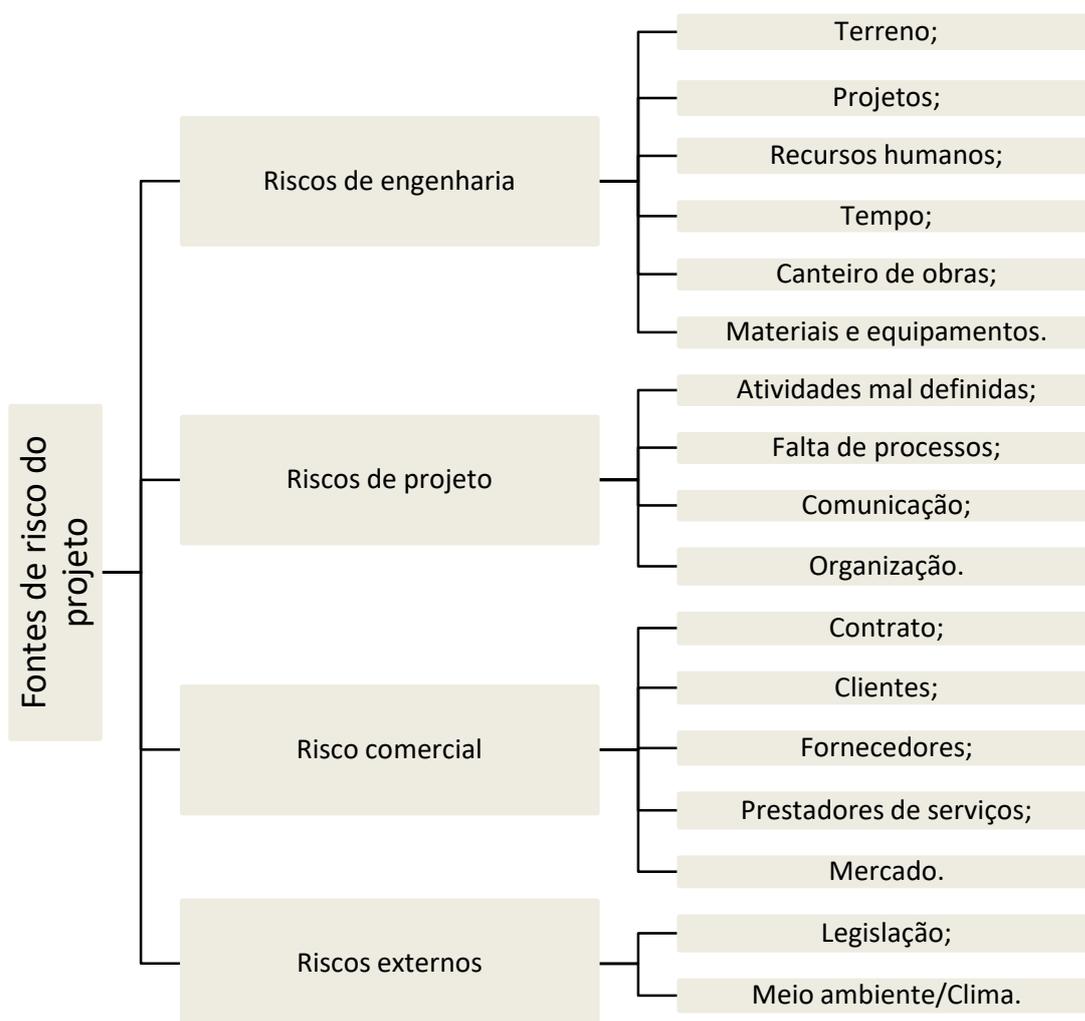
#### **3.1. Identificação e análise qualitativa dos riscos**

Para o estudo, foi considerado que a empresa ou engenheiro responsável pelo projeto, dispunha de pouco ou nenhum controle de riscos durante a elaboração e execução do projeto. Desta forma, o estudo apresenta em um primeiro momento, a elaboração de uma planilha de gerenciamento de riscos, baseada na identificação dos riscos, classificação qualitativa e proposta de ação preventiva.

Foram analisadas as possíveis fontes de risco para o projeto residencial unifamiliar em questão que englobariam desde a definição de escopo do projeto até a conclusão e entrega da obra. Assim, foi possível organizar os riscos, separando-os em riscos de engenharia, de projeto, comercial e externos.

Os riscos foram então detalhados e representados de forma estruturada utilizando a técnica - Estrutura Analítica de Riscos (EAR). A EAR consiste em uma técnica que permite agrupar as possíveis causas dos riscos encontrados, assim como facilitar o tratamento deles pela equipe do projeto. A montagem da EAR, disposta na Figura 4, assim como a definição dos critérios e riscos analisados, foi elaborada e baseada em dados históricos e opinião especializada.

**Figura 4:** Estrutura analítica de riscos



**Fonte:** Autora (2018)

Nesse estudo, foram analisados a probabilidade de ocorrência dos riscos e impacto que esses causariam à execução do projeto. Os parâmetros utilizados, foram adotados para este projeto específico e estão dispostos na Tabela 2. Foram adotados conforme orientação do especialista, baseado na sua experiência profissional.

No entanto, os parâmetros adotados devem ser reavaliados quando utilizados para outros projetos. Isso se deve pelo fato de que os valores dos parâmetros são relativos, pois sua probabilidade e impacto dependem de variados fatores como o ambiente a qual o risco está exposto e disponibilidade de mão de obra e fornecedores para o projeto específico.

**Tabela 2:** Parâmetros para matriz de probabilidade e impacto

| Probabilidade   | Impacto   |
|---|---|
| <b>Muito baixo (10%):</b> Nunca aconteceu             | <b>Muito Baixo (10%):</b> Os riscos possuem poucos danos significativos                                 |
| <b>Baixa (30%):</b> Acontece com pouca frequência     | <b>Baixo (30%):</b> Danos reversíveis em curto prazo e/ou com custos pouco significativos               |
| <b>Média (50%):</b> Acontece com frequência média     | <b>Moderado (50%):</b> Danos reversíveis em curto e médio prazo e/ou com custos baixos                  |
| <b>Alta (50%):</b> Ocorre com frequência considerável | <b>Alto (70%):</b> Danos reversíveis em médio ou longo prazo e/ou com custos médios ou altos            |
| <b>Muito Alta (90%):</b> Ocorre frequentemente        | <b>Muito Alto (90%):</b> Os riscos possuem danos irreversíveis e/ou com custos economicamente inviáveis |

**Fonte:** Autora, 2018

Por meio dos parâmetros pré-estabelecidos, relacionando as estimativas de probabilidade e impacto, a matriz disposta na Tabela 3, possibilita a elaboração do mapeamento dos riscos analisados, o qual determina os pontos críticos, de atenção e de verificação periódica. Assim, foram adotados os parâmetros para cada risco, avaliados individualmente com muita cautela.

**Tabela 3:** Matriz de probabilidade e impacto

|               |                   | Impacto                                 |            |               |           |                 |
|---------------|-------------------|---|------------|---------------|-----------|-----------------|
|               |                   | Muito baixo 0,05                        | Baixo 0,10 | Moderado 0,20 | Alto 0,40 | Muito Alto 0,80 |
| Probabilidade | Muito alta – 0,9  | 0,05                                    | 0,09       | 0,18          | 0,36      | 0,72            |
|               | Alta – 0,7        | 0,04                                    | 0,07       | 0,14          | 0,28      | 0,56            |
|               | Média – 0,5       | 0,03                                    | 0,05       | 0,10          | 0,20      | 0,40            |
|               | Baixa – 0,3       | 0,02                                    | 0,03       | 0,06          | 0,12      | 0,24            |
|               | Muito baixa – 0,1 | 0,01                                    | 0,01       | 0,02          | 0,04      | 0,08            |
| Legenda       |                   |   |            |               |           |                 |
|               |                   | Ponto crítico de monitoramento contínuo |            |               |           |                 |
|               |                   | Ponto de atenção                        |            |               |           |                 |
|               |                   | Verificação periodicamente              |            |               |           |                 |

**Fonte:** Autora, (2018)

O ponto crítico de monitoramento contínuo envolve os riscos que possuem um impacto alto ou muito alto e que possuem uma probabilidade de pelo menos 30% de ocorrência, dessa forma, requer atenção imediata e monitoramento constante.

O ponto de atenção é a região, onde os impactos e probabilidades se relacionam de forma que obtenha resultados medianos, ou seja, um ponto onde os riscos não serão irreversíveis, mas possivelmente resultarão em prejuízos de tempo ou custo. A região mais amena da Tabela 3, engloba os riscos com menor relação entre probabilidade de impacto, no entanto, se tratando de riscos, se faz necessário verificação periódica.

### **3.2. Análise da probabilidade de riscos no cronograma do projeto**

Um dos pontos mais importantes do projeto é o tempo de execução, pois a entrega do projeto no tempo estipulado, depende do tempo individual de cada atividade, que como foi visto até aqui, carrega consigo riscos. Desta forma, no referente estudo de caso, foi analisado com o auxílio do método PERT/Risco, a probabilidade de erro para as possibilidades de datas do cronograma do projeto.

Tendo essa análise como objetivo, foi utilizado um projeto residencial unifamiliar, do qual foram retirados os quantitativos de insumos. Os projetos arquitetônico e estrutural do referido projeto, estão dispostos nos Anexos A e B respectivamente.

Escolhido o projeto residencial unifamiliar a ser estudado, as atividades necessárias para conclusão deste, foram decompostas e organizadas em forma de uma Estrutura Analítica de Projetos (EAP), facilitando a análise e o gerenciamento delas. A EAP, com as atividades definidas para execução do projeto em questão, está disposta na Figura 5.

Para coordenação do tempo de projeto, foi elaborado um cronograma no qual foram consideradas as atividades da EAP que carecem de maior volume de trabalho, sendo elas, 1.2) Infraestrutura, 1.3) Superestrutura, 1.4) Vedação (apenas a parte de alvenaria de vedação), 1.7) Revestimento e 1.9) Serviços finais (apenas a parte de limpeza do terreno).

O levantamento dos quantitativos foi realizado em planilhas eletrônicas, a partir da medição dos elementos dos projetos, arquitetônico e estrutural. As plantas são dotadas de informações como cotas e escalas, o que viabiliza a retirada dos quantitativos. Dessa

forma, foi elaborada a Tabela 4, na qual estão dispostos, os códigos representantes das posições das atividades na EAP, as descrições das atividades juntamente com as unidades e quantidades dessas, de acordo com os dados do projeto.

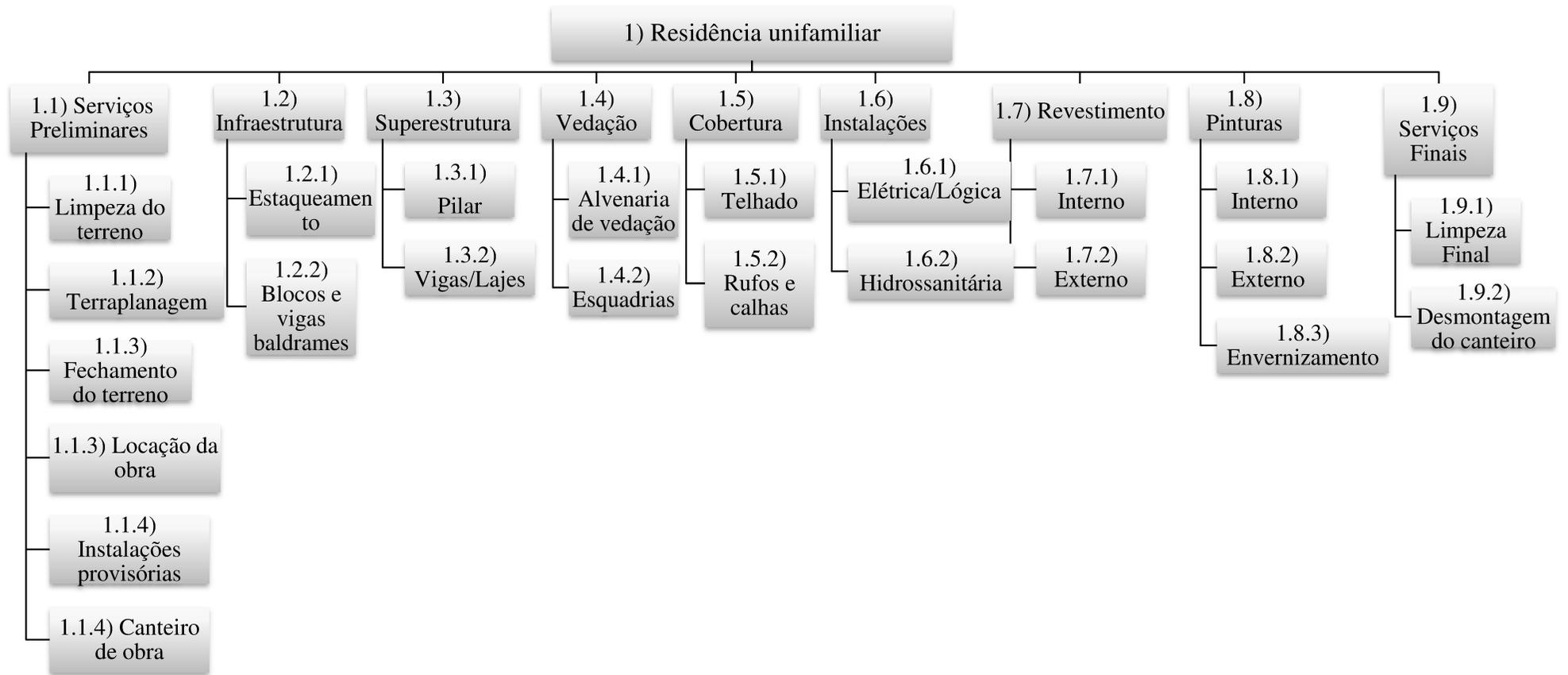
O dimensionamento do tempo final do projeto, foi realizado, considerando a duração de cada atividade que o compõe e sua interação com as outras operações. O tempo proposto para cada atividade, foi adotado de acordo com dois métodos distintos, o PERT e a estimativa paramétrica usando o programa computacional - Compor 90, com o intuito de possível comparação entre ambos. Desta forma, para os dois métodos foi estipulada uma mesma equipe, composta por dois pedreiros, três serventes, dois carpinteiros, um ajudante de carpinteiro e dois armadores.

Um dos tempos apresentado no trabalho, foi o determinado utilizando o Compor 90, um *software* da 90 Tecnologia da Informação. O Compor 90 utiliza como bancos de dados utilizados em todo o país, sendo para o projeto, utilizado o SINAPI 2018.

