



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE GOIÁS - CAMPUS URUAÇU

ARTHUR ROGADO REIS

**PONTOCIVIL: DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE
ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO CIVIL**

URUAÇU
2023



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor:

Matrícula:

Título do Trabalho:

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Unvagu, 19/03/24.
Local Data

Arthur Rogado Reis



ARTHUR ROGADO REIS

PONTOCIVIL: DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Campus Uruaçu ligado ao Ministério da Educação, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Área de concentração: Análise e Desenvolvimento de Sistemas

Linha de pesquisa: Engenharia de Software

Orientador: Prof. Me. Maurílio Humberto Rodrigues
Miranda
Instituto Federal de Ciência e Educação de
Tecnologia de Goiás

URUAÇU
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Reis, Arthur Rogado.

R375p Pontocivil: desenvolvimento de sistema de orçamento para construção civil
[manuscrito] / . Arthur Rogado Reis - 2023.
XXXI, 78 p.

Orientador: Me. Maurílio Humberto Rodrigues.

Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Goiás: Campus Uruaçu, Tecnologia de Análise e Desenvolvimento
de Sistemas , 2023.

Bibliografia.

Inclui figuras, lista de figuras, lista de siglas.

1. Software - desenvolvimento. 2. Construção civil - orçamento. 3. Engenharia
de Software. I. Rodrigues, Maurílio Humberto (orientador). II. Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. III. Título.

CDD: 005.1

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Sabrina Gisele da Silva Felix
CRB1/2561



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS URUAÇU

Arthur Rogado Reis

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas ao Departamento de Áreas Acadêmicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Campus Uruaçu.

Aprovado em 29 de novembro de 2023.

(Assinado eletronicamente)

Prof. Me. Maurílio Humberto Rodrigues Miranda
Instituto Federal de Goiás - Campus Uruaçu - Orientador

(Assinado eletronicamente)

Prof. Me. Alexandre Martins Ferreira
Bueno
Instituto Federal de Goiás - Campus Uruaçu

(Assinado eletronicamente)

Profª Ma. Jéssica Azevedo Coelho
Instituto Federal de Goiás - Campus Aparecida de Goiânia

Documento assinado eletronicamente por:

- Jessica Azevedo Coelho, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 05/12/2023 11:10:32.
- Alexandre Martins Ferreira Bueno, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 04/12/2023 09:59:52.
- Maurilio Humberto Rodrigues Miranda, CHEFE - CD4 - URU-DAA, em 04/12/2023 09:45:19.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 30/11/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 484153
Código de Autenticação: 19f0988cc9



Dedico este trabalho primeiramente ao nosso Pai Criador, por me conceder a oportunidade de realizar este trabalho e por me guiar em todos os momentos da minha vida. Dedico também aos meus pais, Carlos Eduardo Jesus dos Reis e Nilva Rogado da Silva, à minha irmã, Maria Eduarda Rogado Reis, e à minha avó, Divanir Maria de Jesus Reis Mantovane, por serem minha razão de viver, por me apoiarem incondicionalmente e por me darem todo o amor, carinho e exemplo que eu preciso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Instituto Federal de Goiás (IFG) e a todos os professores que fizeram parte da minha formação, em especial ao meu orientador Maurílio, e banca examinadora, Alexandre e Jéssica, por me ensinarem, me orientarem e me incentivarem a buscar o conhecimento. Agradeço à minha namorada Júlia, que me auxiliou na execução do trabalho, por compartilhar comigo as dificuldades, as conquistas e as alegrias deste projeto. A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigado.

*Se cheguei até aqui foi porque me apoiei
no ombro dos gigantes. (NEWTON, Isaac,
1676).*

RESUMO

ROGADO REIS, Arthur. PONTOCIVIL: DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO CIVIL. 2023. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Campus Uruaçu. Uruaçu, 2023.

O uso de *software* é uma atividade essencial em quase todas as áreas da sociedade moderna, pois permite a automação de tarefas, a redução de erros humanos e a melhoria da qualidade dos serviços. A construção civil é um dos setores que se beneficia dos softwares, especialmente na etapa de orçamentação, que é crucial para o planejamento e a gestão das obras. Este trabalho objetivou a análise e desenvolvimento de uma aplicação *web* de orçamento para obra civil usando o SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices) como base de preço. O *software* busca superar os problemas dos métodos tradicionais, que são imprecisos, desatualizados e suscetíveis a erros humanos, e traz benefícios como agilidade, precisão, economia e qualidade. A metodologia segue as etapas de Sommerville (2018): escopo, requisitos, projeto, modelagem, documentação e implementação. O resultado foi um *software* que facilita o processo de orçamentação, automatiza o cálculo dos custos, permite a personalização dos orçamentos e gera relatórios padronizados. Foram conduzidos testes e coletados *feedbacks* dos usuários com o intuito de validar os requisitos do *software*, que passou por duas iterações de aprimoramento das funcionalidades, incluindo melhorias de usabilidade e ajustes visuais. Levando em consideração as demandas dos usuários, uma parcela foi atendida durante o desenvolvimento, enquanto outra parte foi identificada como uma área a ser explorada em trabalhos futuros, como a implementação de funcionalidades mais complexas, incluindo a exportação para planilhas eletrônicas.

Palavras-chave: Desenvolvimento de sistemas. Orçamento na construção civil. SINAPI. Engenharia de software.

ABSTRACT

ROGADO REIS, Arthur. PONTOCIVIL: DEVELOPMENT OF BUDGET SYSTEM FOR CIVIL BUILDING. 2023. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Campus Uruaçu. Uruaçu, 2023.

The use of software is an essential activity in nearly all sectors of modern society, as it enables task automation, reduces human errors, and enhances the quality of services. Civil construction is one of the sectors that benefits from software, especially in the budgeting stage, which is crucial for the planning and management of works. This study aimed at the analysis and development of a web application for civil work budgeting using SINAPI (National System of Costs and Indices Research) as a pricing foundation. The software seeks to overcome the problems of traditional methods, which are inaccurate, outdated and susceptible to human errors, and brings benefits such as agility, accuracy, economy and quality. The methodology follows the steps of \citeonline{sommerville}: scope, requirements, design, modeling, documentation and implementation. The result was a software that facilitates the budgeting process, automates the calculation of costs, allows the customization of budgets and generates standardized reports. Tests were conducted, and user feedback was gathered to validate the software requirements, which underwent two iterations for incremental feature enhancements, including improvements in usability and visual adaptations. Considering user needs, a portion was addressed during development, while another segment was designated for future work, such as the implementation of intricate spreadsheet export functions.

Keywords: System development. Budgeting in civil construction. SINAPI. Software engineering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de diagrama de atividades	5
Figura 2 – Exemplo de diagrama caso de uso	6
Figura 3 – Exemplo simples de diagrama de classes	7
Figura 4 – Exemplo de diagrama de sequência	8
Figura 5 – Exemplo modelo incremental	10
Figura 6 – Diagrama de casos de uso	21
Figura 7 – Diagrama de atividades	22
Figura 8 – Diagrama de sequência	23
Figura 9 – Diagrama de classes	25
Figura 10 – Esquema de banco de dados	26
Figura 11 – Tela <i>login</i>	27
Figura 12 – Tela página principal	27
Figura 13 – Tela listagem orçamentos	28
Figura 14 – Tela criar orçamento	28
Figura 15 – Tela visualizar orçamento	29
Figura 16 – Modal editar orçamento	29
Figura 17 – Modal adicionar etapa	30
Figura 18 – Modal adicionar composição	30
Figura 19 – Modal adicionar composição - busca de itens	31
Figura 20 – Modal adicionar composição - selecionar item	31
Figura 21 – Gráfico pergunta: Já trabalhou com orçamentação de construção civil?	32
Figura 22 – Gráfico avaliação usabilidade geral	33
Figura 23 – Gráfico utilidade frente a planilhas eletrônicas	33
Figura 24 – Gráfico utilidade frente a <i>softwares</i> semelhantes	34
Figura 25 – Gráfico pergunta: Quais <i>software</i> já tiveram contato	34
Figura 26 – Tela de visualização de orçamento - versão 2	35
Figura 27 – Modal editar etapa	35
Figura 28 – Visualização em tela cheia do orçamento	36
Figura 29 – Pesquisa aprimorada	36
Figura 30 – Exportação em PDF	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
API	<i>Application Programming Interface</i>
BDI	Benefícios e Despesas Indiretas
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CEF	Caixa Econômica Federal
CPU	Composição de Preço Unitário
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
JSON	<i>Javascript Object Notation</i>
MVC	<i>Model-View-Controller</i>
NBR	Norma Brasileira
PDF	<i>Portable Document Format</i>
PHP	<i>PHP: Hypertext Preprocessor</i>
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SPA	<i>Single Page Application</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
UI	<i>User Interface</i>
UF	Unidade Federativa
UX	<i>User Experience</i>

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVO GERAL	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	2
2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	3
2.1 ENGENHARIA DE <i>SOFTWARE</i>	3
2.1.1 Modelagem e Projeto de Sistemas	4
2.1.2 Elicitação de requisitos	8
2.1.3 Modelos de Processo de <i>software</i>	9
2.2 ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO CIVIL	11
2.2.1 Tipos de orçamentos	11
2.2.2 SINAPI	13
3 – METODOLOGIA	14
3.1 SOBRE O PRODUTO	14
3.2 ANÁLISE E PROJETO DE SISTEMA	16
3.2.1 <i>Softwares</i> similares	16
3.2.2 Requisitos de sistema	17
3.2.3 Modelagem	17
3.2.4 Testes e validação	17
4 – IMPLEMENTAÇÃO	18
4.1 QUESTÕES DE IMPLEMENTAÇÃO	18
4.1.1 Model	18
4.1.2 View	18
4.1.3 Controller	18
4.1.4 SPA - <i>Single Page Application</i>	19
4.1.5 Banco de dados	19
4.1.6 <i>Scraping</i>	19
4.1.7 Versionamento	19
4.2 ENGENHARIA DE REQUISITOS	20
4.3 MODELAGEM	20
4.3.1 Diagrama de Casos de Uso	20
4.3.2 Diagrama de atividades	22
4.3.3 Diagrama de sequência	23

4.3.4	Diagrama de classes	24
4.3.5	Banco de dados (entidades)	26
4.4	INTERFACE GRÁFICA	26
4.4.1	Primeira versão	26
4.5	TESTES E VALIDAÇÃO	31
4.5.1	Questionários	32
4.5.2	Primeira Revisão	34
4.5.3	Segunda Revisão	35
5	– CONCLUSÃO	38
5.1	Principais Contribuições	38
5.2	Trabalhos Futuros	38
5.3	Considerações Finais	39
	Referências	40

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de *software* é uma atividade vital em quase todas as esferas da sociedade moderna, permeando dispositivos móveis, sistemas de comunicação, setores industriais, serviços financeiros, saúde, entretenimento e diversos outros domínios. A crescente dependência de *softwares* decorre das inúmeras e amplas oportunidades de automatização de tarefas, acompanhadas pela redução de erros humanos em variados processos. Dentro desse cenário, a construção civil, um setor fundamental na engenharia, que contempla o planejamento, projeto, construção e manutenção de infraestruturas como edifícios, pontes, rodovias, barragens e túneis, é grandemente impactada pela evolução dos *softwares*. A construção civil é essencial para o desenvolvimento econômico e social da sociedade, proporcionando infraestrutura, habitação, transporte, energia e saneamento.

Contudo, o desenvolvimento de *software* para a construção civil é uma tarefa complexa, exigindo considerações específicas diante das características técnicas, legais e gerenciais intrínsecas a esse setor. No contexto da construção civil, um aspecto crucial é o orçamento para obras civis, independentemente de quaisquer variáveis (NASCIMENTO, 2018). Este documento desempenha um papel vital, estimando os custos de materiais, mão de obra, equipamentos e serviços necessários para a execução de um projeto. Além de ser fundamental para o planejamento e a gestão da construção, o orçamento possibilita a definição do escopo, cronograma e financiamento do projeto. Ademais, desempenha um papel significativo na transparência e auditoria de obras públicas, permitindo a verificação da conformidade e qualidade dos serviços prestados (COELHO, 2015).

A problemática abordada pelo presente trabalho refere-se aos desafios associados à utilização de métodos tradicionais no processo de orçamentação de obras, seja por processos manuais ou apoiados por planilhas. Tais procedimentos apresentam desvantagens e riscos, não sendo precisos, suscetíveis a discordâncias e desatualizações em relação às tabelas de preço, e altamente propensos a erros humanos que podem comprometer todo o processo. A solução proposta, um *software* especializado, supera esses obstáculos ao oferecer vantagens como automação de tarefas, simplificação do processo de orçamentação de obras civis, facilidade de uso, consistência na atualização das bases de preço, padronização de relatórios e resultados, redução de prejuízos causados por erros humanos, e, consequentemente, economia de tempo e dinheiro ao agilizar e assegurar todo o processo.

Este trabalho se justifica pelo fato de engenheiros e profissionais da área da construção civil disporem de limitadas opções para realizar orçamentos de forma automatizada. Para a constatação das necessidades específicas do nicho, foram realizadas pesquisas de mercado e testagem dos softwares mais utilizados. Assim, o *software* proposto pode trazer benefícios para os seus usuários, como agilidade, precisão, economia e qualidade. O *software* pode facilitar o acesso e a consulta à base nacional de preços do SINAPI (que é uma fonte

confiável e atualizada de custos dos insumos e serviços necessários para a execução das obras civis) de forma automatizada, simples e intuitiva. O sistema também pode automatizar o cálculo dos custos dos serviços, aplicando os coeficientes e os índices adequados aos insumos selecionados pelo usuário. Além disso, pode permitir a personalização e a adaptação dos orçamentos às características e às necessidades de cada obra. Por fim, o sistema será capaz de gerar relatórios detalhados e padronizados dos orçamentos.

1.1 OBJETIVO GERAL

Diante do exposto o objetivo geral deste trabalho é desenvolver uma aplicação web de orçamentação para a construção civil destinada a profissionais da área tais como engenheiros e demais especialistas que realizam atividades de orçamento. A aplicação utilizará o SINAPI como base de preço, oferecendo funcionalidades como acesso, consulta, cálculo, personalização e adaptação, além da geração de relatórios de orçamentos visando atender de maneira eficiente e especializada as necessidades desse público alvo.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Desenvolver um *software* capaz de gerar orçamentos precisos e confiáveis para os mais diversos tipos de edificações;
- Melhorar e facilitar o trabalho dos profissionais da construção civil, validando os requisitos com testes reais;
- Apresentar etapas de desenvolvimento de *software* (projeto, modelagem e desenvolvimento) compreensíveis ao entendimento do público alvo.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está organizado da seguinte forma: Capítulo 1: Introdução, contextualização do assunto; Capítulo 2: Fundamentação teórica, onde são expostos os resultados das pesquisas bibliográficas que embasam os conceitos do trabalho; Capítulo 3: Metodologia, onde é apresentado como foi realizado o trabalho, e o processo para a obtenção do resultado; Capítulo 4: Proposta, onde são exibidos os resultados do trabalho, com os requisitos do *software*, diagramas que o modelam e a sua implementação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A crescente relevância de ferramentas computacionais reflete uma demanda cada vez maior por informatização, buscando automatizar uma ampla variedade de processos. No entanto, essa incessante busca por automação resulta no desenvolvimento de sistemas cada vez mais avançados e complexos, por vezes apresentando desafios significativos em termos de gerenciamento e usabilidade. (SOMMERVILLE, 2018)

Vale ressaltar que o desenvolvimento de *software* não é uma tarefa trivial. Embora muitas pessoas possam criar programas de computador para atender às necessidades pessoais ou de grupos específicos, conforme indicado por Sommerville (2018), o desenvolvimento de *software* em seu contexto geral é uma atividade profissional. Quando o *software* transcende as fronteiras do seu criador, a Engenharia de *Software* entra em cena, visando apoiar a criação de sistema comercial destinado a um público mais amplo. Os usuários desse *software* esperam, com justiça, que ele seja eficaz, seguro e confiável.

A complexidade dos sistemas modernos exige uma abordagem profissional, uma vez que são destinados a profissionais que demandam qualidade, confiabilidade, eficiência e segurança nos produtos que utilizam para impulsionar seus processos. Nesse contexto, a aplicação de metodologias apropriadas, técnicas eficientes e boas práticas de Engenharia de *Software*, baseadas em padrões reconhecidos, torna-se fundamental. Na Engenharia de *Software*, o desenvolvimento de um sistema não se resume apenas à codificação, mas engloba também toda a documentação, bibliotecas, dados e configurações associados (PRESSMAN, 2016). Dessa forma, é imperativo que os profissionais de *software* possuam uma visão abrangente e integrada do processo de desenvolvimento, desde a análise de requisitos até a manutenção e evolução do sistema.

Além disso, é essencial que esses profissionais estejam atualizados com as novas tecnologias, ferramentas e padrões constantemente emergentes na área, assim como estejam preparados para incorporar melhorias e ajustes nos processos de *software* adotados em seus projetos.

2.1 ENGENHARIA DE *SOFTWARE*

Ao optar por uma abordagem profissional, o engenheiro de *software* adota práticas mais estruturadas, que tipicamente englobam atividades como a elicitação sistemática de requisitos, a modelagem de sistemas através de linguagens e diagramas padronizados, a implementação em ambientes seguros, a realização de testes no *software* e a documentação do produto (PRESSMAN, 2016).

2.1.1 Modelagem e Projeto de Sistemas

O planejamento de sistemas de *software* demanda que sejam pensados os elementos do mesmo antes da sua codificação. Esse processo visa fornecer aos desenvolvedores uma visão de modelos abstratos de um sistema, em que cada modelo apresenta uma visão ou perspectiva diferente do mesmo (PRESSMAN, 2016). Essas representações se tratam de notações gráficas das diferentes características do *software* proposto, sendo baseadas na UML (*Unified Modeling Language*), ou em tradução livre, Linguagem de Modelagem Unificada.

A UML é usada em diferentes contextos na Engenharia de *Software*: antes do desenvolvimento do sistema, na especificação dos requisitos e no projeto para os desenvolvedores; e no pós-projeto onde documenta-se as operações e estruturas de implementação do sistema, (SOMMERVILLE, 2018). Com isso, torna-se evidente que a representação íntegra e completa de um sistema não é possível, uma vez que cada modelo oferece uma visão específica do produto e não sua representação alternativa. Uma abstração deliberadamente simplifica o projeto de um sistema e seleciona as características mais relevantes (PRESSMAN, 2016), sendo pensada para um grupo seletivo de *stakeholders* interessados em suas particularidades. Dentre as perspectivas disponíveis, as mais comuns são: externa, de interação, estrutural e comportamental. E para esses diferentes pontos de vista há diferentes tipos de diagramas para representá-los.