O *software* apresenta para cada palavra chave inserida, opções de atividades com os insumos e os valores de cada composição, dessa forma, as atividades citadas anteriormente foram inseridas no programa, analisadas e escolhidas uma a uma. Após a inserção de todas as atividades, foi realizada a exportação dos dados, os quais incluem os profissionais e o tempo previsto para cada tarefa.

A partir dos dados extraídos do Compor 90, mais especificamente, os procedimentos das atividades, foi consultado um especialista, que baseado nos índices de produtividade constatado com sua experiência profissional, especificou tempos otimistas, pessimistas e mais prováveis para cada atividade. Assim, foi considerado o mesmo tipo de produção para cada uma, ou seja, onde o Compor90 considerou corte e dobra de aço, por exemplo, o engenheiro também considerou, evitando assim, diferenças significativas de tempo.

**Figura 5: Estrutura Analítica de Projetos**



Fonte: Autora, (2018)

**Tabela 4:** Atividades propostas para o cronograma

| <b>Código</b> | <b>Descrição</b>                         | <b>Unidade</b> | <b>Quantidade</b> |
|---------------|--|----------------|-------------------|
| 1             | <b>RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR</b>            |                |                   |
| 1.2           | <b>INFRAESTRUTURA</b>                    |                |                   |
| 1.2.1.        | <b>ESTAQUEAMENTO</b>                     |                |                   |
| 1.2.1.1.      | Estaca broca Ø30cm                       | M              | 150,00            |
| 1.2.1.2       | Preparo da cabeça da estaca              | und            | 30,00             |
| 1.2.1.3       | Concreto (20MPa)                         | m <sup>3</sup> | 10,60             |
| 1.2.1.4       | Armadura                                 | Kg             | 660,00            |
| 1.2.1.5       | Bota fora                                | m <sup>3</sup> | 13,78             |
| 1.2.2         | <b>BLOCOS E VIGAS BALDRAMES</b>          |                |                   |
| 1.2.2.1       | Escavação                                | m <sup>3</sup> | 62,76             |
| 1.2.2.2       | Apiloamento                              | m <sup>2</sup> | 27,33             |
| 1.2.2.3       | Forma de tábua                           | m <sup>2</sup> | 120,38            |
| 1.2.2.4       | Lastro de brita 2 ESP. 5cm               | m <sup>3</sup> | 1,37              |
| 1.2.2.5       | Armadura CA 50 e CA 60                   | Kg             | 668,00            |
| 1.2.2.6       | Concreto estrutural                      | m <sup>3</sup> | 11,46             |
| 1.2.2.7       | Impermeabilização com cimento polimérico | m <sup>2</sup> | 91,11             |
| 1.2.2.8       | Reaterro                                 | m <sup>3</sup> | 50,53             |
| 1.2.2.9       | Bota fora                                | m <sup>3</sup> | 15,90             |
| 1.3           | <b>SUPERESTRUTURA</b>                    |                |                   |
| 1.3.1         | <b>PILAR</b>                             |                |                   |
| 1.3.1.1       | Forma de chapa                           | m <sup>2</sup> | 74,26             |
| 1.3.1.2       | Armação                                  | Kg             | 470,00            |
| 1.3.1.3       | Concreto estrutural                      | m <sup>3</sup> | 3,18              |
| 1.3.2         | <b>VIGAS/LAJES</b>                       |                |                   |
| 1.3.2.1       | Forma de chapa                           | m <sup>2</sup> | 252,16            |
| 1.3.2.2       | Armação                                  | Kg             | 841,00            |
| 1.3.2.3       | Concreto estrutural                      | m <sup>3</sup> | 20,22             |
| 1.4           | <b>VEDAÇÃO</b>                           |                |                   |
| 1.4.1         | Alvenaria de vedação                     | m <sup>2</sup> | 346,04            |
| 1.7           | <b>REVESTIMENTO</b>                      |                |                   |
| 1.7.1         | <b>INTERNO</b>                           |                |                   |
| 1.7.1.1       | Chapisco                                 | m <sup>2</sup> | 465,27            |
| 1.7.1.2       | Emboço                                   | m <sup>2</sup> | 465,27            |
| 1.7.1.3       | Massa corrida                            | M              | 100,45            |
| 1.7.2         | <b>EXTERNO</b>                           |                |                   |
| 1.7.2.1       | Chapisco                                 | m <sup>2</sup> | 290,32            |
| 1.7.2.2       | Emboço                                   | m <sup>2</sup> | 290,32            |
| 1.9           | <b>SERVIÇOS FINAIS</b>                   |                |                   |
| 1.9.1         | Limpeza final                            | m <sup>2</sup> | 360,00            |

Fonte: Autora, 2018

Para o cálculo da estimativa de tempo ( $t_e$ ) pelo método PERT, foi utilizada a Equação 1, que relaciona os tempos otimista, mais provável e pessimista (fornecidos pelo especialista) onde os pesos foram respectivamente 1, 4 e 1.

$$t_e = \frac{a+4m+b}{6} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

- a - Tempo mínimo ou otimista: Menor tempo possível para execução de uma atividade;
- m - Tempo normal ou mais provável: Estimativa de tempo mais exata possível;
- b - Tempo máximo ou pessimista: Maior duração para execução da atividade, considerando os fatores adversos.

Os cálculos de probabilidade de riscos, foram efetuados baseados na curva de distribuição normal, conforme recomendado pelo método PERT/Risco, onde a probabilidade de ocorrência de um tempo é medida pela área sob a curva. As fórmulas utilizadas nesse procedimento, foram extraídas de Cukierman (2000).

O valor do fator de probabilidade, comumente chamado de Z, para encontrar a probabilidade de ocorrência para a curva normal, foi encontrado pela Equação 2, que consiste na razão entre a diferença entre a data considerada (T) e o valor médio da distribuição normal (M) e o desvio padrão (S).

$$Z = \frac{T-M}{S} \quad \text{Equação 2}$$

Na ausência do tempo real de término da obra, considerou-se como tempo médio (M), o tempo obtido pelo método PERT, a partir da opinião de especialistas, ou seja, 104 dias. Dessa forma, obteve-se como equação geral para Z, a Equação 3.

$$Z = \frac{T-104}{S} \quad \text{Equação 3}$$

O desvio padrão é uma medida que viabiliza a análise de dispersão dos dados, isto é, indica o quanto um conjunto de dados será uniforme. O desvio padrão total, foi adotado como a raiz quadrada da soma dos desvios padrão das atividades críticas, conforme a Equação 4.

$$S = \sqrt{\sum S_N^2} \quad \text{Equação 4}$$

O cálculo do desvio padrão, foi efetuado para cada atividade da Tabela 4 por meio da Equação 5 que consiste na razão entre a diferença entre o tempo esperado (a) e a estimativa pessimista (b) de cada atividade, e o coeficiente K.

$$S_N^2 = \left(\frac{b-a}{K}\right)^2 \quad \text{Equação 5}$$

A variável K, foi adotada como 1,5 para todas as atividades. A determinação da variável K, de acordo com Cukierman (2000), utilizada para efeito comparativo de riscos e datas, considera sempre possível atribuir à diferença, um grau de confiança relativo de acordo com as características das atividades. Assim:

- K = 2,0 - quando o grau de confiança é considerado bom;
- K = 1,5 - quando o grau de confiança é considerado médio (ou regular);
- K = 1,0 quando o grau de confiança é considerado fraco (baixo).

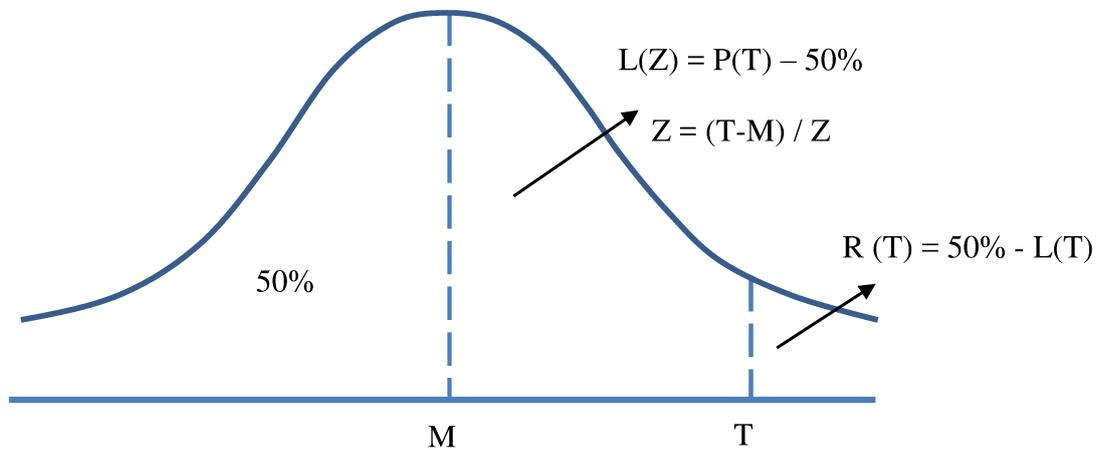
Os valores de Z são historicamente tabelados, com base na relação entre as probabilidades de se encontrar valores entre a média e qualquer ponto a direita da linha de base e o desvio padrão. Assim, na Tabela de valores de probabilidade de ocorrência para curva normal, disposta no ANEXO C, apresenta-se, para qualquer valor de Z, os valores de probabilidade de ocorrência para a curva normal, ou seja, a área sob a linha do gráfico no intervalo desejado.

Como a curva se apresenta de forma simétrica em relação à média, a Tabela de valores de probabilidade de ocorrência para curva normal, apresenta as áreas sob a curva, entre a linha vertical da média e a linha vertical traçada a partir do valor considerado para análise. Posto isso, adotou-se a denominação de L(T) para o valor da área.

Considerou-se que o valor da área à esquerda de T vale P(T) e a área a esquerda do eixo vertical de M vale 50%, assim, tem-se que L(P) é igual a P(T) menos 50%, como

mostrado na Figura 6. Analogamente, como a parte sob a área da curva, a direita do eixo vertical M corresponde a 50%, o risco de não ocorrência da atividade no tempo determinado, será de 50% menos L(P).

**Figura 6:** Área da curva de distribuição normal



**Fonte:** Cukierman (2000)

Com o valor do parâmetro Z calculado pela Equação 3 encontra-se o respectivo valor de probabilidade P(T) utilizando a tabela apresentada no ANEXO C.

#### 4. RESULTADOS

A identificação dos riscos foi elaborada considerando que não havia um banco de dados precedente, o que reforça a afirmativa de que os dados necessários para produzir uma estimativa confiável, surgem no decorrer do processo de execução. Todavia, é uma ótima ferramenta de controle de riscos, principalmente quando os recursos numéricos forem insuficientes ou inadequados para uma avaliação quantitativa.

Com a disposição dos riscos numa tabela é possível visualizar de forma mais fácil e organizada, a probabilidade de ocorrência e impacto que os riscos possivelmente causarão no projeto. Ademais, é possível analisar numericamente os dados por meio da matriz de probabilidade e impacto, resultando na designação das atividades em ponto crítico de monitoramento contínuo, ponto de atenção ou verificação periódica.

Apesar de cada projeto ser único, é possível aprender com os erros e evita-los ou mitigá-los em projetos posteriores. Desta forma, a planilha de gerenciamento de riscos pode e deve sofrer alterações conforme o decorrer da execução do projeto e consequentemente ser melhorada com a prática e conhecimentos adquiridos. Assim como no processo de identificação de riscos, a indicação das consequências dos riscos e a intensidade e probabilidade de ocorrência dos mesmos, está sujeita a complementos e variações. Devido a amplitude de consequências que um risco pode causar, novas consequências podem ser descobertas com o decorrer do projeto.

No quesito impacto, um risco que a princípio possuía um impacto moderado por exemplo, na prática pode apresentar um impacto muito alto ou muito baixo. Do mesmo modo, um risco que possuía inicialmente uma probabilidade baixa de ocorrer, pode se mostrar mais recorrente do que o esperado. Assim, uma ameaça oriunda de um risco negativo pode se tornar uma possibilidade de sucesso e vice-versa.

Na Tabela 5 dispõe-se de oito colunas, resultante do item 3.1 deste trabalho, correspondentes a Classe, Risco, Descrição, Consequência, Probabilidade, Impacto, Situação e Ação preventiva. São apresentados os da identificação e análise de riscos, juntamente com as respectivas ações preventivas propostas. No final do processo de identificação dos riscos, eles poderão sofrer uma análise mais detalhada e profunda, no entanto, não é o objetivo do trabalho. Após análise da mesma, é possível notar que um ponto em comum entre a maioria dos riscos citados, é que possuem como consequência direta ou indireta atraso no cronograma da obra e consequentemente na entrega do projeto.