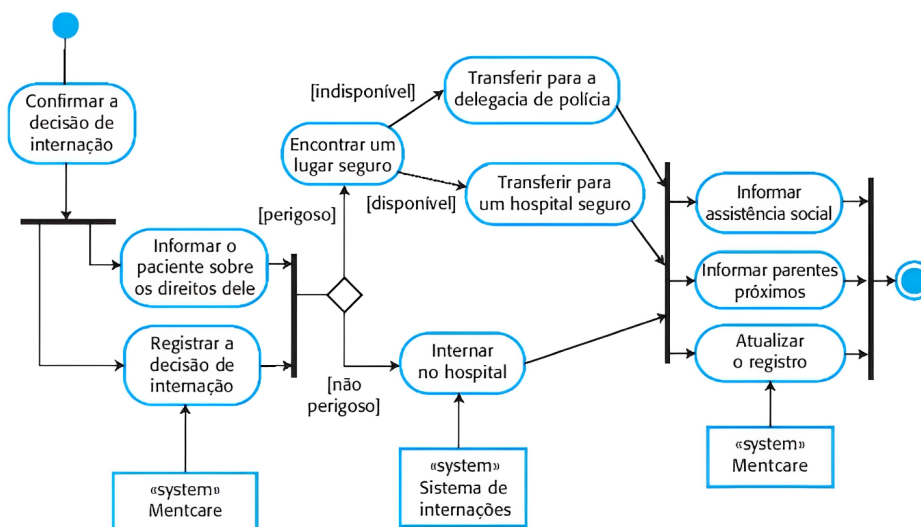
Diagrama de atividades

O diagrama de atividades traz uma visão externa do sistema, onde se modela o seu contexto ou ambiente. Esse diagrama mostra as atividades envolvidas em um processo ou processamento de dados (BOOCH, 2012). É uma ferramenta que permite modelar o comportamento de um sistema ou de um processo de negócios, mostrando a sequência de ações que são realizadas e as condições que as controlam.

Um diagrama de atividades é composto por vários elementos, tais como: ações, nós de controle, nós de objeto, linhas de atividade, e nós iniciais e finais. O diagrama de atividades na UML é útil para demonstrar a lógica de um algoritmo, descrever o fluxo de eventos em um caso de uso, ilustrar um processo de negócio ou um fluxo de trabalho, e simplificar processos ao esclarecer casos de uso complexos.

A Figura 1 ilustra um exemplo de aplicação desse diagrama. Neste caso, o autor apresenta as etapas que constituem o processo de internação de um paciente em uma clínica. São observáveis as condições para cada ação, representadas por formas ovais, assim como os componentes principais desse processo em formatos retangulares. As linhas de atividade indicam o fluxo de operação.

Figura 1 – Exemplo de diagrama de atividades



Fonte: Sommerville (2018)

Diagrama de casos de uso

O diagrama de caso de uso é a representação das funcionalidades do sistema que mais se aproxima do usuário final, pois usa de formas geométricas explícitas e demanda pouca explicação para o mesmo compreender do que se trata os seus componentes, sendo os principais o caso de uso, atores e suas associações. Um ator pode ser uma pessoa, um dispositivo ou outro sistema que interage com o sistema em questão. Um caso de uso representa uma funcionalidade ou objetivo do sistema do ponto de vista do usuário. (BEZERRA, 2015)

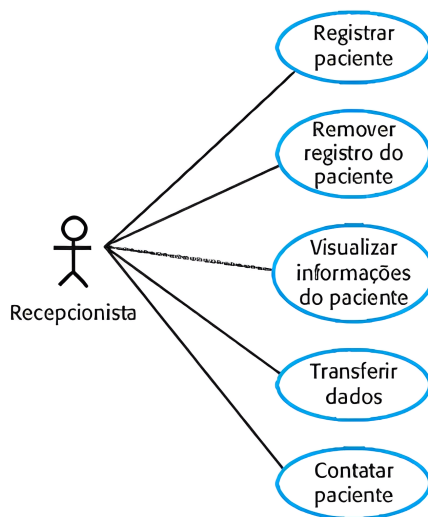
Por ser um modelo muito simplista, geralmente demanda de uma especificação para certas funcionalidades, que é um detalhamento do caso de uso no diagrama, incluindo o nome, o objetivo, os pré-requisitos, os fluxos normal e alternativo, etc. Uma especificação de caso de uso fornece uma descrição clara e consistente do que o sistema deve fazer.

Os casos de uso são úteis para delimitar o contexto de um sistema, documentar e entender os requisitos, descrever os requisitos funcionais e servir como entrada e saída da etapa de análise. (PRESSMAN, 2016)

O diagrama de casos de uso é uma ferramenta da UML que serve para representar as interações entre os atores e as funcionalidades do sistema. Um ator é um agente externo ao sistema, que comunica-se com os componentes internos do mesmo, os chamados casos de uso. Já um caso de uso é uma possível ação do ator, que pode envolver relações de extensão ou inclusão com outros casos de uso. O diagrama de casos de uso ajuda a definir e organizar os requisitos funcionais do sistema, especificar o contexto e os objetivos do sistema e modelar o fluxo básico de eventos em cada caso de uso. O diagrama de casos de uso é composto por quatro elementos principais: atores, casos de uso, comunicações

e limites do sistema. Os atores são representados por "bonecos palito", os casos de uso por formas ovais rotuladas, as comunicações por linhas entre os atores e os casos de uso e os limites do sistema por uma caixa em torno dos casos de uso (BEZERRA, 2015). No exemplo ilustrado na Figura 2 o autor apresentou de forma bem simples como um diagrama de caso de uso pode ser usado para representar as possíveis ações de um ator recepcionista da suposta clínica médica.

Figura 2 – Exemplo de diagrama caso de uso



Fonte: Sommerville (2018)

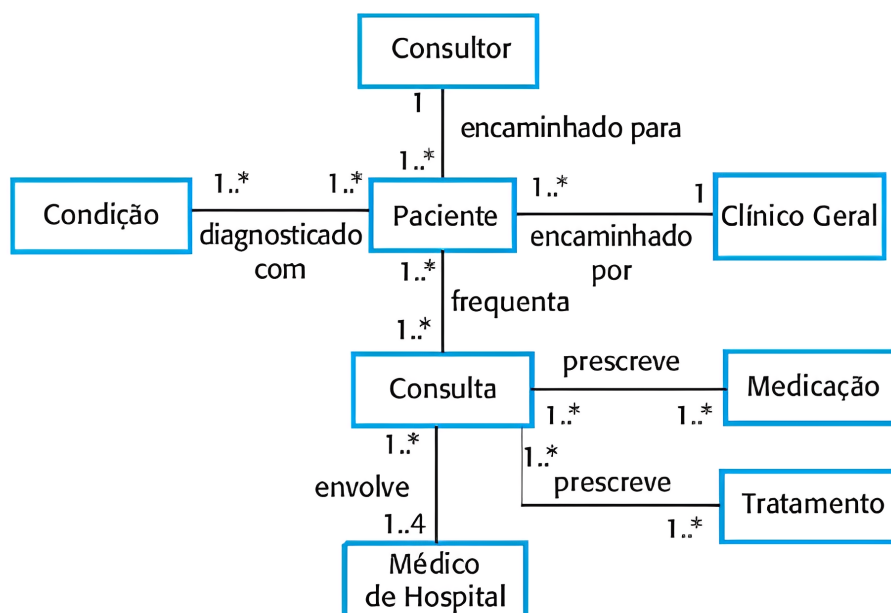
Diagrama de classes

O diagrama de classes é um tipo de diagrama estrutural que mostra as classes do sistema e as relações entre elas. Uma classe é uma abstração que representa um conjunto de objetos com características e comportamentos comuns. Uma classe tem atributos, que são as propriedades dos objetos; e métodos, que são as operações dos objetos. O diagrama de classes pode ser usado para modelar a estrutura estática do sistema e os conceitos do domínio (PRESSMAN, 2016). A Figura 3 mostra um exemplo simples de diagrama de classes. De forma básica, os diagramas de classe são compostos por:

- Classe: é representada por um retângulo com três divisões, contendo o nome da classe, os atributos e os métodos. Os atributos e os métodos podem ter diferentes níveis de visibilidade, indicados por símbolos ("+" para público, "-" para privado, "#" para protegido e "~" para pacote).
- Relação: é representada por uma linha que conecta duas classes, indicando que elas se relacionam de alguma forma. Existem diferentes tipos de relações, como associação, agregação, composição, generalização e dependência. Cada tipo de relação tem uma notação específica, como uma seta, um losango ou uma linha tracejada.

- Multiplicidade: é representada por um número ou um intervalo que indica quantos objetos de uma classe se relacionam com quantos objetos de outra classe. A multiplicidade é escrita nas extremidades da linha que representa a relação entre as classes. No exemplo da Figura 3, 1..* significa que *Paciente* pode ser diagnosticado com uma ou várias condições, e uma *Condição* pode ser diagnosticar um ou vários pacientes.
- Papel: é representado por um nome que indica o papel que uma classe desempenha em uma relação. O papel é escrito ao lado da classe na linha que representa a relação. No exemplo da Figura 3 em relação à classe *Paciente*, o seu papel para com *Clínico Geral* é ser *encaminhado por*.

Figura 3 – Exemplo simples de diagrama de classes



Fonte: Sommerville (2018)

Diagrama de sequência

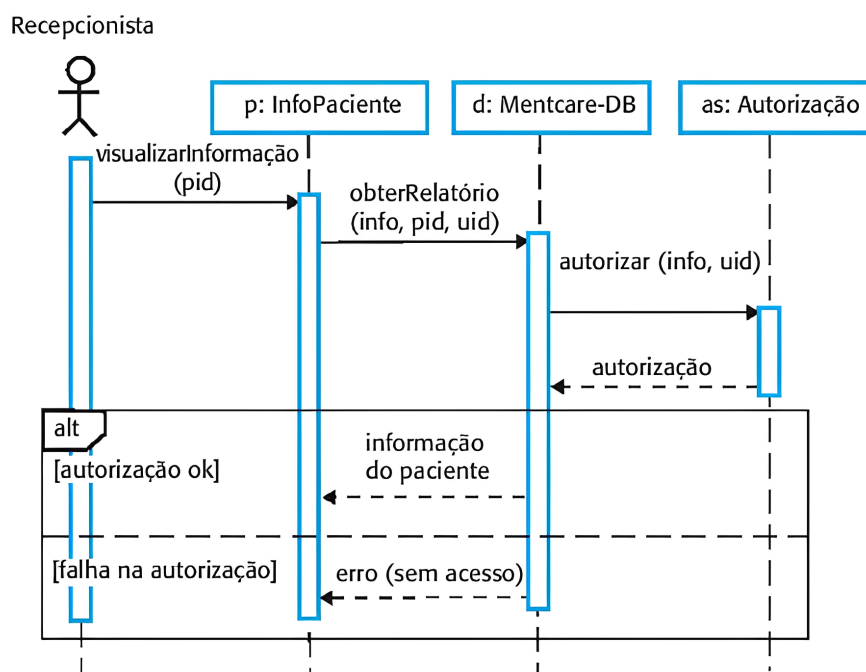
Os modelos de sequência são compostos basicamente de elementos internos e/ou externos de um sistema, suas interações e, como um adicional, a sua ordem de acontecimentos, baseados nos comportamentos dos componentes. O diagrama de sequência dá ênfase à ordenação temporal das mensagens (BOOCH, 2012). Os elementos de um diagrama de sequência são:

- Objetos: representam as entidades que participam da interação. São mostrados como retângulos com o nome do objeto e, opcionalmente, o nome da classe a que pertencem.
- Linhas de vida: representam o tempo de existência de um objeto. São mostradas como linhas verticais pontilhadas que saem da parte inferior dos retângulos dos objetos.

- Mensagens: representam as comunicações entre os objetos. São mostradas como setas horizontais ou inclinadas que ligam as linhas de vida dos objetos. As mensagens podem ser síncronas (quando o objeto que envia a mensagem espera uma resposta) ou assíncronas (quando o objeto que envia a mensagem não espera uma resposta).
- Ativações: representam os períodos em que um objeto está executando uma ação ou esperando uma resposta. São mostradas como retângulos finos sobre as linhas de vida dos objetos.
- Fragmentos combinados: representam situações condicionais, repetitivas, paralelas ou alternativas que afetam o fluxo das mensagens. São mostrados como retângulos com cantos arredondados que contêm as mensagens envolvidas e um rótulo que indica o tipo de fragmento.

Na Figura 4 é possível notar a presença de todos esses elementos citados. Como objetos temos o recepcionista, instância da classe InfoPaciente, o banco de dados Mentcare-DB, e sistema de Autorização. Todos mantêm suas respectivas ativações nas linhas de vida, tal como as mensagens trocadas. E por fim há um fragmento que elucida uma alternativa, no caso condicionado pela resposta do sistema de autorização.

Figura 4 – Exemplo de diagrama de sequência



Fonte: (SOMMERVILLE, 2018)

2.1.2 Elicitação de requisitos

Uma das atividades importantes do processo de desenvolvimento de *software* é a engenharia de requisitos (PRESSMAN, 2016). Essa atividade consiste em definir quais são as funcionalidades e as propriedades que o sistema deve ter para satisfazer as necessidades e

as expectativas dos usuários e dos clientes que irão utilizar o sistema. Essas funcionalidades e propriedades são descritas por meio dos requisitos, que devem ser claros, completos, consistentes e verificáveis, ou seja, devem expressar de forma precisa o que o sistema deve fazer e como deve se comportar. Para obter os requisitos, é preciso realizar a elicitação de requisitos, que é o processo de comunicação com os envolvidos no projeto e de coleta de informações sobre o domínio do problema, os objetivos do sistema, as restrições e os critérios de qualidade que devem ser atendidos pelo sistema (SOMMERVILLE, 2018).

A elicitação de requisitos usa diversas técnicas para obter diferentes tipos de informações dos *stakeholders*, tais como entrevistas, questionários, observação, *brainstorming*, prototipação e análise de documentos. Essas técnicas permitem identificar os requisitos funcionais, que descrevem as ações que o sistema deve realizar; os requisitos não funcionais, que descrevem as características de qualidade do sistema; e os requisitos de domínio, que descrevem os conceitos e as regras do domínio do problema.

2.1.3 Modelos de Processo de *software*

Um dos grandes desafios da Engenharia de *Software* é enfrentar a variedade e mudança dos domínios de aplicação do sistema, o que pode exigir diferentes estratégias e soluções personalizadas conforme as particularidades de cada sistema. Contudo, como afirma Sommerville (p. 29): “[...] existem muitos tipos diferentes de sistemas de *software* e não há um método universal de Engenharia de *Software* que seja aplicável a todos eles. Consequentemente, não existem processos de *software* universalmente aplicáveis.”. Esta constatação torna-se mais evidente ao considerarmos os diversos paradigmas intermediários entre os modelos genéricos de processos de *software* apresentados pelo autor, sendo estes: modelo em cascata, desenvolvimento incremental, e integração e configuração. O desenvolvimento ágil é parte do modelo incremental, quando este não é orientado por planos, e que trás benefícios em projetos onde a adaptação dos requisitos ocorre durante as iterações de execução do projeto.

Desenvolvimento Incremental

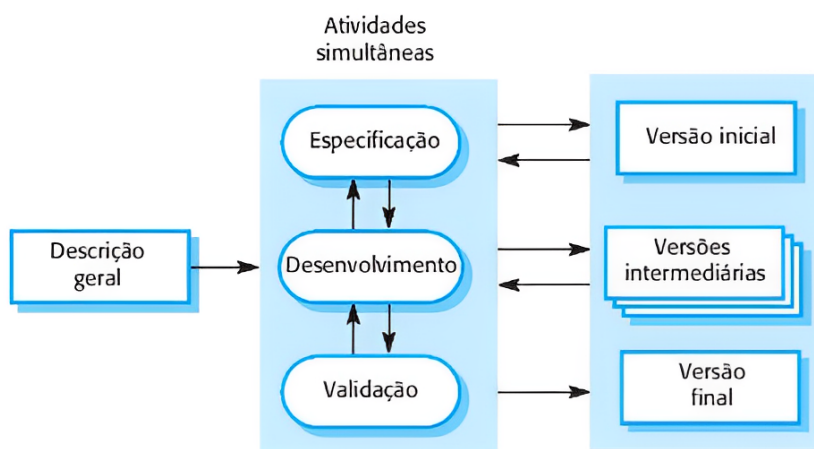
Uma alternativa interessante ao modelo cascata - que é linear e rígido, seguindo sempre as etapas de elicitação de requisitos, projeto, implementação, testes e manutenção; é o desenvolvimento incremental, uma abordagem que pode ser orientada a planos ou incorporar métodos ágeis para iterar por meio dos processos de especificação, desenvolvimento e validação. No contexto dos métodos ágeis, como o *Scrum* ou o *XP (Extreme Programming)* (PRESSMAN, 2016), o foco está na entrega iterativa e incremental de funcionalidades, permitindo uma resposta rápida às mudanças nos requisitos. Essa metodologia busca obter *feedbacks* rápidos e contínuos dos *stakeholders*, promovendo a adaptação constante do produto.

O desenvolvimento incremental, especialmente quando adota métodos ágeis, oferece

a flexibilidade necessária para ajustes ao longo do processo de desenvolvimento. Essa flexibilidade torna-o particularmente adequado para o desenvolvimento de sistema de negócio, onde os requisitos frequentemente não estão completamente definidos no início do projeto, diferenciando-se assim do modelo em cascata.

Na Figura 5 é apresentado um exemplo do modelo incremental de desenvolvimento, destacando a capacidade de evoluir o produto de forma iterativa e incluir novas funcionalidades. Essa abordagem ágil proporciona uma resposta mais eficiente às demandas dinâmicas do mercado, permitindo uma gestão mais eficaz das incertezas inerentes ao desenvolvimento de *software* em ambientes complexos e mutáveis.

Figura 5 – Exemplo modelo incremental



Fonte: (SOMMERVILLE, 2018)

O desenvolvimento incremental, que é parte elementar dos métodos ágeis, é mais adequado em sistemas onde os requisitos não estão totalmente definidos e tendem a ser alterados no processo de desenvolvimento, como afirma Sommerville (2018). Esse modelo tem seu fundamento no ciclo rápido de etapas composto por: especificação, validação pelos usuários e evolução do *software*. Em outras palavras, a cada incremento ou versão do sistema, onde é incorporada uma nova funcionalidade, é realizada a avaliação dos usuários e, com base nestas, a satisfação das reclamações e correções de erros e falhas no *software*. Dessa forma este modelo oferece várias vantagens em relação à cascata, sendo as principais:

- Redução de custo de implementação, já que é menos burocrático;
- A avaliação de um sistema é mais acessível para os clientes do que a análise de documentos;
- Possibilidade de entrega antecipada de algo útil, mesmo que não completo.

No entanto, o desenvolvimento incremental também apresenta desafios em certas ocasiões. De acordo Sommerville (2018), em sistemas de vida longa, onde se integram diferentes outros sistemas, há a necessidade do uso de *frameworks* e/ou arquiteturas estáveis o bastante para suportar a complexidade e promover compatibilidade suficiente

para vários times trabalharem. Isso demanda que estudos profundos sejam realizados antes da implementação das funcionalidades, tornando o método ágil não idealmente organizado para esse fim.

2.2 ORÇAMENTO PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

A Engenharia Civil é a área da engenharia que se dedica ao planejamento, projeto, construção e manutenção de obras civis, como edifícios, pontes, rodovias, barragens, túneis, entre outras. Essas obras são essenciais para o desenvolvimento econômico e social de uma sociedade, pois proporcionam infraestrutura, habitação, transporte, energia e saneamento. Assim, a Engenharia Civil é uma área multidisciplinar, que envolve conhecimentos de matemática, física, química, geologia, hidráulica, mecânica, eletricidade e informática.