**Tabela 5:** Resultado da identificação e análise de riscos

| Classe              | Risco            | Descrição  | Consequência  | Probabilidade | Impacto     | Situação              | Ação preventiva                                |
|---------------------|------------------|--|---|---------------|-------------|-----------------------|--|
| Risco de engenharia | Terreno          | Tipo de solo inadequado                                    | Impossibilidade de utilização do terreno, aumento do custo e tempo com viabilização do solo | Muito baixo   | Muito alto  | Ponto de atenção      | Estudo do solo antes da implantação do projeto |
|                     | Projetos         | Incompatibilidade de projetos                              | Alterações em campo, perda de tempo e material, atraso da entrega do projeto.               | Baixa         | Moderado    | Verificação periódica | Compatibilização de projetos                   |
|                     |                  | Desatendimento das especificações do projeto               | Falha no resultado, atraso da entrega do projeto.   | Média         | Muito alto  | Ponto crítico         | Controle das atividades                        |
|                     | Recursos humanos | Baixa qualidade ou incapacidade de realização da atividade | Insatisfação do cliente; falhas na durabilidade e aumento de retrabalho.                    | Muito alta    | Moderado    | Ponto de atenção      | Treinamento prévio                             |
|                     |                  | Alta rotatividade  | Perda de coesão da equipe; perda de tempo com instrução.                                    | Alta          | Moderado    | Ponto de atenção      | Comunicação com a equipe                       |
|                     |                  | Não cumprimento das normas                                 | Acidente de trabalho  | Baixa         | Moderado    | Verificação periódica | Conscientização e fiscalização                 |
|                     |                  | Não comparecimento   | Atraso na entrega da atividade  | Baixa         | Muito baixo | Verificação periódica | Comunicação com a equipe                       |

**Fonte:** Autora, (2018)

**Tabela 5:** Resultado da identificação e análise de riscos (continuação)

| Classe              | Risco                    | Descrição   | Consequência   | Probabilidade | Impacto    | Situação              | Ação preventiva          |
|---------------------|--------------------------|---|--|---------------|------------|-----------------------|--------------------------|
| Risco de engenharia | Tempo                    | Atraso para entrega do projeto  | Gerar insatisfação nos clientes  | Alto          | Muito alto | Ponto crítico         | Monitorar o cronograma   |
|                     | Canteiro de obras        | Ausência de instalações, má disposição,                               | Multa, má interação entre homens e máquinas no mesmo espaço, perda de tempo com o deslocamento da equipe | Baixa         | Moderado   | Verificação periódica | Planejamento do canteiro |
|                     | Materiais e equipamentos | Falta ou atraso   | Paralisação da equipe, atraso na entrega do projeto.   | Média         | Moderado   | Ponto de atenção      | Análise de fornecedor    |
| Risco de projeto    | Atividades               | Atividades mal definidas  | Necessidade de prazo adicional   | Média         | Moderado   | Ponto de atenção      | Planejamento do projeto  |
|                     | Falta de processos       | Falta de processos para execução do projeto                           | Necessidade de prazo adicional   | Média         | Moderado   | Ponto de atenção      | Planejamento do projeto  |
|                     | Comunicação              | Falta ou falha de comunicação má interpretação, informações perdidas. | Fracasso do projeto  | Média         | Moderado   | Ponto de atenção      | Gerenciamento do projeto |
|                     | Organização              | Falta de organização do projeto e suas atividades                     | Perda de controle das atividades, perda de recursos, atraso na entrega do projeto                        | Média         | Alto       | Ponto de atenção      | Gerenciamento do projeto |

**Fonte:** Autora, (2018)

**Tabela 5:** Resultado da identificação e análise de riscos (continuação)

| Classe            | Risco                   | Descrição   | Consequência  | Probabilidade | Impacto    | Situação              | Ação preventiva   |
|-------------------|-------------------------|---|---|---------------|------------|-----------------------|---|
| Riscos comerciais | Contrato                | Quebra de contrato ou contrato mal elaborado                          | Perda do projeto  | Muito baixo   | Muito alto | Ponto de atenção      | Certificar que o contrato não deixe brechas                             |
|                   | Cliente                 | Insatisfação  | Perda do cliente  | Médio         | Alto       | Ponto de atenção      | Entregar o projeto no prazo e com qualidade                             |
|                   | Fornecedores            | Atraso na entrega, má qualidade do produto                            | Atraso na entrega do projeto e insatisfação do cliente  | Média         | Moderado   | Ponto de atenção      | Análise de fornecedor   |
|                   | Prestadores de serviços | Atraso na entrega do serviço, produção e qualidade abaixo do esperado | Atraso na entrega do projeto e insatisfação do cliente  | Alta          | Moderado   | Ponto de atenção      | Análise previa dos prestadores de serviço                               |
|                   | Mercado                 | Estabilidade financeira   | Inviabilização da entrega do projeto  | Baixa         | Alto       | Ponto de atenção      | Análise de mercado  |
| Riscos Externos   | Legislação              | Mudança de legislação   | Inviabilização da entrega do projeto  | Muito baixa   | Alto       | Verificação periódica | Atualizar sempre as informações   |
|                   | Meio ambiente/clima     | Imprevisibilidade   | Atraso na entrega do projeto, estrago do serviço já feito, necessidade de retrabalho, aumento do custo da obra. | Alta          | Alta       | Ponto crítico         | Estudo do clima da região e reserva de tempo para possíveis imprevistos |

**Fonte:** Autora, (2018)

Cada atividade, cada risco apresentado, por menor que seja, tem como consequência um possível atraso, mesmo que implícito. Posto isso, fez-se uma análise da probabilidade de ocorrência ou não da duração de uma obra residencial unifamiliar, a partir do método PERT/Risco.

A partir dos processos detalhados no item 3.2, foi elaborada a Tabela 6, onde é apresentada a descrição e o tempo necessário para realização de cada uma das atividades. Na Tabela 6 tem-se os valores em dias, para os tempos otimista, mais provável e pessimista (estipulados pelo especialista), o tempo estimado pelo método PERT e o tempo estimado pelo COMPOR90.

**Tabela 6:** Estimativas de tempo para as atividades

| <i>Código</i> | <i>Descrição</i>              | <i>Tempo estimado pelo especialista [dias]</i> |                 |                   | <i>Tempo estimado pelo método PERT [dias]</i> | <i>Tempo estimado pelo COMPOR 90 [dias]</i> |
|---------------|-------------------------------|--|-----------------|-------------------|---|---|
|               |                               | <b>Otimista</b>                                | <b>Provável</b> | <b>Pessimista</b> |   |   |
| <b>1</b>      | <b>Residência unifamiliar</b> | 91   | 104             | 118               | 104   | 138   |
| <b>1.2</b>    | <b>Infraestrutura</b>         |  |                 |                   |   |   |
| 1.2.1.        | Estaqueamento                 | 11,00  | 13,00           | 14,00             | 12,83   | 16,25                                       |
| 1.2.2         | Blocos e vigas baldrames      | 12,00  | 14,00           | 16,00             | 14,00   | 17,76                                       |
| <b>1.3</b>    | <b>Superestrutura</b>         |  |                 |                   |   |   |
| 1.3.1         | Pilar                         | 8,00   | 9,00            | 11,00             | 9,17  | 15,08                                       |
| 1.3.2         | Vigas/lajes                   | 15,00  | 16,00           | 18,00             | 16,17   | 18,30                                       |
| <b>1.4</b>    | <b>Vedação</b>                |  |                 |                   |   |   |
| 1.4.1         | Alvenaria de vedação          | 14,00  | 16,00           | 18,00             | 16,00   | 22,93                                       |
| <b>1.7</b>    | <b>Revestimento</b>           |  |                 |                   |   |   |
| 1.7.1         | Interno                       | 19,00  | 21,00           | 24,00             | 21,17   | 28,54                                       |
| 1.7.2         | Externo                       | 10,00  | 12,00           | 13,00             | 11,83   | 16,80                                       |
| <b>1.9</b>    | <b>Serviços finais</b>        |  |                 |                   |   |   |
| 1.9.1         | Limpeza final                 | 2,00   | 3,00            | 4,00              | 3,00  | 2,10  |

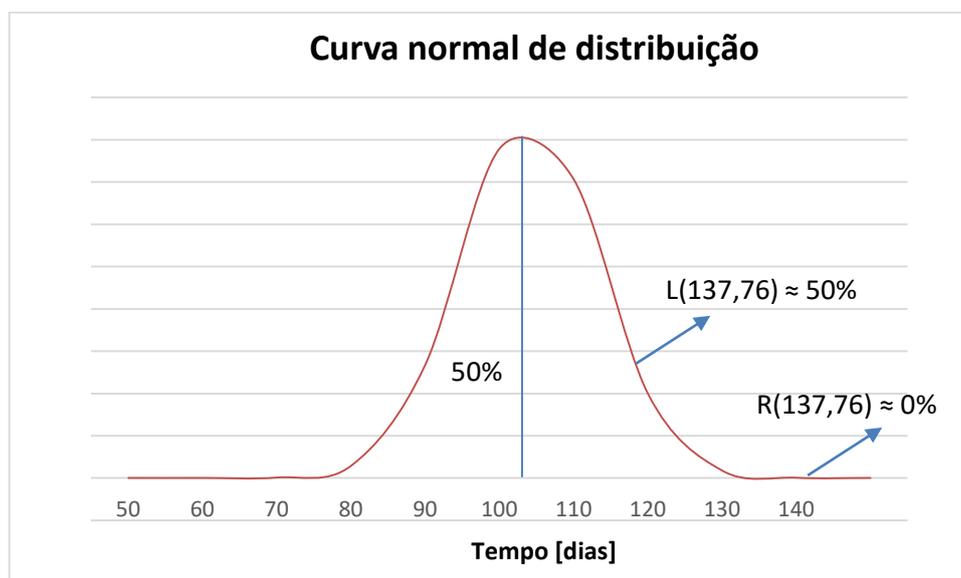
**Fonte:** Autora, (2018)

Com o método PERT/Risco, determinou-se a probabilidade de término do projeto em um determinado tempo T, considerando uma média de tempo necessário para realização da atividade. Na ausência do tempo real de término da obra, considerou-se como tempo médio (M), o tempo obtido pelo método PERT, a partir da opinião do especializada, ou seja, 104 dias. Considerando como tempo pessimista (T), o tempo determinado pelo COMPOR 90, que é de 138 dias.

O desvio padrão para as atividades listadas na Tabela 6 é de 9,26 dias e foi calculado utilizando a Equação 4. Em seguida, considerando para o término da obra,  $T = 138$  dias, o tempo de médio para o cronograma,  $M = 104$  dias calculou-se o parâmetro  $Z = 3,63$ , por meio da Equação 3.

Com os valores da média e do desvio padrão encontrado entre os prazos pré-definidos, foi possível a elaboração do gráfico disposto na Figura 7, onde é possível notar que para  $T$  igual a 138, a curva já se apresenta quase linear. Como o valor de probabilidade é correspondente a área sob a curva, é possível visualizar que o risco (área a direita do eixo vertical de  $T$ ) é praticamente nulo, ou seja, a probabilidade de executar a obra nesta condição é praticamente de 100%.

**Figura 7:** Curva de distribuição normal para o projeto



**Fonte:** Autora, 2018.

Posto isso, considerou-se interessante analisar as possibilidades de adotar prazos menores para execução do projeto, visto que um prazo menor é geralmente mais vantajoso. Adotou-se, assim como na análise anterior, o método PERT/Risco para o cálculo das probabilidades de risco para cada nova data, adotando ainda como tempo médio, o tempo das atividades determinadas pelo método PERT.

Adotou-se então, diversos valores para o tempo de conclusão da obra, a fim de analisar numericamente os riscos envolvidos na mudança do cronograma. Resolveu-se então, adotar reduções nas estimativas do tempo retirado do COMPOR 90 para cada atividade e avaliar os riscos dessa redução. Os resultados foram arranjados na tabela

disposta no ANEXO D, juntamente com os desvios-padrões encontrados, para cada atividade em relação as atividades do método PERT, possibilitando o cálculo do fator de probabilidade (Z).

A partir dos novos valores, foi elaborada a Tabela 7, na qual fez-se o cálculo do desvio padrão final conforme a Equação 4 e o cálculo do fator de probabilidade (Z) a partir da Equação 3. Assim, com os valores de Z especificados, foram retirados da Tabela disposta no ANEXO C os valores de X para cada tempo final adotado e por fim foi realizado o cálculo do risco de não ocorrência da atividade no tempo prescrito. O tempo de obra utilizado como referência foi o de 104 dias, conforme determinado aplicando o método PERT.

**Tabela 7:** Risco de não ocorrência da atividade final

| <i>Redução do tempo do COMPOR90 [%]</i> | <i>Tempo final [Dias]</i> | <i>S</i> | <i>Z</i> | <i>X</i> | <i>R(X) [%]</i> |
|---|---------------------------|----------|----------|----------|-----------------|
| 0                                       | 138                       | 9,26     | 3,67     | 50,00    | 0,00            |
| 1                                       | 136                       | 8,93     | 3,58     | 50,00    | 0,00            |
| 2                                       | 135                       | 8,60     | 3,61     | 50,00    | 0,00            |
| 3                                       | 134                       | 8,26     | 3,63     | 50,00    | 0,00            |
| 4                                       | 132                       | 7,93     | 3,53     | 50,00    | 0,00            |
| 5                                       | 131                       | 7,60     | 3,55     | 50,00    | 0,00            |
| 6                                       | 129                       | 7,27     | 3,44     | 50,00    | 0,00            |
| 7                                       | 128                       | 6,95     | 3,46     | 50,00    | 0,00            |
| 8                                       | 127                       | 6,62     | 3,47     | 50,00    | 0,00            |
| 9                                       | 125                       | 6,30     | 3,33     | 50,00    | 0,00            |
| 10                                      | 124                       | 5,99     | 3,34     | 50,00    | 0,00            |
| 11                                      | 123                       | 5,67     | 3,35     | 50,00    | 0,00            |
| 12                                      | 121                       | 5,36     | 3,17     | 50,00    | 0,00            |
| 13                                      | 120                       | 5,06     | 3,16     | 50,00    | 0,00            |
| 14                                      | 118                       | 4,76     | 2,94     | 49,84    | 0,16            |
| 15                                      | 117                       | 4,48     | 2,90     | 49,81    | 0,19            |
| 16                                      | 116                       | 4,20     | 2,86     | 49,79    | 0,21            |
| 17                                      | 114                       | 3,93     | 2,54     | 49,45    | 0,55            |
| 18                                      | 113                       | 3,68     | 2,45     | 49,29    | 0,71            |
| 19                                      | 112                       | 3,44     | 2,33     | 49,01    | 0,99            |
| 20                                      | 110                       | 3,22     | 1,86     | 46,86    | 3,14            |
| 21                                      | 109                       | 3,03     | 1,65     | 45,05    | 4,95            |
| 22                                      | 107                       | 2,87     | 1,04     | 35,08    | 14,92           |
| 23                                      | 106                       | 2,75     | 0,73     | 26,73    | 23,27           |
| 24                                      | 105                       | 2,67     | 0,37     | 14,43    | 35,57           |
| 25                                      | 103                       | 2,63     | -0,38    | 12,35    | 62,35           |

**Fonte:** Autora, 2018.

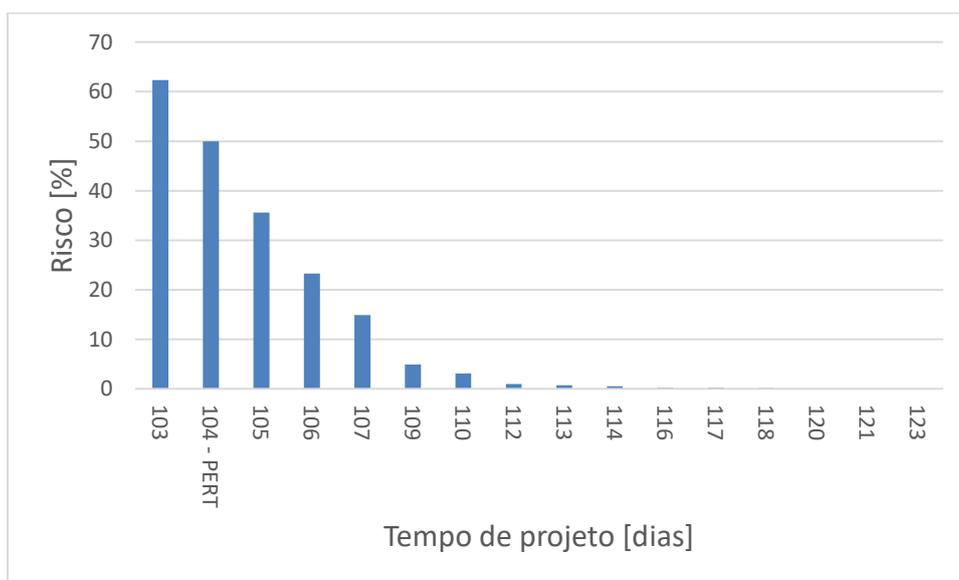
Feita a análise dos resultados obtidos, observou-se que, quando se reduz até 13% do tempo de cada atividade, ou seja, uma redução de aproximadamente 18 dias, não haverá risco de não ocorrência da atividade no tempo determinado, logo, seria vantajoso estabelecer esse novo prazo aumentando a satisfação do cliente.