O orçamento é produto das etapas mais fundamentais da construção civil, pois se trata de um documento que possibilita o planejamento e a gestão dos custos envolvidos durante a execução da obra. O orçamento consiste no cálculo dos custos para a execução de uma obra (OLIVEIRA, 2017), se tratando de uma parte do planejamento que contribui para a compreensão das questões econômicas, e que deve ser executado antes do início da obra, dessa forma é possível o bom planejamento da mesma (GONZALEZ, 2008). Tal documento também é importante para a transparência e a auditoria das obras públicas, pois permite verificar a conformidade e a qualidade dos serviços prestados. (COELHO, 2015)

Orçar para um projeto de engenharia civil é um processo complexo e desafiador, que envolve diversas etapas e variáveis. No orçamento estão contidos todos os serviços, materiais, equipamentos e, no geral, todos os insumos e composições de preço a serem utilizados, incluindo os encargos sociais aplicáveis e custos diretos, como o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) (OLIVEIRA, 2017). Uma composição seria um conjunto de despesas unitárias, ou insumos, que representa um serviço completo, considerando mão-de-obra dos colaboradores, material, equipamento, supervisão e apoio, taxas, etc.; incluindo-se também a margem de lucro do próprio serviço de orçamentação do profissional (MATTOS, 2006).

2.2.1 Tipos de orçamentos

Dentre os tipos de orçamento, Oliveira (2017) nos traz uma classificação baseada no seu nível detalhamento com três tipos: estimativa de custos, baseado na área construída e custos históricos; orçamento preliminar, detalha mais considerando quantidade de insumos; e o orçamento analítico, onde há a maior precisão, utilizando-se de composições detalhadas de todos os custos. Para isso, é preciso utilizar uma base de preços confiável e atualizada, que reflita a realidade do mercado e as especificidades da obra, como exemplo e objeto deste trabalho temos o SINAPI.

Outra forma de classificar os tipos de orçamentos, dada por (COELHO, 2015),

englobam: o convencional, o operacional, o paramétrico, e para incorporação em condomínios.

Convencional

O orçamento convencional, também denominado detalhado ou discriminado, representa uma abordagem minuciosa na engenharia de custos, envolvendo um levantamento detalhado de todas as quantidades essenciais para a execução de um serviço. Isso inclui materiais, mão de obra, ferramentas, equipamentos, encargos sociais e possíveis taxas associadas ao serviço a ser realizado. Embora seja um procedimento trabalhoso, é altamente recomendado para uma precisa desagregação dos custos de um empreendimento. Nesse método, utiliza-se uma planilha que organiza as colunas de forma a destacar o custo unitário e a origem de cada serviço. Além disso, é possível criar composições que detalham os materiais, mão de obra e equipamentos necessários para cada serviço. A apresentação clara dos valores associados a cada item e subitem, bem como o custo total do empreendimento, é facilitada por essa metodologia. Os orçamentos discriminados costumam ser subdivididos em serviços ou grupos de serviços, simplificando a determinação dos custos parciais. Essa abordagem é fundamentada em custos que abrangem todas as previsões de despesas do empreendimento e deve ser desenvolvida conforme os projetos executivos, memoriais descritivos e especificações técnicas específicas de cada obra. (COELHO, 2015)

Operacional

O orçamento operacional é essencial para monitorar de perto o progresso do investimento, proporcionando uma visão abrangente dos custos de operação, incluindo despesas diárias e estimativas de volume de negócios. Este instrumento é fundamental para o planejamento e controle operacional em empresas da construção civil, independentemente do porte, subsidiando a melhoria na tomada de decisões e assegurando a realização dos resultados financeiros planejados (COELHO, 2015).

Paramétrico

O orçamento paramétrico é uma prática estimativa para calcular o custo total de uma obra, sendo indicado para a análise inicial do empreendimento. Baseado em parâmetros como o Custo Unitário Básico (CUB) da Construção Civil, com valores fornecidos pelo SINAPI, e mantido pela Caixa Econômica Federal (CEF) em colaboração com o Instituto IBGE, esse método utiliza extensos bancos de dados de custos unitários.

Outros parâmetros, como índices de custos médios, também são empregados. O CUB, amplamente utilizado em cálculos e contratos, é obtido através do custo de construção de obras similares. Apesar de sua utilidade, é importante reconhecer suas limitações, incluindo sua natureza estimativa e a necessidade de considerar a região e as características específicas da obra. O orçamento paramétrico é ideal para uma análise

preliminar de viabilidade do investimento, alertando prontamente o proprietário sobre os aspectos financeiros do empreendimento (COELHO, 2015).

Para incorporação em condomínios

O orçamento para incorporação em condomínios segue critérios da norma ABNT NBR 12721:2006, utilizando o CUB como indicador de custo. Empresas frequentemente adotam o CUB para medir a variação mensal dos custos da construção civil e ajustar contratos. Medido mensalmente pelos Sindicatos da Construção Civil, o CUB facilita orçamentos rápidos, mas sua simplicidade pode levar a erros. Os valores iniciais não são preços, mas referências, devendo ser registrados em Cartório de Registro de Imóveis para garantir interesses administrativos e jurídicos. O CUB não inclui alguns itens, como obras complementares e despesas do condomínio, que devem ser considerados no cálculo dos preços por metro quadrado (COELHO, 2015).

2.2.2 SINAPI

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) tem como objetivo apoiar a orçamentação analítica e estudos orçamentários na área da construção civil, isso incluindo áreas de habitação, infraestrutura urbana e saneamento (NASCIMENTO, 2018). Ele é de responsabilidade da Caixa Econômica Federal juntamente com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), onde suas atribuições respectivas são: base técnica de engenharia, processamento de dados e publicações dos relatórios; e realização de pesquisa de preço, tratamento dos dados e divulgação dos índices. De acordo Caixa Economica Federal (2023):

O SINAPI é constituído por referências caracterizadas em documentação técnica, com divulgação pública, que possibilita ao usuário realizar o uso consciente e adequado de suas informações. Deste modo, o preço dos insumos e os custos das composições não podem ser utilizados como tabela, ou seja, sem a verificação de que a referência é adequada para ser utilizada no orçamento para os serviços que se pretende executar e na localidade específica. (CAIXA ECONOMICA FEDERAL, 2023)

Dentre os tipos de orçamentação a utilização da base de dados do SINAPI é presente no Orçamento Paramétrico, em uma estimativa do custo total dos materiais, mão de obra, equipamentos e outros serviços necessários para a execução de um projeto, portanto, não passando de uma aproximação. (COELHO, 2015)

3 METODOLOGIA

Este estudo fundamentou-se, principalmente, nas orientações teóricas de Ian Sommerville para a elaboração de um documento formal que apresentasse a análise e o projeto de um sistema. A metodologia da pesquisa incluiu a aplicação de boas práticas de engenharia de *software* sugeridas pelo autor, como a definição de requisitos, o uso de diagramas UML e a verificação e validação do sistema. Essas práticas visavam garantir a qualidade do subproduto deste trabalho de conclusão de curso. As ações específicas que qualificaram o projeto foram:

- Analisar os requisitos de usuário para o *software* de orçamento;
- Apresentar a análise e o projeto do sistema com bases sólidas;
- Modelar o sistema usando a linguagem UML;
- Documentar o sistema usando padrões de documentação;
- Desenvolver e implementar o sistema em um programa executável.

No contexto deste trabalho, que abordou a análise e desenvolvimento de uma aplicação web de orçamento para a engenharia civil, a aplicação dos princípios da engenharia de *software* foi fundamental. O tratamento profissional na criação do *software* possibilitou a implementação de funcionalidades específicas, precisão nos cálculos de orçamento, confiabilidade nos relatórios, facilidade e praticidade no uso, bem como no seu aprimoramento e manutenção. Assim, essa abordagem permitiu não apenas a robustez do sistema, mas também aumentou sua qualidade.

Seguindo as diretrizes da engenharia de *software* e utilizando as bases teóricas sólidas propostas por Sommerville (2018), este trabalho alinhou-se com as melhores práticas para a análise e desenvolvimento de *softwares* profissionais. Isso contribui para a eficiência, qualidade e sucesso não apenas do sistema proposto neste trabalho, mas para qualquer outro *software* profissional indicado, atendendo às necessidades específicas da área e auxiliando outros profissionais em seus âmbitos.

3.1 SOBRE O PRODUTO

Neste trabalho, escolheu-se o SINAPI como base de preço, utilizado como referência para a elaboração e padronização dos orçamentos de obras públicas em todo o país. Gerido pela Caixa Econômica Federal em parceria com o IBGE e a CBIC, o SINAPI oferecia uma base de dados com mais de 5 mil composições de preços unitários (CPUs) para diferentes tipos de obras (CBIC, 2023), atualizadas mensalmente com base em pesquisas realizadas em todo o território nacional. O SINAPI também disponibiliza índices de custos e de variação de preços, permitindo acompanhar a evolução do mercado e fazer ajustes nos orçamentos.

A importância da utilização de bases como essa reside na facilitação da elaboração e padronização dos orçamentos, reduzindo as incertezas e os riscos envolvidos na execução das obras. Também proporciona maior transparência e controle dos custos, favorecendo a fiscalização e a auditoria dos órgãos competentes. Além disso, contribui para o desenvolvimento tecnológico e gerencial do setor da construção civil, estimulando a adoção de boas práticas e a melhoria contínua da qualidade.

Além de tudo, a escolha dessa base de preço justifica-se pelo fato de seu uso ser reconhecido pelo setor público, apoiado pela Lei nº 13.303, de 30 de junho de 2016 (BRASIL, 2016), que dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias. Essa lei estabelece que o SINAPI deve ser utilizado como referência para os orçamentos de obras públicas de construção civil em geral, conforme o art. 31, § 2º.

O *software* de orçamento para obra civil desenvolvido como resultado deste estudo proporciona diversos benefícios para os profissionais da construção civil, tanto na elaboração quanto na gestão dos orçamentos. Um desses benefícios é a facilidade de acesso e consulta às bases de preço, fontes confiáveis e atualizadas de custos dos insumos e serviços necessários para a execução das obras. A aplicação conecta-se diretamente às bases de preço disponibilizadas pelo SINAPI e outras, evitando a necessidade de baixar e atualizar manualmente os arquivos das composições de preços unitários (CPUs).

Outro benefício é a automatização do cálculo dos custos dos serviços, reduzindo o tempo e o erro na elaboração dos orçamentos. O *software* aplica os coeficientes e os índices adequados aos insumos selecionados pelo usuário, seguindo as normas técnicas e as especificações do projeto. Também gera o custo total da obra, considerando os encargos sociais, os impostos, o BDI (Bonificação e Despesas Indiretas) e o lucro.

Além disso, o *software* permite a personalização e a adaptação dos orçamentos às características e às necessidades de cada obra, possibilitando a inclusão, a exclusão ou a alteração de insumos, coeficientes e preços. Isso proporciona mais flexibilidade e precisão aos orçamentos, atendendo às demandas dos clientes e às condições do mercado. O *software* também permite a criação de novas CPUs, baseadas nas existentes ou em dados próprios do usuário.

Por fim, o *software* gera relatórios e planilhas detalhados e padronizados dos orçamentos, facilitando a análise e a comparação dos resultados e a apresentação dos dados para os clientes e os órgãos fiscalizadores. Os relatórios e planilhas contêm informações como o custo unitário e total de cada serviço, o custo por metro quadrado da obra, o cronograma físico-financeiro da obra, o resumo dos insumos utilizados na obra, entre outras. Essas informações auxiliam na tomada de decisão e no controle da qualidade e da rentabilidade das obras.

3.2 ANÁLISE E PROJETO DE SISTEMA

A ordem dos tópicos a seguir se espelham na forma que o trabalho foi conduzido, no modelo de desenvolvimento incremental, com abordagem ágil.

3.2.1 *Softwares* similares

A fim de obter referências no mercado de sistemas que também atuam na orçamentação de obras de construção civil, foram realizadas pesquisas em motores de busca online por "*software* de construção civil". O resultado foi mesclado com outros *softwares* indicados pelos usuários testadores do sistema proposto nesse trabalho. Esses *softwares* apresentam a sua própria solução para profissionais de construção civil de geração e gestão de orçamentos. Dentre as principais características de cada um, pode-se citar:

- **OrcaFascio:** ¹ Este *software* oferece uma solução abrangente, com muitas bases de precificação diferentes. Além de ser intuitivo e com boa usabilidade, ainda apresenta possibilidades adicionais com vários *plugins* no programa de modelagem Revit.
- **i9 Orçamentos:** ² aplicação reconhecida por recursos avançados de personalização, permitindo ajustar BDI e escrever um memorial de cálculo em cada item; além da elaboração de cronogramas físico-financeiros.
- **Ecustos:** ³ um sistema que apresenta uma boa usabilidade, com possibilidade de configuração detalhada dos parâmetros de orçamentação do orçamento.
- **CalcObras:** ⁴ O CalcObras oferece principalmente a funcionalidade de calculadora de materiais de construção, com a funcionalidade de exportar o relatório em um orçamento. Tem como característica marcante o seu funcionamento, pois é um programa instalado no computador, isto é, não é uma aplicação *web*.
- **Sienge:** ⁵ Sienge é reconhecido por ser uma solução para empresas maiores e construtoras, com outros módulos integrados, como planejamento, compras, financeiro, contábil, fiscal, qualidade, entre outras. Além de outros recursos avançados como a geração de relatórios gerenciais e operacionais, com análise de custos, desempenho, produtividade, rentabilidade, entre outros indicadores.

Esses *softwares* foram testados e constatou-se que apresentam soluções próprias para profissionais da construção civil, proporcionando uma variedade de recursos e funcionalidades para atender às demandas específicas do setor. Como ponto em comum entre todos há as ações propostas por esse trabalho, como a criação de orçamentos, adição de etapas, composições e insumos. Além de que o orçamento registrado leva as configurações que alteram o modo de sua operação, como o valor do BDI, valor dos encargos sociais,

¹Disponível em: <https://orcafascio.com>.

²Disponível em <https://www.i9orcamentos.com.br>.

³Disponível em <https://ecustos.com.br>.

⁴Disponível em <https://calcobras.com.br>.

⁵Disponível em <https://www.sienge.com.br>.

data e estado de referência dos preços do SINAPI.

3.2.2 Requisitos de sistema

Para a eliciação dos requisitos do sistema foram realizadas pesquisas de campo com estudantes estagiários na área de engenharia civil, a fim de entender as reais necessidades do mercado de trabalho. Dessa forma foi possível o levantamento do que um profissional espera de um *software* de orçamentação de construção civil.

Ademais, também foram utilizadas referências de outros *softwares* no mercado, incluindo planilhas eletrônicas, a fim de entender o que já funciona bem, e a partir de então propôr melhorias e diferenciais.

3.2.3 Modelagem

Foram produzidos como subprodutos de uma análise e projeto de sistema os diagramas: de casos de uso, de classe, e de sequência. Dessa forma é possível entender visões de diferentes perspectivas do sistema:

- caso de uso: visão de interações entre agente externo e componentes do sistema.
- classes: mostra a forma estrutural do que compõe o sistema.
- atividades: descreve as ações e paralelismos durante a execução das tarefas
- sequência: mostra o fluxo padrão para se criar e utilizar as ferramentas de um orçamento automatizado.

3.2.4 Testes e validação

Com o intuito de avaliar a eficácia e a usabilidade da aplicação, foi elaborado um processo de testes e um questionário de pesquisa de satisfação. O questionário foi desenhado para capturar as percepções e experiências dos usuários que interagiram com o sistema, dessa forma, foram obtidas notas e sugestões de melhoria. A amostra foi composta por estudantes e profissionais atuantes na área de Engenharia Civil, os quais avaliaram o *software* de diferentes perspectivas.

A partir das avaliações dos usuários testadores, foram realizadas duas revisões na aplicação, adaptando-a às necessidades e sugestões de melhoria apresentadas.

4 IMPLEMENTAÇÃO

Através dos métodos sugeridos por literatura atualizada, conduziu-se um estudo de análise, projeto e implementação de uma aplicação web que apoia a orçamentação de construção civil, denominado "PontoCivil", destinada a profissionais e estudantes da área. Como resultado de pesquisas de campo, conversas e entrevistas com indivíduos envolvidos nesse contexto, foram identificados os requisitos funcionais do sistema, os quais serão apresentados no Seção 4.2, e foram aplicados no software, como apresentado no Seção 4.4.

4.1 QUESTÕES DE IMPLEMENTAÇÃO

Durante a fase de implementação deste trabalho, o *back-end* foi predominantemente desenvolvido em PHP, seguindo uma arquitetura próxima ao Modelo-Visão-Controlador (MVC), uma abordagem que estrutura o código em três componentes distintos, cada um desempenhando funções específicas.

4.1.1 Model

A camada de modelo assume a responsabilidade pela manipulação dos dados, tratando-os como representações das classes estabelecidas na Subseção 4.3.4, cuja modelagem será apresentada. Alinhado às diretrizes teóricas de Sommerville (2018) sobre reutilização de componentes de sistemas, foram adaptadas operações básicas de CRUD (*Create, Read, Update and Delete*) para criar, ler, atualizar e excluir dados no banco na classe pai de todas os modelos, realizadas no servidor. Dessa forma evita-se que códigos genéricos sejam repetidos no projeto.

4.1.2 View

A visualização é encarregada da apresentação visual, das interfaces gráficas. Neste projeto, essa camada foi implementada em pastas contendo arquivos *html*, *javascript* e folhas de estilo (*css*), abrangendo tudo necessário para o funcionamento e apresentação adequada de cada tela ao usuário.

4.1.3 Controller

Os controladores gerenciam a lógica de controle e as requisições do usuário, executando ações conforme as regras de negócio, realizando validações e retornando os resultados em formato JSON (*Javascript Object Notation*), possibilitando que o *front-end* lide com respostas complexas.

4.1.4 SPA - *Single Page Application*

A implementação do conceito de SPA (aplicação de página única) visa eliminar interrupções de recarregamento na janela durante a navegação entre diferentes telas do sistema. Foi desenvolvida uma tela principal contendo elementos comuns em todas as páginas: uma barra superior, exibindo a identificação da aplicação web, do usuário e um botão para sair do sistema; um menu lateral com botões para navegar entre diferentes páginas; e a área principal, onde são renderizadas as interfaces básicas, como a tela de listagem e a tela de visualização e manipulação de orçamentos.

Seguindo a proposta de reutilização, foram desenvolvidas diversas classes e componentes para o lado do cliente, possibilitando a reciclagem do código de diferentes maneiras. Isso torna o desenvolvimento mais prático, com códigos para geração de modais, alertas, mensagens e navegação, esta última realizada por meio de requisições assíncronas ao servidor, que retorna os dados da camada de visualização para inserção na área principal conforme a página solicitada. Dessa forma, é possível uma comunicação eficiente entre o *front-end* e o *back-end*.

4.1.5 Banco de dados

Para o armazenamento e gerenciamento de dados, o sistema utiliza um banco de dados relacional MySQL. Em termos simples, um banco de dados relacional organiza os dados em tabelas inter-relacionadas. Neste projeto, as informações são armazenadas de maneira estruturada, permitindo uma recuperação eficiente e relacionamento entre diferentes conjuntos de dados.