Em contraposto, quando se reduz 25% do tempo de cada atividade, o tempo final é menor do que o tempo médio estabelecido, ou seja, está posicionado a esquerda do eixo vertical da média. Desta forma, o risco corresponde ao valor encontrado na tabela disposta no ANEXO C, através do módulo de Z, somado aos 50% correspondentes a área a direita do eixo vertical da média, assim, o risco de o projeto não conseguir ser realizado nesse prazo seria de 62,35%.

No intervalo de redução de 14 a 24%, estão as maiores variações, onde os riscos vão de 0,16 a 35,57% de o projeto não ser entregue no prazo. Deste modo, tendo a disposição a análise dos riscos envolvidos, cabe ao responsável pelo projeto, escolher a porcentagem de riscos que cabe ao projeto.

Tais dados foram organizados em forma de um gráfico e estão dispostos na Figura 8, para facilidade de compreensão dos resultados. Assim é possível perceber graficamente que, quanto menor o tempo de execução do projeto adotado, maior o risco de o projeto não ser finalizado e entregue na data estipulada.

**Figura 8:** Variação do risco em relação ao tempo



**Fonte:** Autora, 2018.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o presente trabalho, foi possível compreender o gerenciamento de riscos e suas aplicações no ramo da construção civil. Apesar da gama de possibilidades, analisou-se, a partir do estudo de caso, a aplicação do gerenciamento de riscos e sua importância para um projeto. Embora, as análises feitas neste trabalho sejam bastante simplificadas, nota-se que o gerenciamento de riscos deve envolver de alguma forma todas as partes do projeto desde a concepção até a entrega.

A partir do processo de identificação de riscos do estudo de caso, percebe-se a dificuldade de registrar todos os riscos antes que aconteçam, o que dificulta a produção de uma estimativa confiável. Por outro lado, pode-se notar a necessidade e vantagem da criação de um banco de dados para a empresa e aumentar as possibilidades de sucesso dos projetos futuros.

A partir dos resultados obtidos, observou-se que os riscos em situação de ponto crítico, por exemplo, são os riscos de não atendimento às especificações do projeto, atraso para entrega do projeto e imprevisibilidade devido a fatores climáticos. São riscos que caso não recebam o devido tratamento, possivelmente irão impedir o sucesso do projeto, todavia, são riscos relativamente de fácil tratamento.

Também é possível notar com a análise de riscos, o quão relativo é a intensidade e probabilidade dos riscos, pois a execução do projeto pode ter pontos positivos e negativos variáveis. Ou seja, no estudo de caso por exemplo, considerou-se os riscos de comunicação e organização em situação de ponto de atenção, mas tais considerações foram realizadas para este caso específico, entretanto, em outras empresas a comunicação e organização podem ser um diferencial positivo.

Outra questão interessante é a discussão das possibilidades de falhas ao invés da negação. Essa questão foi abordada no trabalho, no quesito cronograma, onde foi possível notar as possibilidades de trabalhar e modificar as projeções de tempo, com base no risco que se quer ou pode correr.

Pode-se notar com os resultados do estudo de caso, que seria possível reduzir o tempo do cronograma em aproximadamente 18 dias sem sofrer nenhum risco baseado no tempo médio. É possível reduzir ainda mais o tempo de obra, expondo o projeto a riscos maiores, mas com um controle pró-ativo.

Os riscos não estão simplesmente ligados a fatores negativos, correr riscos também pode ser sinônimo de ousadia, e a adoção de um cronograma menor, dentro de um risco aceitável, pode ser o diferencial para ganhar a concorrência de um projeto.

De modo geral, respondendo ao questionamento do trabalho, pode se concluir a partir dos resultados obtidos, que uma boa gestão de riscos se faz aprendendo ao máximo possível com as falhas dos projetos passados e utilizando essas falhas como aprendizado, formando, um banco de dados para projetos futuros.

A partir da revisão literária, constatou-se que, embora a ocorrência dos fatores de risco seja comum, é a percepção da sua importância que faz com que alguma medida de precaução ou correção seja tomada. Devido aos grandes valores de investimento e grandiosidade de um projeto de construção civil, que é o caso de estudo, não se pode deixá-lo a mercê do destino, sem se fazer uma adequada gestão dos riscos do projeto.

Os resultados obtidos no presente trabalho podem servir de base para outras pesquisas na área de gerenciamento de riscos. Uma análise de probabilidade de riscos envolvendo os custos do projeto, por exemplo, seria relevante. Ademais, como uma das dificuldades de se gerenciar os riscos na construção civil, está no gerenciamento da mão de obra, que seria uma complementação interessante ao estudo.

Cada projeto possui suas individualidades, deste modo se torna inviável criar uma estrutura geral, que sirva para todo e qualquer tipo de projeto. No entanto, as estruturas apresentadas neste estudo, servem como base para elaboração de novas estruturas, que atendam as especificações de cada projeto.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, A.; SCHMITZ, E. **Análise de risco em gerência de projetos**: 1. Ed. Rio de Janeiro: Editora Brasport, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 31000: Gestão de riscos - Princípios e diretrizes. Rio de Janeiro. 2018.

BRITO, E. **Gerenciamento de riscos na construção civil**. 2013. <[http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUBD-9Y6JPA/elisa\\_eng\\_civil.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUBD-9Y6JPA/elisa_eng_civil.pdf?sequence=1)> Acesso em 26 de junho de 2018.

CARVALHO, M. M.; RABECHNI, Roque Jr. **Fundamentos em gestão de projetos: construindo competências para gerenciar projetos**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

CUKIERMAN, Z. S. **O modelo PERT/COM aplicado a projetos**. 7ed. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2000.

FERREIRA, V.G. **Importância da gestão de riscos na construção civil**. 2016. <<https://pmkb.com.br/artigos/gestao-de-riscos-na-construcao-civil/>> Acesso em 26 de junho de 2018.

MELO, M. **Gerenciamento de projetos para a construção civil**. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.

MONTES, E. **Glossário de gerenciamento de projetos**. 2018. <<https://escritoriodeprojetos.com.br/glossario-de-gerenciamento-de-projetos> > Acesso em 27 de junho de 2018.

PMI. **Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®)**. Quarta edição em português. Project Management Institute (PMI). Global Standard, EUA, 2017.

PRADO, D. **Planejamento e Controle de Projetos**. 3 ed. Belo Horizonte, MG: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2001.

SALLES JR., C. A. C. et al. **Gerenciamento de riscos em projetos**. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2010.

SILVA, M. B. **Proposta de roteiro para o gerenciamento de riscos em obras empreitadas de construção civil.** Dissertação (Mestrado), Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.

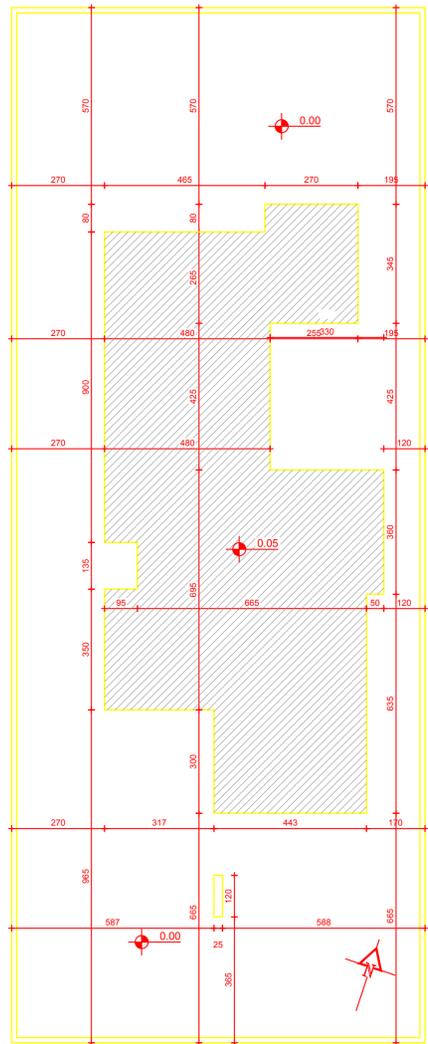
SILVA, T. C. R.; ALENCAR, M. H. **Gestão de riscos na indústria da construção civil: proposição de uso integrado de metodologias.** Universidade Federal do Pernambuco, 2013.

SILVA, V. F. **Análise de risco na construção – guia de procedimentos para gestão.** Dissertação (Mestrado), Faculdade de engenharia, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2012.

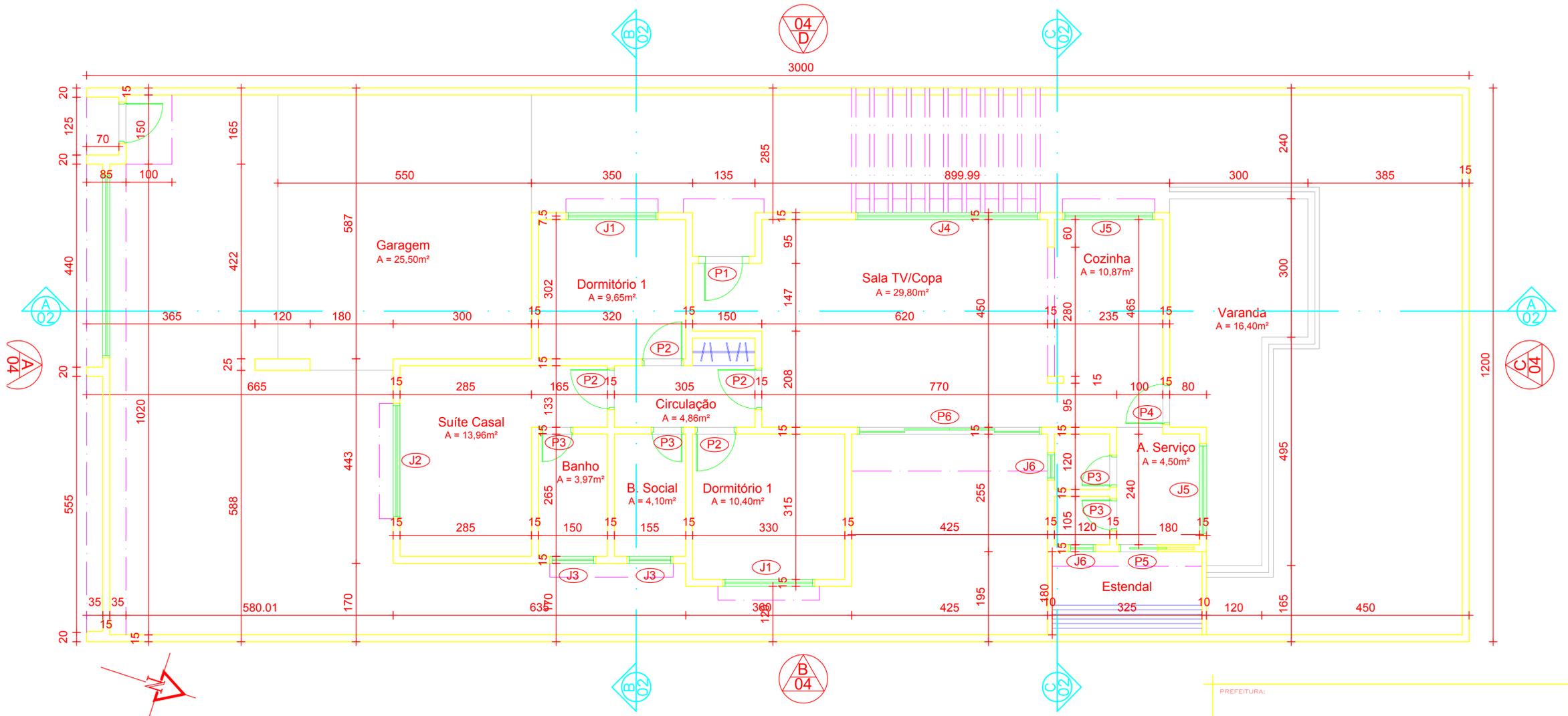
VALLE, A. B.; SOARES, C. A. P.; FINOCCHIO, J.; SILVA, L. S. F. **Fundamentos do gerenciamento de projetos.** 2 ed. Rio de Janeiro. 2010.