4.1.6 *Scraping*

Além das tecnologias mencionadas, Python desempenha um papel crucial, sendo empregado para realizar *scraping* em planilhas eletrônicas do SINAPI. Essa técnica de extração de dados é utilizada para extrair informações de uma fonte externa não nativa ao sistema, integrando-as eficazmente ao banco de dados do projeto. Isso proporciona ao *software* acesso a informações detalhadas sobre composições e insumos.

4.1.7 Versionamento

Visando garantir a integridade do código-fonte e facilitar o gerenciamento de versões, a plataforma Github foi adotada como repositório central do projeto. O código está disponível publicamente¹.

¹Código do repositório do projeto disponível em <https://github.com/arthurrogado/tccpontocivil>.

4.2 ENGENHARIA DE REQUISITOS

O *software* de orçamento para engenharia civil deve permitir ao usuário criar pastas de orçamento para projetos, e dentro desses projetos, criar etapas da construção (como serviços preliminares, piso, pintura, acabamento, etc.). Deve ser possível adicionar composições e insumos às listas de materiais, e editar cada item da lista. Além disso, é importante que a interface seja amigável e intuitiva, com uma boa experiência de usuário (*UX/UI*).

O *software* deve ser capaz de realizar cálculos de orçamento para engenharia civil e fornecer uma estimativa total do projeto. Deve ser possível gerar relatórios com base nas composições, como relatórios de cronograma, de composições com banco, de memorial de cálculo, e outros. O usuário deve poder escolher entre utilizar o banco da SINAPI desonerado ou não desonerado, assim como configurar o BDI do orçamento.

Com base nos requisitos levantados, é possível identificar algumas possibilidades do usuário através de diagramas de caso de uso. Alguns exemplos são:

1. Cadastrar projeto de obra: o usuário pode criar um novo projeto, adicionando informações como nome, descrição e cronograma.
2. Adicionar etapas: dentro de cada projeto de obra, o usuário pode adicionar etapas da construção, especificando seus serviços e dependências.
3. Adicionar composições: o usuário pode adicionar composições aos projetos, que contêm informações como quantidade, valor unitário e subtotais.
4. Editar informações: o usuário pode editar as informações de projetos, etapas e composições já cadastradas.

4.3 MODELAGEM

E como diagramação do sistema, este é o resultado das análises, com sua respectiva descrição:

4.3.1 Diagrama de Casos de Uso

Como previamente abordado no Capítulo 2, o diagrama de casos de uso proporciona uma visão centrada no usuário em relação ao sistema, apresentando-se como uma representação simplificada. No entanto, requer uma breve descrição contextualizadora. No caso do diagrama de casos de uso referente ao *software* de orçamento para construção civil analisado neste projeto, os casos de uso refletem diretamente os requisitos do sistema, previamente detalhados na Seção 4.2.

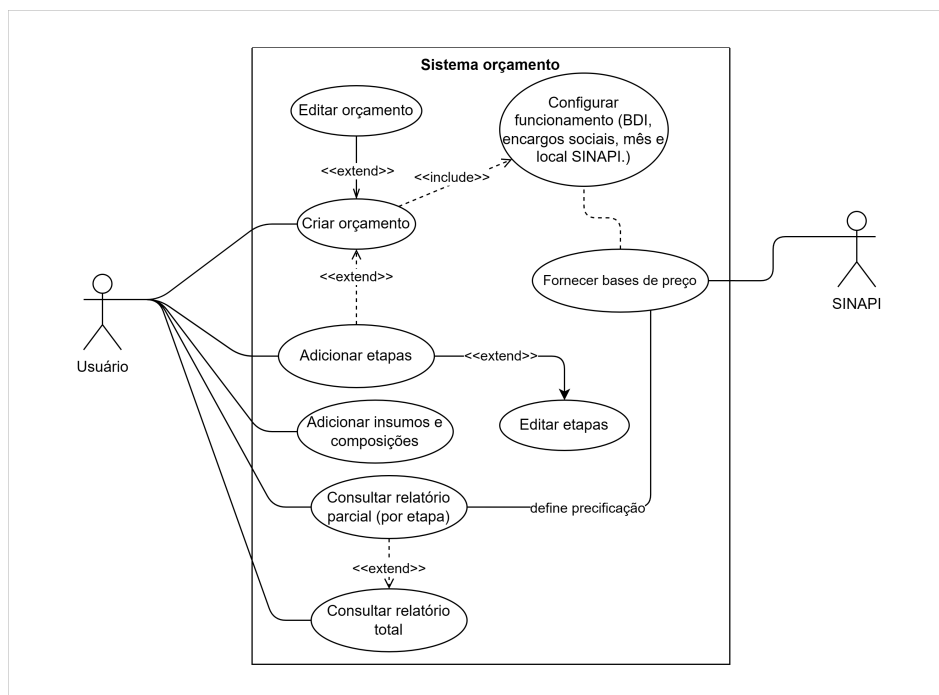
Entre as funcionalidades oferecidas aos usuários no *software*, destacam-se:

- **Criar orçamento:** Este caso de uso permite que o usuário crie um novo orçamento para um projeto. O usuário deve fornecer informações básicas de identificação e

outras que alteram o comportamento da somatória dos valores, isto é, estado e mês de referência da tabela de precificação SINAPI;

- **Editar orçamento:** Este caso de uso permite que o usuário modifique um orçamento existente. O usuário pode alterar qualquer informação do orçamento que não a data de criação. Aqui também é incluído poder configurar o funcionamento da somatória do orçamento;
- **Adicionar etapas:** Este caso de uso permite que o usuário adicione etapas ao orçamento, identificando-a por uma descrição. Uma etapa representa um conjunto de composições e insumos;
- **Editar etapas:** Este caso de uso permite a edição do atributo de descrição de cada etapa;
- **Adicionar insumos e composições:** Neste caso de uso é possível o usuário adicionar um dos itens em uma etapa, informando qual o item e a quantidade;
- **Consultar relatório parcial:** Esse caso de uso é útil para averiguar a quantidade total de cada etapa independentemente, possibilitando uma análise mais detalhada de todo o orçamento. Este valor já inclui todos os adicionais (BDI e encargos sociais);
- **Consultar relatório total:** Este caso de uso permite que o usuário consulte o relatório total do orçamento. O relatório mostra o valor total do orçamento, sendo a soma de todas as etapas;

Figura 6 – Diagrama de casos de uso

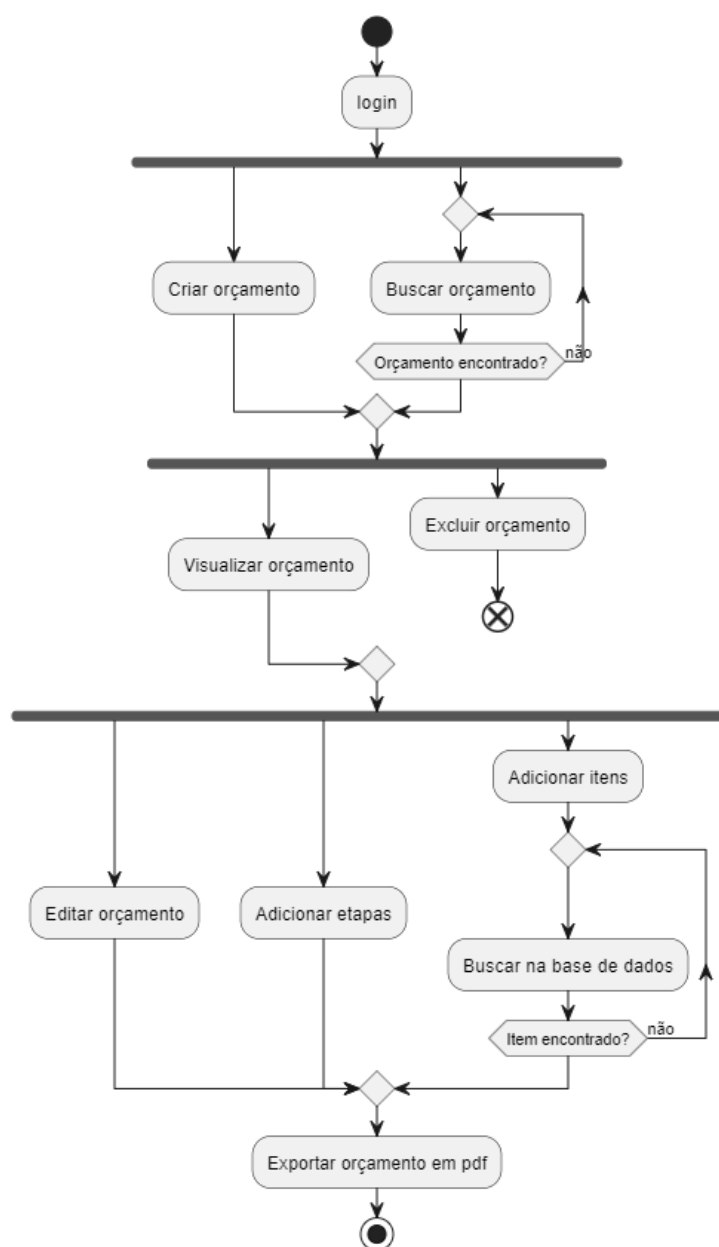


Fonte: Autor

4.3.2 Diagrama de atividades

Para facilitar a compreensão das etapas, condições e sequências que o usuário enfrentará ao utilizar a aplicação, elaborou-se um diagrama de atividades. Este diagrama visualiza as ações que o usuário realizará ao criar um orçamento, realizar tarefas como adicionar itens e, por fim, exportar o resultado em PDF. Ele fornece uma representação visual de como essas atividades ocorrem simultaneamente, destacando as condições que devem ser atendidas para avançar no processo. Em resumo, trata-se de uma representação gráfica que simplifica a interação do usuário com o *software*, proporcionando uma compreensão mais intuitiva e clara de todo o fluxo de trabalho.