VARGAS, R. **Gerenciamento de projetos.** 7ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

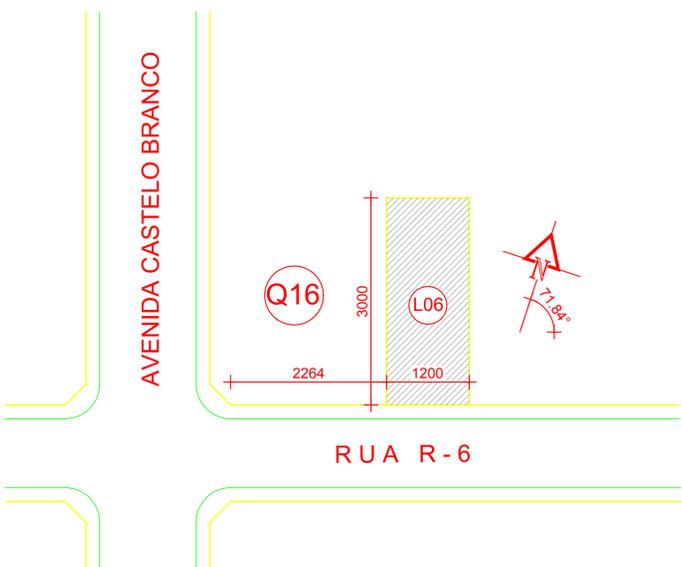
## **ANEXO A**



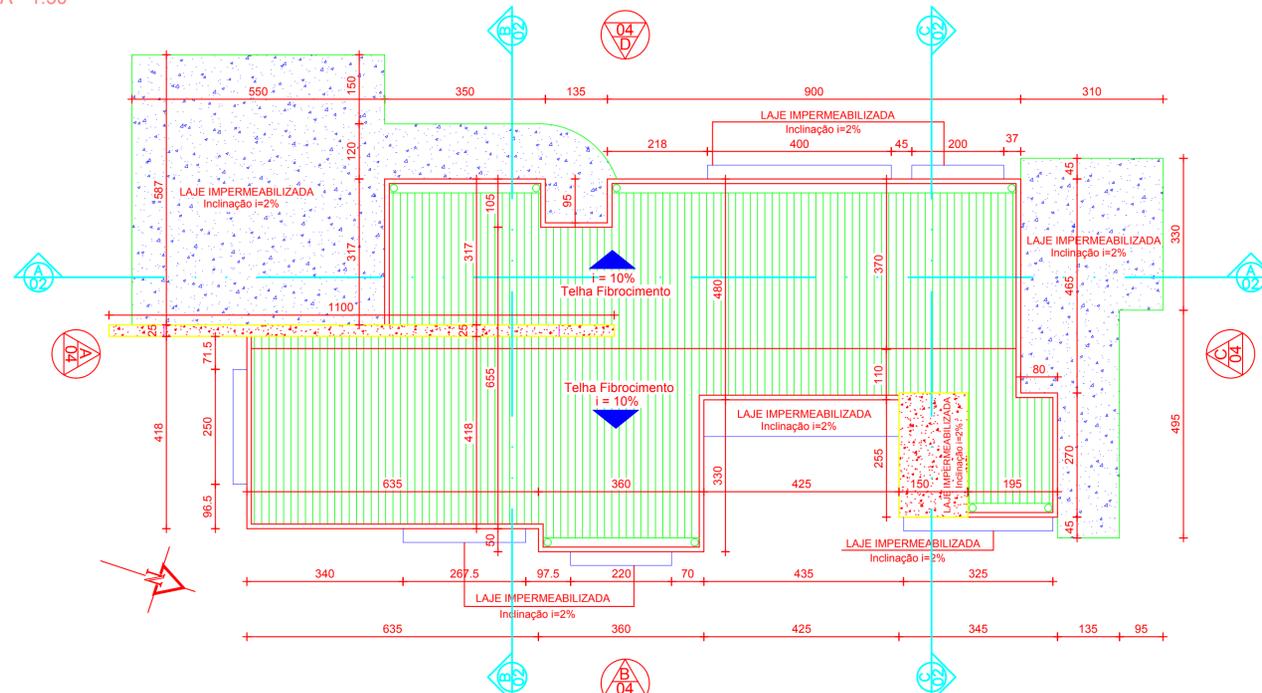
**1 PLANTA LOCAÇÃO**  
ESCALA - 1:125



**2 IMPLANTAÇÃO**  
ESCALA - 1:50

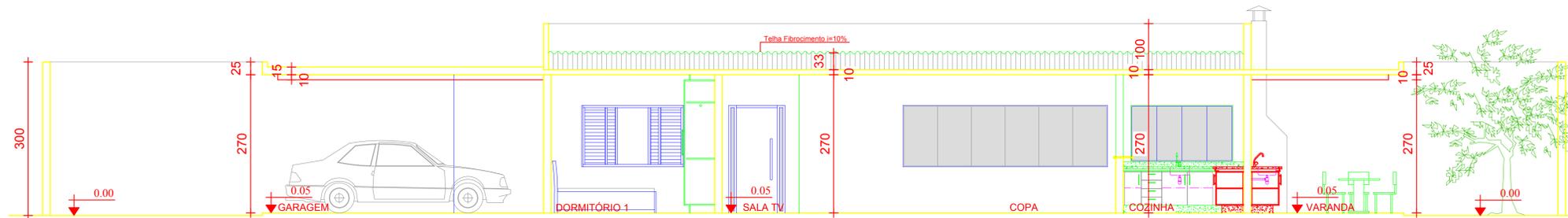


**3 SITUAÇÃO**  
ESCALA - 1:500



**4 PLANTA COBERTURA**  
ESCALA - 1:75

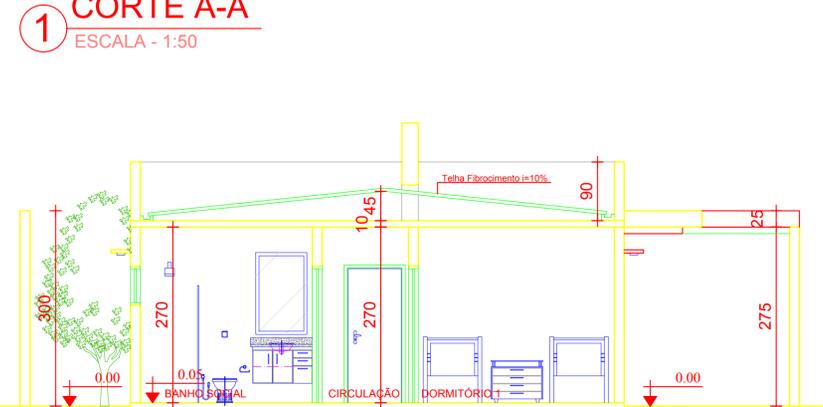
|   |                       |   |                          |
|---|-----------------------|---|--------------------------|
| PREFEITURA:   |                       | DECLARAÇÃO:<br>DECLARO ESTAR CIENTE QUE A APROVAÇÃO DESTE PROJETO NÃO SIGNIFICA O RECONHECIMENTO DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO QUE O HABITE-SE SÓ SEM O FORNECIMENTO PARA: -PROJETOS EXECUTADOS SEM MODIFICAÇÕES; -REDE DE ÁGUAS PLUVIAIS NÃO LIGADA A REDE DE ESGOTO E (VCS-VÉRICA); -PLANTIO DE 01(CUMA) ÁRVORE PARA CADA 12,00m² (DOZE METROS DE PASSO); -QUE DEVERÁ SER MANTIDA PARA FISCALIZAÇÃO NA OBRA LIMA VIA DESTE DOCUMENTO E O RESPECTIVO ALVARÁ DE LICENÇA. |                          |
| CREA:   |                       | PROPRIETÁRIO: <b>TANIA REGINA PELLAQUIM BARROS</b>  |                          |
| TÍTULO: <b>RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR</b>   |                       | LOCAL: RUA 6  |                          |
| LOTE: 06  |                       | QUADRA: 16  | LOTEAMENTO: AGUAS CLARAS |
| ASSINATURAS   |                       | ÁREAS: (M2)   |                          |
| PROPRIETÁRIO: TANIA REGINA PELLAQUIM BARROS                                     |                       | TERRENO: 360,00 m2  |                          |
| PROJETO: TANIA REGINA PELLAQUIM BARROS ARQUITETA CREA 12025 D/GO                |                       | ÁREA EDIFICAÇÃO: 109,53 m2  |                          |
|   |                       | CORPO DA CASA: 109,53 m2  |                          |
|   |                       | GARAGEM: 25,56 m2   |                          |
|   |                       | VARANDA: 16,42 m2   |                          |
|   |                       | ÁREA TOTAL: 151,91 m2   |                          |
|   |                       | TAXA DE OCUPAÇÃO: 42,20%  |                          |
| CONTEÚDO:<br>PLANTA LOCAÇÃO / IMPLANTAÇÃO<br>PLANTA SITUAÇÃO / PLANTA COBERTURA |                       | FOLHA:  |                          |
|   |                       | <b>01/03</b>  |                          |
| PROJETO: MARÇO/2006   | DESENHO: ANA CAROLINA | ARQUIVO: PLANTA BAIXA   | ESCALA: INDICADA         |



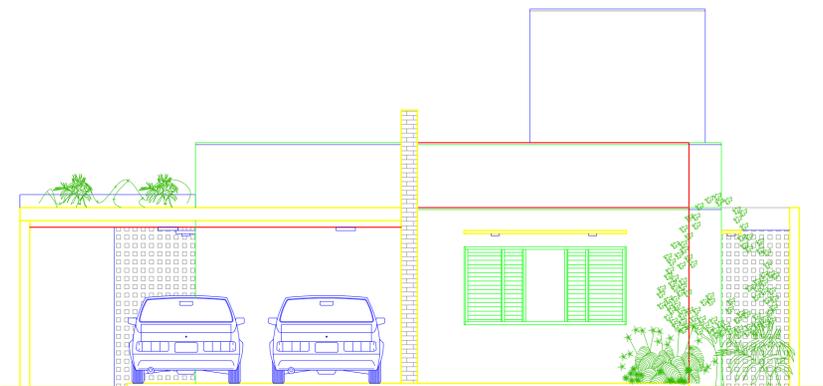
| QUADRO DE ESQUADRIAS |           |      |       |       |                    |   |
|----------------------|-----------|------|-------|-------|--------------------|---|
| NOME                 | DIMENSÕES |      |       | QUANT | ACABAMENTOS        | OBSERVAÇÕES:                                    |
|                      | LARG.     | ALT. | PEIT. |       |                    |   |
| P1                   | 100       | 210  | ----  | 1     | Madeira pintada    | Porta de Entrada com moldura                    |
| P2                   | 80        | 210  | ----  | 4     | Madeira pintada    | Porta de Abrir Lisa                             |
| P3                   | 60        | 210  | ----  | 4     | Madeira pintada    | Porta de Abrir Lisa                             |
| P4                   | 80        | 210  | ----  | 1     | Alumínio anodizado | Porta de Abrir veneziana                        |
| P5                   | 80        | 210  | ----  | 1     | Alumínio anodizado | Porta de Correr Embutida veneziana              |
| P6                   | 400       | 210  | ----  | 1     | Blindex            | Porta de Correr 4 folhas vidro                  |
| P7                   | 80        | 240  | ----  | 1     | Alumínio           | Portão de Entrada de Pedestres                  |
| P8                   | 400       | 240  | ----  | 1     | Alumínio           | Portão de Entrada de Carros de correr com motor |
| J1                   | 200       | 120  | 90    | 2     | Alumínio anodizado | Veneziana                                       |
| J2                   | 250       | 120  | 90    | 1     | Alumínio anodizado | Veneziana                                       |
| J3                   | 100       | 60   | 150   | 2     | Alumínio anodizado | Janela Maximoar                                 |
| J4                   | 400       | 120  | 90    | 1     | Blindex            | Janela de Correr 6 folhas de vidro              |
| J5                   | 200       | 110  | 100   | 2     | Blindex            | Janela de Correr 4 folhas vidro                 |
| J6                   | 60        | 60   | 150   | 2     | Alumínio anodizado | Janela Maximoar                                 |

OBS: As marquizes da casa possuem 40cm de largura e ficam à 230cm de altura do chão. Possuem 10 cm de espessura.

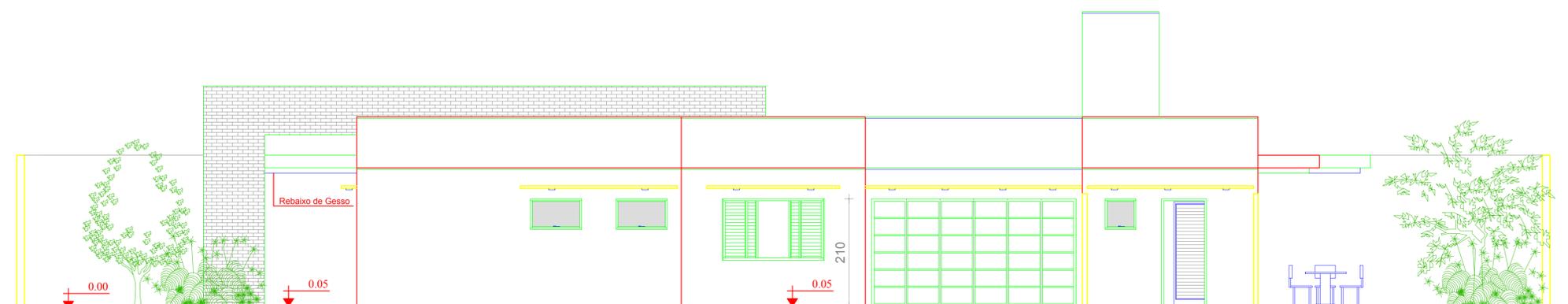
**1** CORTE A-A  
ESCALA - 1:50



**2** CORTE B-B  
ESCALA - 1:50

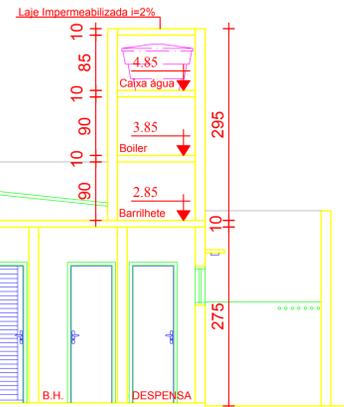


**5** FACHADA A  
ESCALA - 1:50

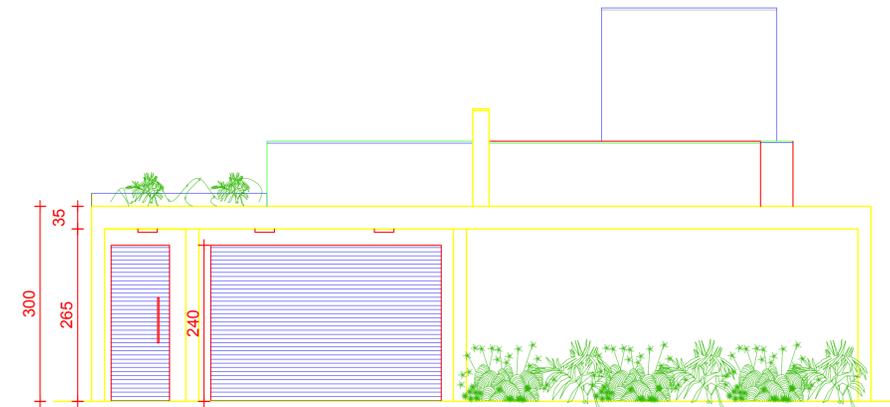


**6** FACHADA C  
ESCALA - 1:50

**7** FACHADA B  
ESCALA - 1:50

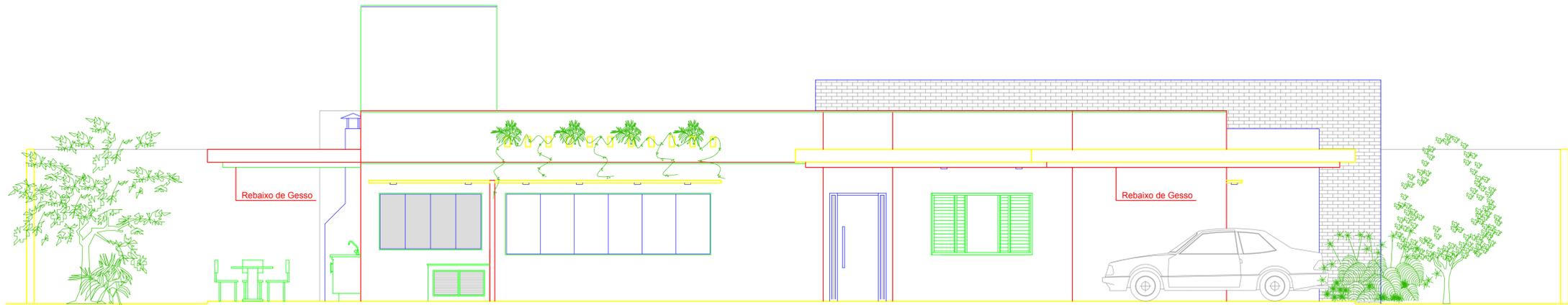


**3** CORTE C-C  
ESCALA - 1:50



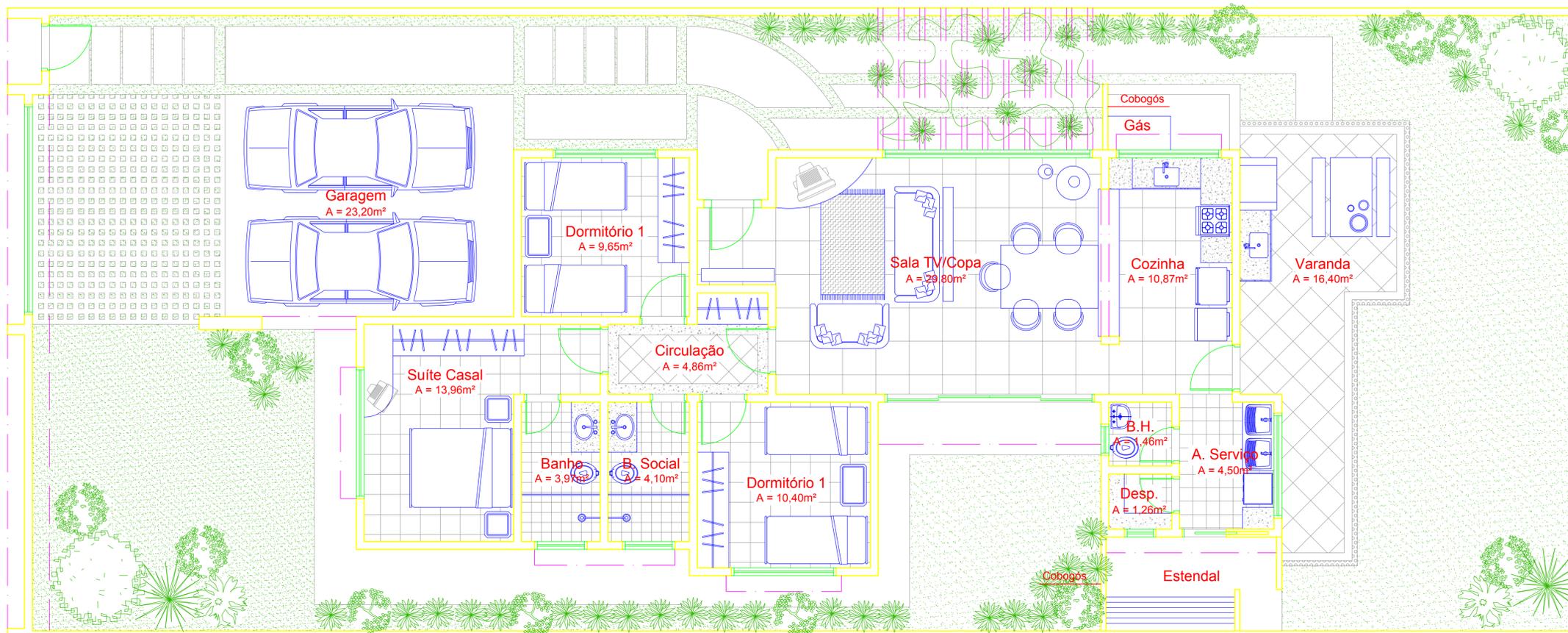
**4** FACHADA EXTERNA  
ESCALA - 1:50

|  |  |
|--|--|
| PREFEITURA:  |  |
| CREA:  | DECLARAÇÃO:<br>DECLARO ESTAR CIENTE QUE A APROVAÇÃO DESTA PROPOSTA NÃO SIGNIFICA O RECONHECIMENTO DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO.<br>QUE O HABITE-SE SE SERÁ FORNECIDO PARA: -PROJETOS EXECUTADOS SEM MODIFICAÇÕES; -REDE DE ÁGUAS PLUVIAIS NÃO LIGADA A REDE DE ESGOTO E (VIZE-VERSA); -PLURISSE DE DIVULGAÇÃO ANÚNCIO PARA CADA 12,00m² (DOZE METROS DE PASEDO); -QUE DEVERÁ SER MANTIDA PARA FISCALIZAÇÃO NA OBRA UMA VÁZ DESTE DOCUMENTO E O RESPECTIVO ALVARÁ DE LICENÇA. |
| PROPRIETÁRIO: TANIA REGINA PELLAQUIM BARROS                      |  |
| TÍTULO: RESIDENCIA UNIFAMILIAR                                   |  |
| LOCAL: RUA 6   |  |
| LOTE: 06   | QUADRA: 16      LOTEAMENTO: AGUAS CLARAS   |
| ASSINATURAS  | ÁREAS: (M2)  |
| PROPRIETÁRIO: TANIA REGINA PELLAQUIM BARROS                      | TERRENO: 360,00 M2;<br>ÁREA EDIFICAÇÃO:<br>CORPO DA CASA: 109,63 M2<br>GARAGEM: 26,36 M2<br>VARANDA: 16,42 M2  |
| PROJETO: TANIA REGINA PELLAQUIM BARROS ARQUITETA CREA 12025 D/GO | ÁREA TOTAL: 151,91 M2  |
| TAXA DE OCUPAÇÃO: 42,20%   |  |
| FOLHA:   |  |
| <b>02/03</b>   |  |
| PROJETO: MARÇO/2006  | DESENHO: ANA CAROLINA  |
| ARQUIVO: PLANTA BAIXA  | ESCALA: INDICADA   |



**1 FACHADA D**  
ESCALA - 1:125

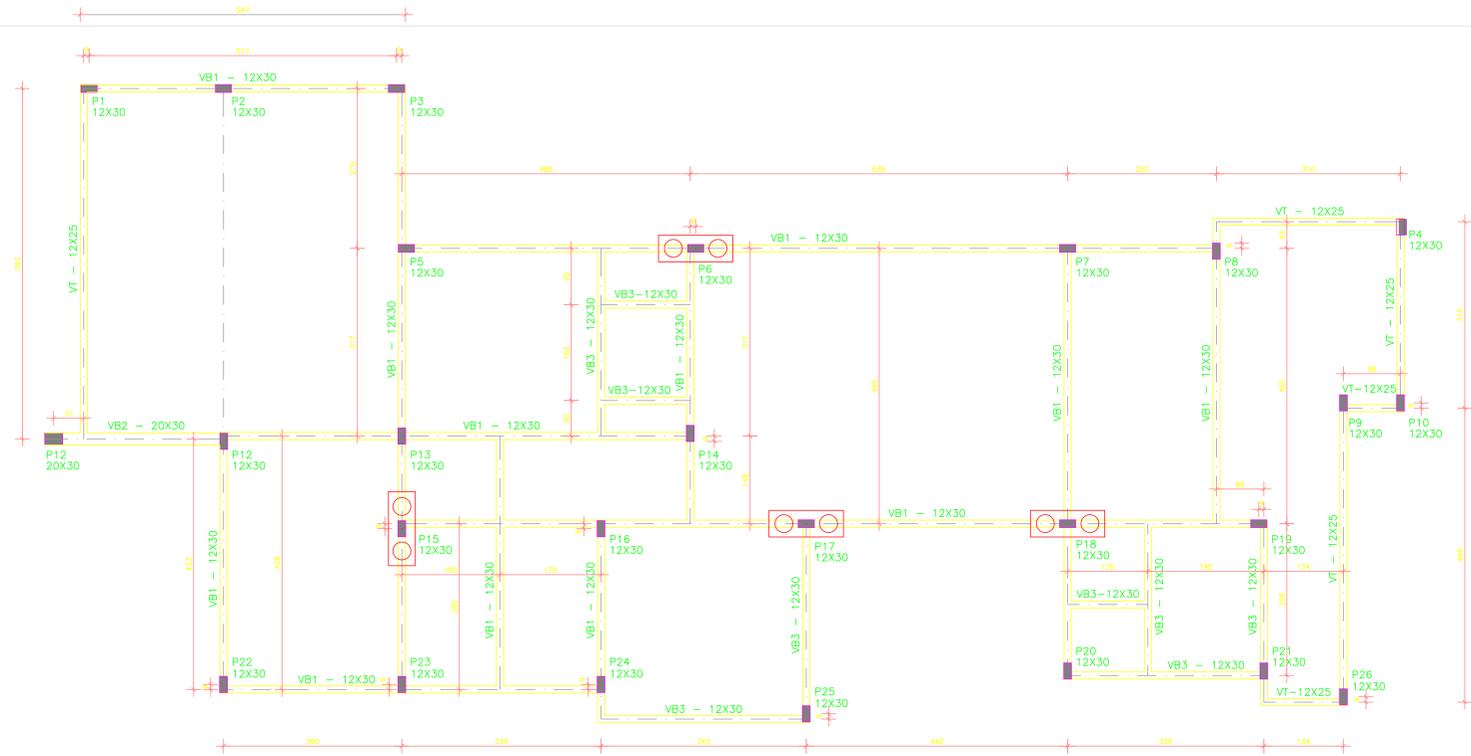
| QUADRO DE ESPECIFICAÇÕES |               |         |                 |                |         |              |          |              |          |         |            |              |              |              |              |             |
|--------------------------|---------------|---------|-----------------|----------------|---------|--------------|----------|--------------|----------|---------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| AMBIENTES                | ENTR. GARAGEM | GARAGEM | CAMINHO LATERAL | SALA TV / COPA | COZINHA | ÁREA SERVIÇO | DESPENSA | B.H. SERVIÇO | ESTENDAL | VARANDA | CIRCULAÇÃO | BANHO SOCIAL | DORMITÓRIO 1 | DORMITÓRIO 2 | QUARTO CASAL | BANHO CASAL |
| ESPECIFICAÇÕES           |               |         |                 |                |         |              |          |              |          |         |            |              |              |              |              |             |
| PISO                     |               |         |                 |                |         |              |          |              |          |         |            |              |              |              |              |             |
|                          |               |         |                 |                |         |              |          |              |          |         |            |              |              |              |              |             |
| Paredes                  |               |         |                 |                |         |              |          |              |          |         |            |              |              |              |              |             |
|                          |               |         |                 |                |         |              |          |              |          |         |            |              |              |              |              |             |
| TETO                     |               |         |                 |                |         |              |          |              |          |         |            |              |              |              |              |             |
|                          |               |         |                 |                |         |              |          |              |          |         |            |              |              |              |              |             |



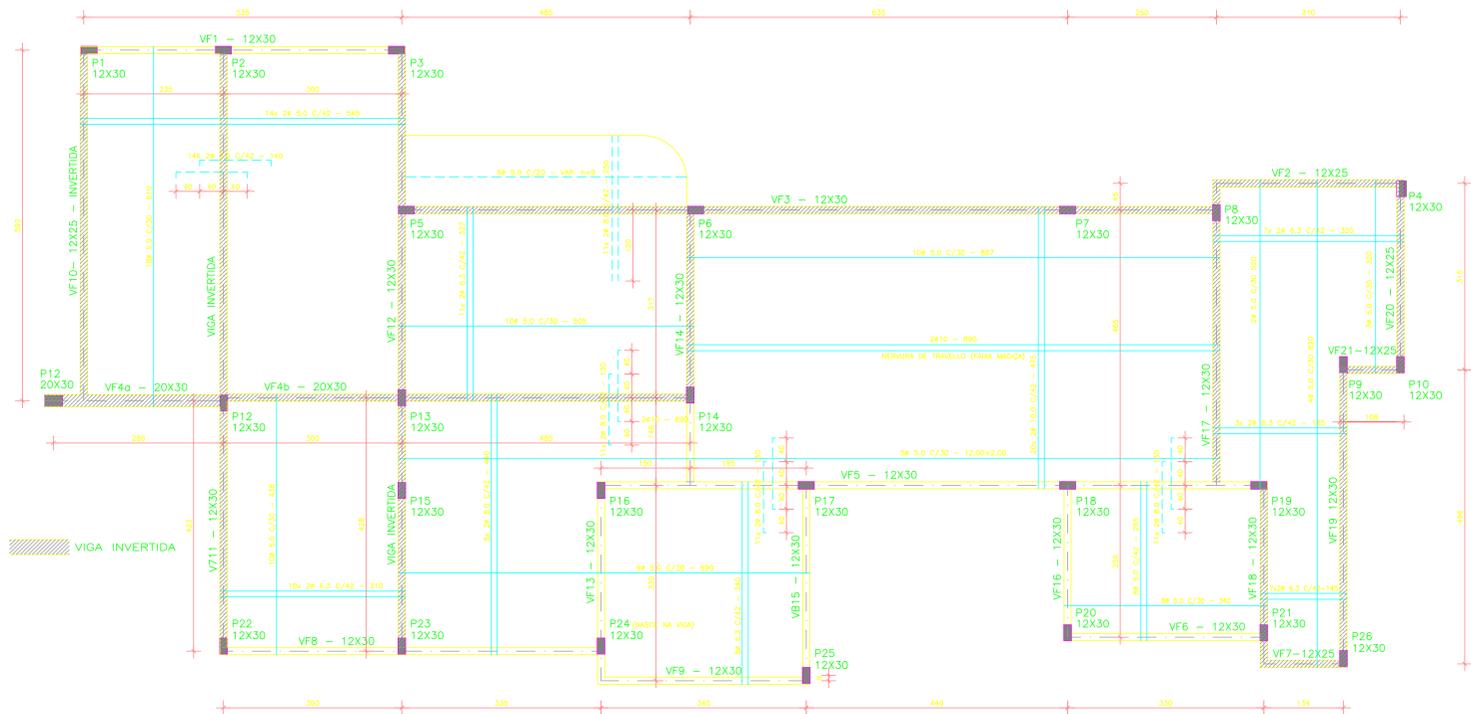
**2 PLANTA LAYOUT**  
ESCALA - 1:50

|   |   |
|---|---|
| PREFEITURA:   |   |
| CREA:   | DECLARAÇÃO:<br>DECLARO ESTAR CIENTE:<br>QUE A APROVAÇÃO DESTA PROJETO NÃO SIGNIFICA O RECONHECIMENTO DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO<br>QUE O HABITE-SE SO SERA FORNECIDO PARA:<br>-PROJETOS EXECUTADOS SEM MODIFICAÇÕES;<br>-REDE DE AGUAS PLUVIAS NÃO LIGADA A REDE DE ESGOTO E (VICE-VERSA);<br>-PLANTIO DE 01(UMA) ARVORE PARA CADA 12,00m (DOZE METROS DE PASSADIS);<br>-QUE DEVERA SER MANTIDA PARA FISCALIZAÇÃO NA OBRA UMA VIA DESTA DOCUMENTO E O RESPECTIVO ALVARA DE LICENÇA. |
| PROPRIETARIO:   | TANIA REGINA PELLAQUIM BARROS   |
| TITULO:   | RESIDENCIA UNIFAMILIAR  |
| LOCAL:  | RUA 6   |
| LOTE:   | 06  |
| QUADRA:   | 16  |
| LOTEAMENTO:   | AGUAS CLARAS  |
| ASSINATURAS   | ÁREAS: (M2)   |
| PROPRIETARIO: TANIA REGINA PELLAQUIM BARROS                         | TERRENO: 360,00 M2;<br>ÁREA EDIFICAÇÃO:<br>CORPO DA CASA: 109,53 m2<br>GARAGEM: 25,96 m2<br>VARANDA: 16,42 m2   |
| PROJETO: TANIA REGINA PELLAQUIM BARROS<br>ARQUITETA CREA 12025 0/00 | ÁREA TOTAL: 151,91 m2   |
| CONTEUDO:<br>FACHADA D / QUADRO DE ESPECIFICAÇÕES<br>PLANTA LAYOUT  | TAXA DE OCUPAÇÃO: 42,20%  |
| PROJETO: MARÇO/2006   | DESENHO: ANA CAROLINA   |
| ARQUIVO: PLANTA BAIXA   | ESCALA: INDICADA  |
|   | FOLHA: <b>03/03</b>   |

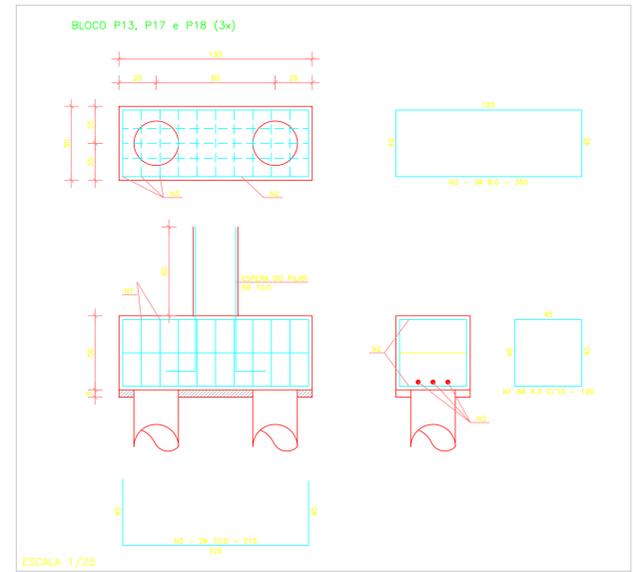
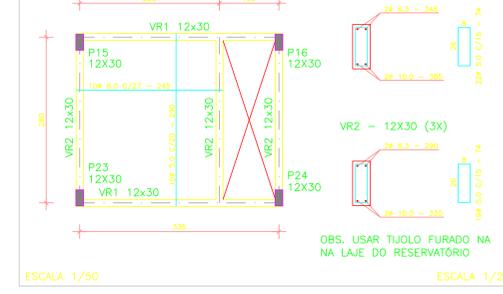
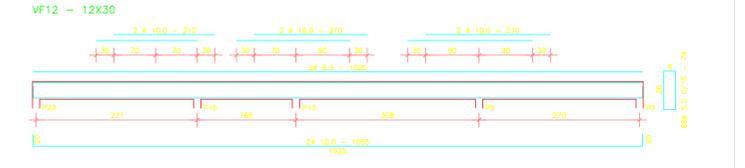
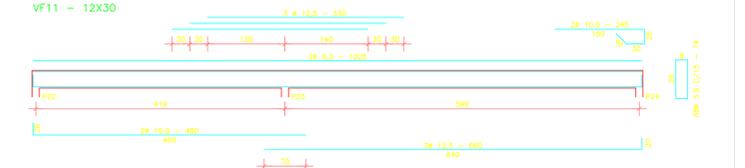
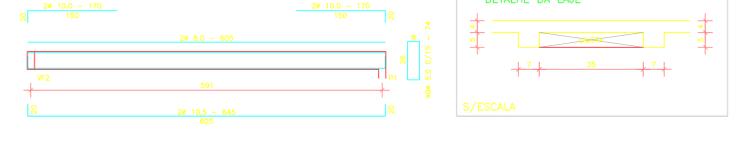
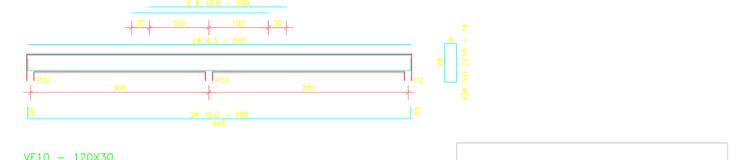
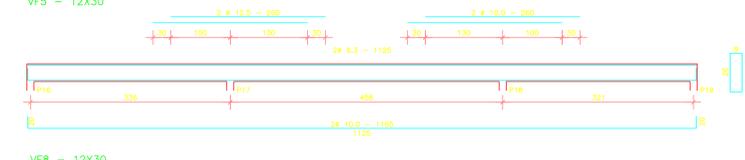
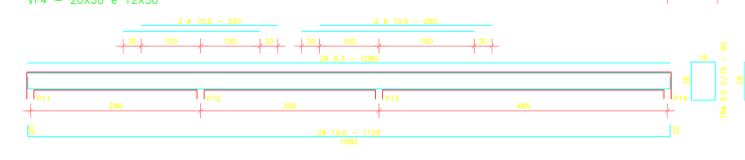
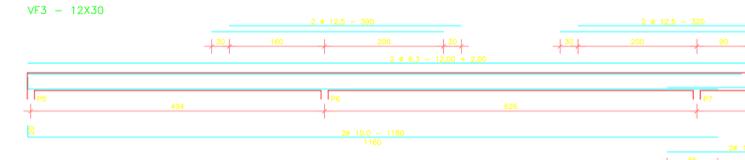
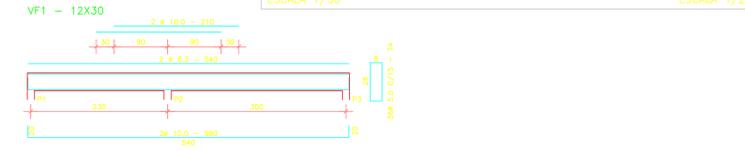
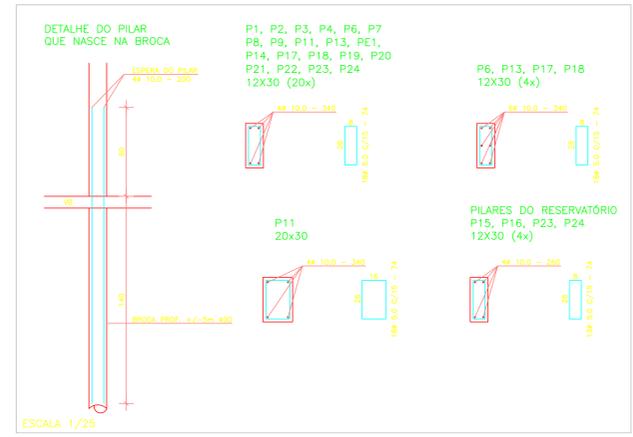
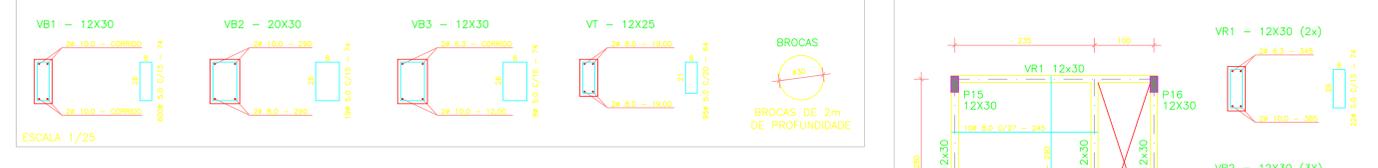
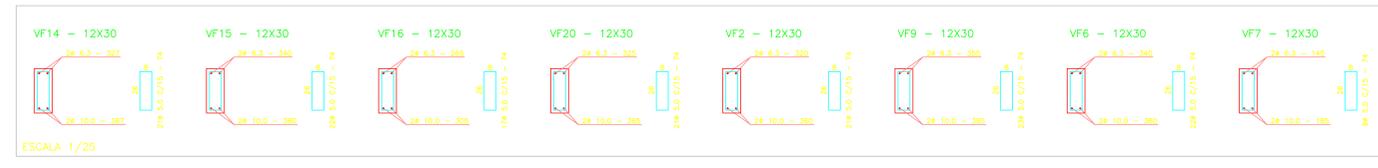
## **ANEXO B**



**LOCAÇÃO DOS PILARES / VIGA BALDRAME**  
ESCALA 1/50



**ARMAÇÃO LAJE DE FORRO**  
ESCALA 1/50



**FERRAGENS**

| Ø    | m   | QUANT. | BARBAS |
|------|-----|--------|--------|
| 5.0  | 760 | 65     |        |
| 6.3  | 225 | 20     |        |
| 8.0  | 12  | 01     |        |
| 10.0 | 268 | 24     |        |
| 12.5 | 56  | 08     |        |

**BLOCOS**

| Ø    | m  | QUANT. | BARBAS |
|------|----|--------|--------|
| 6.3  | 48 | 04     |        |
| 8.0  | 35 | 03     |        |
| 10.0 | 03 | 03     |        |

**PILARES**

| Ø    | m   | QUANT. | BARBAS |
|------|-----|--------|--------|
| 5.0  | 340 | 29     |        |
| 10.0 | 735 | 63     |        |

**LAJE FORRO**

| Ø    | m   | QUANT. | BARBAS |
|------|-----|--------|--------|
| 5.0  | 708 | 60     |        |
| 6.3  | 190 | 18     |        |
| 8.0  | 247 | 21     |        |
| 10.0 | 220 | 19     |        |

**VIGA BALDRAME**

| Ø    | m   | QUANT. | BARBAS |
|------|-----|--------|--------|
| 5.0  | 588 | 49     |        |
| 6.3  | 12  | 01     |        |
| 8.0  | 46  | 5      |        |
| 10.0 | 405 | 35     |        |

PREFEITURA:

CREA:

DECLARAÇÃO:

DECLARO ESTAR CIENTE:  
 QUE A APROVAÇÃO DESTA PROPOSTA NÃO SIGNIFICA O RECONHECIMENTO DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO  
 QUE O HABITE-SE NÃO SERÁ FORNECIDO PARA:  
 -PROJETOS EXECUTADOS SEM MODIFICAÇÕES  
 -REDE DE ÁGUAS PLUVIAIS NÃO LIGADA A REDE DE ESGOTO E (VICE-VERSA).  
 -PLANTIO DE 01(UMA) ÁRVORE PARA CADA 12,00m<sup>2</sup> (DOZE METROS QUADRADOS DE PASSADOURO).  
 -QUE DEVERÁ SER MANTIDA PARA FISCALIZAÇÃO NA OBRA UMA VIA DESTA DOCUMENTO E O RESPECTIVO ALVARÁ DE LICENÇA.

PROPRIETÁRIO: **TANIA REGINA PELLAQUIM BARROS**

TÍTULO: **PROJETO ESTRUTURAL RESIDENCIAL UNIFAMILIAR**

LOCAL: **RUA 6**

LOTE: **06** QUADRA: **16** LOTEAMENTO: **AGUAS CLARAS**

ASSINATURAS:

ÁREAS: (M<sup>2</sup>)

TERRAÇO: 360,00 M<sup>2</sup>

ÁREA EDIFICAÇÃO: 109,53 M<sup>2</sup>

GARAGEM: 25,36 M<sup>2</sup>

VANDELA: 16,42 M<sup>2</sup>

ÁREA TOTAL: 161,91 M<sup>2</sup>

TAXA DE OCUPAÇÃO: 42,20%

FOLHA:

CONTEÚDO: **PROJETO HIDRÁULICO COMPLETO**

DATA: 25/MARÇO/2006

DESENHADOR: **JÔNIO DE LIMA**

ARGUIVADO: TANIA REGINA PELLAQUIM BARROS

ESCALA: INDICADA

**ÚNICA**

## ANEXO C

Tabela de valores de probabilidade de ocorrência para curva normal

| Z   | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0,0 | 0000 | 0040 | 0080 | 0120 | 0160 | 0199 | 0239 | 0279 | 0319 | 0359 |
| 0,1 | 0398 | 0438 | 0478 | 0517 | 0557 | 0596 | 0636 | 0675 | 0714 | 0753 |
| 0,2 | 0793 | 0832 | 0871 | 0910 | 0948 | 0987 | 1026 | 1064 | 1103 | 1141 |
| 0,3 | 1179 | 1217 | 1255 | 1293 | 1331 | 1368 | 1406 | 1443 | 1480 | 1517 |
| 0,4 | 1554 | 1591 | 1628 | 1664 | 1700 | 1736 | 1772 | 1808 | 1844 | 1879 |
| 0,5 | 1915 | 1950 | 1985 | 2019 | 2059 | 2088 | 2123 | 2157 | 2190 | 2224 |
| 0,6 | 2257 | 2291 | 2324 | 2357 | 2389 | 2422 | 2454 | 2486 | 2517 | 2549 |
| 0,7 | 2580 | 2611 | 2642 | 2673 | 2703 | 2734 | 2764 | 2794 | 2823 | 2852 |
| 0,8 | 2881 | 2910 | 2939 | 2967 | 2995 | 3023 | 3051 | 3087 | 3106 | 3133 |
| 0,9 | 3159 | 3186 | 3212 | 3238 | 3264 | 3289 | 3315 | 3340 | 3365 | 3389 |
| 1,0 | 3413 | 3438 | 3461 | 3485 | 3508 | 3531 | 3554 | 3577 | 3599 | 3621 |
| 1,1 | 3643 | 3665 | 3686 | 3708 | 3729 | 3759 | 3770 | 3790 | 3810 | 3830 |
| 1,2 | 3849 | 3869 | 3888 | 3907 | 3925 | 3944 | 3962 | 3980 | 3997 | 4015 |
| 1,3 | 4032 | 4049 | 4066 | 4082 | 4099 | 4115 | 4131 | 4147 | 4162 | 4177 |
| 1,4 | 4192 | 4207 | 4222 | 4236 | 4251 | 4265 | 4279 | 4292 | 4306 | 4319 |
| 1,5 | 4332 | 4345 | 4357 | 4370 | 4382 | 4394 | 4406 | 4418 | 4429 | 4441 |
| 1,6 | 4452 | 4463 | 4474 | 4484 | 4495 | 4505 | 4515 | 4525 | 4535 | 4545 |
| 1,7 | 4554 | 4564 | 4573 | 4582 | 4591 | 4599 | 4608 | 4616 | 4625 | 4633 |
| 1,8 | 4641 | 4649 | 4656 | 4664 | 4671 | 4678 | 4686 | 4693 | 4699 | 4706 |
| 1,9 | 4713 | 4719 | 4726 | 4732 | 4738 | 4744 | 4750 | 4756 | 4761 | 4767 |
| 2,0 | 4772 | 4778 | 4783 | 4788 | 4793 | 4798 | 4803 | 4808 | 4812 | 4817 |
| 2,1 | 4821 | 4826 | 4830 | 4834 | 4838 | 4842 | 4846 | 4850 | 4854 | 4857 |
| 2,2 | 4861 | 4864 | 4868 | 4871 | 4875 | 4878 | 4881 | 4884 | 4887 | 4890 |
| 2,3 | 4893 | 4896 | 4898 | 4901 | 4904 | 4906 | 4909 | 4911 | 4913 | 4916 |
| 2,4 | 4918 | 4920 | 4922 | 4925 | 4927 | 4929 | 4931 | 4932 | 4934 | 4936 |
| 2,5 | 4938 | 4940 | 4941 | 4943 | 4945 | 4946 | 4948 | 4949 | 4951 | 4952 |
| 2,6 | 4953 | 4955 | 4956 | 4957 | 4959 | 4960 | 4961 | 4962 | 4963 | 4964 |
| 2,7 | 4965 | 4966 | 4967 | 4968 | 4969 | 4970 | 4971 | 4972 | 4973 | 4974 |
| 2,8 | 4974 | 4975 | 4976 | 4977 | 4977 | 4978 | 4979 | 4979 | 4980 | 4981 |
| 2,9 | 4981 | 4982 | 4982 | 4983 | 4984 | 4984 | 4985 | 4985 | 4986 | 4986 |
| 3,0 | 4986 | 4986 | 4987 | 4987 | 4988 | 4988 | 4988 | 4989 | 4989 | 4990 |

**Fonte:** Melo (2010)

## ANEXO D

| ESTIMATIVAS DE TEMPO |                          |       |        |             |                     |             |                     |             |                     |             |                     |              |                      |
|----------------------|--------------------------|-------|--------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|--------------|----------------------|
| Código               | Descrição                | PERT  | Comp90 | Comp90 - 1% | S <sup>2</sup> (1%) | Comp90 - 2% | S <sup>2</sup> (2%) | Comp90 - 3% | S <sup>2</sup> (3%) | Comp90 - 4% | S <sup>2</sup> (4%) | Comp90 - 5%  | S <sup>2</sup> (5%)  |
| 1.2.1.               | Estaqueamento            | 12,83 | 16,25  | 16,09       | 4,71                | 15,93       | 4,25                | 15,76       | 3,81                | 15,60       | 3,40                | 15,44        | 3,01                 |
| 1.2.2                | Blocos e vigas baldrames | 14    | 17,76  | 17,58       | 5,70                | 17,40       | 5,15                | 17,23       | 4,63                | 17,05       | 4,13                | 16,87        | 3,67                 |
| 1.3.1                | Pilar                    | 9,17  | 15,08  | 14,93       | 14,76               | 14,78       | 14,00               | 14,63       | 13,25               | 14,48       | 12,53               | 14,33        | 11,83                |
| 1.3.2                | Vigas/lajes              | 16,17 | 18,30  | 18,12       | 1,69                | 17,93       | 1,39                | 17,75       | 1,12                | 17,57       | 0,87                | 17,39        | 0,66                 |
| 1.4                  | Vedação                  | 16    | 22,93  | 22,70       | 19,96               | 22,47       | 18,61               | 22,24       | 17,32               | 22,01       | 16,07               | 21,78        | 14,87                |
| 1.7.1                | Interno                  | 21,17 | 28,54  | 28,25       | 22,33               | 27,97       | 20,57               | 27,68       | 18,88               | 27,40       | 17,26               | 27,11        | 15,72                |
| 1.7.2                | Externo                  | 11,83 | 16,80  | 16,63       | 10,23               | 16,46       | 9,53                | 16,30       | 8,85                | 16,13       | 8,20                | 15,96        | 7,57                 |
| 1.9.1                | Limpeza final            | 3     | 2,10   | 2,08        | 0,38                | 2,06        | 0,39                | 2,04        | 0,41                | 2,02        | 0,43                | 2,00         | 0,45                 |
| <b>Total</b>         |                          | 104   | 138    | 136         | 79,75               | 135         | 73,89               | 134         | 68,27               | 132         | 62,90               | 131          | 57,77                |
| Código               | Descrição                | PERT  | Comp90 | Comp90 - 6% | S <sup>2</sup> (6%) | Comp90 - 7% | S <sup>2</sup> (7%) | Comp90 - 8% | S <sup>2</sup> (8%) | Comp90 - 9% | S <sup>2</sup> (9%) | Comp90 - 10% | S <sup>2</sup> (10%) |
| 1.2.1.               | Estaqueamento            | 12,83 | 16,25  | 15,28       | 2,65                | 15,11       | 2,31                | 14,95       | 1,99                | 14,79       | 1,70                | 14,63        | 1,43                 |
| 1.2.2                | Blocos e vigas baldrames | 14    | 17,76  | 16,69       | 3,23                | 16,52       | 2,82                | 16,34       | 2,43                | 16,16       | 2,08                | 15,98        | 1,75                 |
| 1.3.1                | Pilar                    | 9,17  | 15,08  | 14,18       | 11,15               | 14,02       | 10,49               | 13,87       | 9,85                | 13,72       | 9,23                | 13,57        | 8,63                 |
| 1.3.2                | Vigas/lajes              | 16,17 | 18,30  | 17,20       | 0,48                | 17,02       | 0,32                | 16,84       | 0,20                | 16,65       | 0,11                | 16,47        | 0,04                 |
| 1.4                  | Vedação                  | 16    | 22,93  | 21,55       | 13,71               | 21,32       | 12,60               | 21,10       | 11,54               | 20,87       | 10,52               | 20,64        | 9,56                 |
| 1.7.1                | Interno                  | 21,17 | 28,54  | 26,83       | 14,24               | 26,54       | 12,84               | 26,26       | 11,52               | 25,97       | 10,26               | 25,69        | 9,08                 |
| 1.7.2                | Externo                  | 11,83 | 16,80  | 15,79       | 6,96                | 15,62       | 6,39                | 15,46       | 5,83                | 15,29       | 5,30                | 15,12        | 4,80                 |
| 1.9.1                | Limpeza final            | 3     | 2,10   | 1,97        | 0,47                | 1,95        | 0,49                | 1,93        | 0,51                | 1,91        | 0,53                | 1,89         | 0,55                 |
| <b>Total</b>         |                          | 104   | 138    | 129         | 52,89               | 128         | 48,25               | 127         | 43,86               | 125         | 39,72               | 124          | 35,82                |

| ESTIMATIVAS DE TEMPO |                          |       |        |              |                      |              |                      |              |                      |              |                      |              |                      |
|----------------------|--------------------------|-------|--------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|
| Código               | Descrição                | PERT  | Comp90 | Comp90 - 11% | S <sup>2</sup> (11%) | Comp90 - 12% | S <sup>2</sup> (12%) | Comp90 - 13% | S <sup>2</sup> (13%) | Comp90 - 14% | S <sup>2</sup> (14%) | Comp90 - 15% | S <sup>2</sup> (15%) |
| 1.2.1.               | Estaqueamento            | 12,83 | 16,25  | 14,46        | 1,18                 | 14,30        | 0,96                 | 14,14        | 0,76                 | 13,98        | 0,58                 | 13,81        | 0,43                 |
| 1.2.2                | Blocos e vigas baldrames | 14    | 17,76  | 15,81        | 1,45                 | 15,63        | 1,18                 | 15,45        | 0,94                 | 15,27        | 0,72                 | 15,10        | 0,53                 |
| 1.3.1                | Pilar                    | 9,17  | 15,08  | 13,42        | 8,04                 | 13,27        | 7,48                 | 13,12        | 6,94                 | 12,97        | 6,42                 | 12,82        | 5,93                 |
| 1.3.2                | Vigas/lajes              | 16,17 | 18,30  | 16,29        | 0,01                 | 16,10        | 0,00                 | 15,92        | 0,03                 | 15,74        | 0,08                 | 15,56        | 0,17                 |
| 1.4                  | Vedação                  | 16    | 22,93  | 20,41        | 8,63                 | 20,18        | 7,76                 | 19,95        | 6,93                 | 19,72        | 6,15                 | 19,49        | 5,41                 |
| 1.7.1                | Interno                  | 21,17 | 28,54  | 25,40        | 7,97                 | 25,12        | 6,93                 | 24,83        | 5,96                 | 24,54        | 5,07                 | 24,26        | 4,25                 |
| 1.7.2                | Externo                  | 11,83 | 16,80  | 14,95        | 4,32                 | 14,78        | 3,87                 | 14,62        | 3,44                 | 14,45        | 3,04                 | 14,28        | 2,66                 |
| 1.9.1                | Limpeza final            | 3     | 2,10   | 1,87         | 0,57                 | 1,85         | 0,59                 | 1,83         | 0,61                 | 1,81         | 0,63                 | 1,79         | 0,66                 |
| <b>Total</b>         |                          | 104   | 138    | 123          | 32,17                | 121          | 28,77                | 120          | 25,61                | 118          | 22,70                | 117          | 20,03                |
| Código               | Descrição                | PERT  | Comp90 | Comp90 - 16% | S <sup>2</sup> (16%) | Comp90 - 17% | S <sup>2</sup> (17%) | Comp90 - 18% | S <sup>2</sup> (18%) | Comp90 - 19% | S <sup>2</sup> (19%) | Comp90 - 20% | S <sup>2</sup> (20%) |
| 1.2.1.               | Estaqueamento            | 12,83 | 16,25  | 13,65        | 0,30                 | 13,49        | 0,19                 | 13,33        | 0,11                 | 13,16        | 0,05                 | 13,00        | 0,01                 |
| 1.2.2                | Blocos e vigas baldrames | 14    | 17,76  | 14,92        | 0,37                 | 14,74        | 0,24                 | 14,56        | 0,14                 | 14,39        | 0,07                 | 14,21        | 0,02                 |
| 1.3.1                | Pilar                    | 9,17  | 15,08  | 12,67        | 5,45                 | 12,52        | 4,99                 | 12,37        | 4,55                 | 12,21        | 4,13                 | 12,06        | 3,73                 |
| 1.3.2                | Vigas/lajes              | 16,17 | 18,30  | 15,37        | 0,28                 | 15,19        | 0,42                 | 15,01        | 0,60                 | 14,82        | 0,80                 | 14,64        | 1,04                 |
| 1.4                  | Vedação                  | 16    | 22,93  | 19,26        | 4,73                 | 19,03        | 4,09                 | 18,80        | 3,49                 | 18,57        | 2,94                 | 18,34        | 2,44                 |
| 1.7.1                | Interno                  | 21,17 | 28,54  | 23,97        | 3,50                 | 23,69        | 2,83                 | 23,40        | 2,22                 | 23,12        | 1,69                 | 22,83        | 1,23                 |
| 1.7.2                | Externo                  | 11,83 | 16,80  | 14,11        | 2,31                 | 13,94        | 1,98                 | 13,78        | 1,68                 | 13,61        | 1,40                 | 13,44        | 1,15                 |
| 1.9.1                | Limpeza final            | 3     | 2,10   | 1,76         | 0,68                 | 1,74         | 0,70                 | 1,72         | 0,73                 | 1,70         | 0,75                 | 1,68         | 0,77                 |
| <b>Total</b>         |                          | 104   | 138    | 116          | 17,61                | 114          | 15,44                | 113          | 13,51                | 112          | 11,83                | 110          | 10,39                |

**ESTIMATIVAS DE TEMPO**

| <b>Código</b> | <b>Descrição</b>         | <b>PERT</b> | <b>Compor90</b> | Compor90<br>-21% | S <sup>2</sup> (21%) | Compor90<br>-22% | S <sup>2</sup> (22%) | Compor90<br>-23% | S <sup>2</sup> (23%) | Compor90<br>-24% | S <sup>2</sup> (24%) | Compor90 -<br>25% | S <sup>2</sup> (25%) |
|---------------|--------------------------|-------------|-----------------|------------------|----------------------|------------------|----------------------|------------------|----------------------|------------------|----------------------|-------------------|----------------------|
| 1.2.1.        | Estaqueamento            | 12,83       | 16,25           | 12,84            | 0,00                 | 12,68            | 0,01                 | 12,51            | 0,05                 | 12,35            | 0,10                 | 12,19             | 0,19                 |
| 1.2.2         | Blocos e vigas baldrames | 14          | 17,76           | 14,03            | 0,00                 | 13,85            | 0,01                 | 13,68            | 0,05                 | 13,50            | 0,11                 | 13,32             | 0,21                 |
| 1.3.1         | Pilar                    | 9,17        | 15,08           | 11,91            | 3,35                 | 11,76            | 2,99                 | 11,61            | 2,66                 | 11,46            | 2,34                 | 11,31             | 2,04                 |
| 1.3.2         | Vigas/lajes              | 16,17       | 18,30           | 14,46            | 1,30                 | 14,27            | 1,59                 | 14,09            | 1,91                 | 13,91            | 2,27                 | 13,73             | 2,65                 |
| 1.4           | Vedação                  | 16          | 22,93           | 18,11            | 1,99                 | 17,89            | 1,58                 | 17,66            | 1,22                 | 17,43            | 0,90                 | 17,20             | 0,64                 |
| 1.7.1         | Interno                  | 21,17       | 28,54           | 22,55            | 0,85                 | 22,26            | 0,53                 | 21,98            | 0,29                 | 21,69            | 0,12                 | 21,41             | 0,03                 |
| 1.7.2         | Externo                  | 11,83       | 16,80           | 13,27            | 0,92                 | 13,10            | 0,72                 | 12,94            | 0,54                 | 12,77            | 0,39                 | 12,60             | 0,26                 |
| 1.9.1         | Limpeza final            | 3           | 2,10            | 1,66             | 0,80                 | 1,64             | 0,82                 | 1,62             | 0,85                 | 1,60             | 0,88                 | 1,58              | 0,90                 |
| <b>Total</b>  |                          | 104         | 138             | 109              | 9,21                 | 107              | 8,26                 | 106              | 7,56                 | 105              | 7,11                 | 103               | 6,91                 |