Figura 7 – Diagrama de atividades

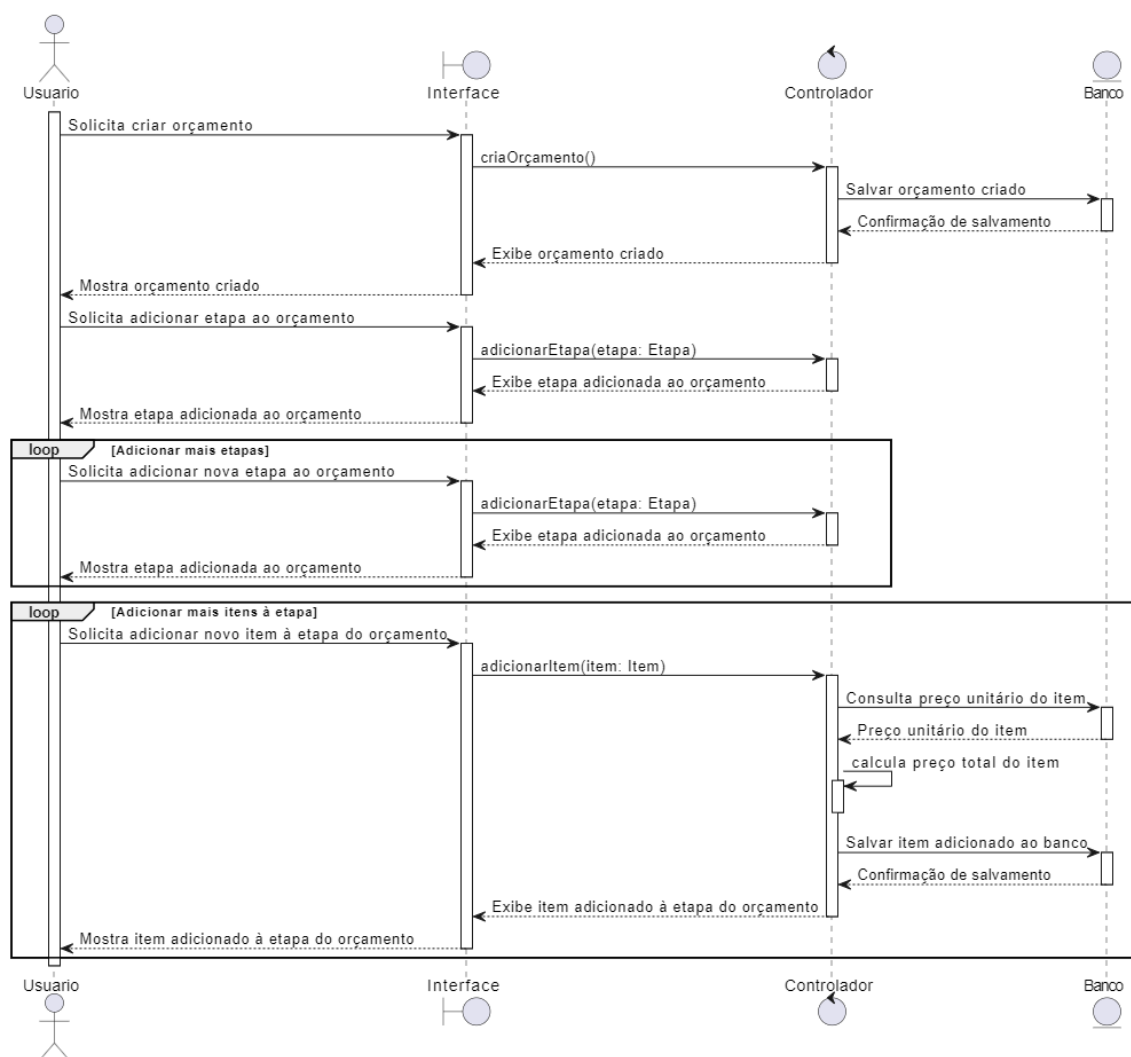


4.3.3 Diagrama de sequência

Neste momento, serão explorados detalhes mais profundos na linguagem de diagramas, onde a intuitividade para um público totalmente leigo é reduzida, mas ainda é possível compreender uma perspectiva mais aprofundada do sistema. O diagrama a seguir, Figura 8, representa graficamente a sequência de passos e interações entre atores e objetos em um sistema, assim como as interações entre os próprios objetos (SOMMERVILLE, 2018). Neste contexto, são apresentados quatro objetos principais:

- Usuário: o profissional que fará a utilização do *software*;
- Interface: o chamado *front-end* do sistema, sua parte gráfica e visual;
- Controlador: que seria o local da lógica do programa;
- Banco de dados: onde fica armazenado todo o estado da aplicação, composições, orçamentos etc.

Figura 8 – Diagrama de sequência



Fonte: Autor

O diagrama acima pode ter a sua primeira parte lida da seguinte maneira:

1. O usuário solicita ao sistema (pela interface gráfica) a criação de um orçamento.
2. A interface gráfica se comunica com o controlador para a execução do método que cria o orçamento.
3. O controlador realiza a adição do orçamento no banco de dados.
4. O banco retorna a confirmação da criação.
5. O controlador retorna o orçamento criado.
6. A interface exibe de forma visual para o usuário o orçamento recém criado.

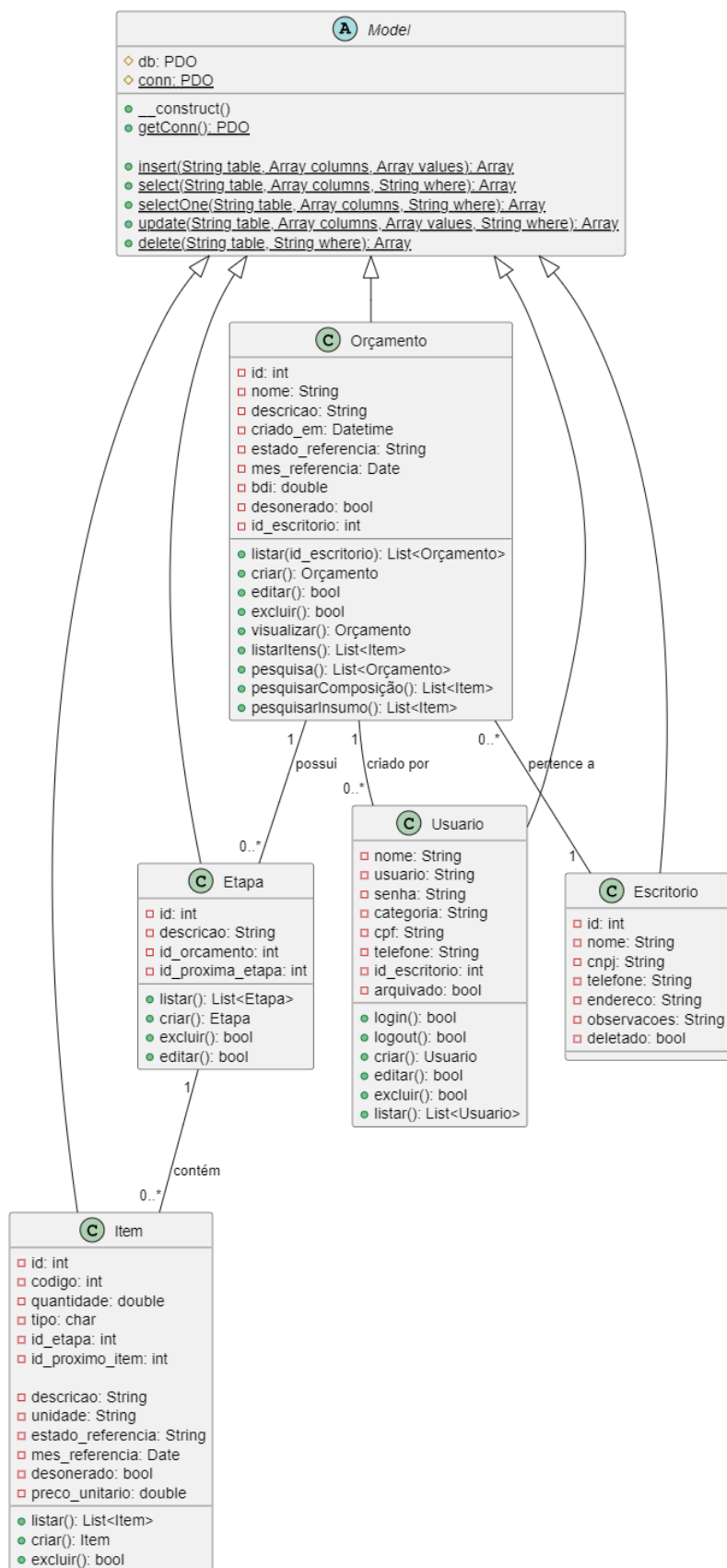
Seguindo esse padrão é possível a leitura de todo o restante do diagrama de sequência.

4.3.4 Diagrama de classes

Já o diagrama de classes não tem uma leitura muito linear, pois se trata de um elemento estrutural. Mas o mesmo define as formas estáticas do sistema, como o que seria o orçamento, etapa, usuário, item, composição, insumo e banco de dados. Como descrito no Capítulo 2, a classe é composta pelo seu nome, seus atributos (ou propriedades), e seus métodos (ou ações). Os atributos seguem o padrão de um símbolo para indicação da sua visibilidade, no caso do diagrama da Figura 9 é possível notar quadrados vermelhos, simbolizando que é privado; ou nos métodos públicos representados pela notação de círculo verde.

Também é possível aferir o tipo de classe no diagrama proposto, havendo basicamente dois no mesmo. Classes comuns, que são representadas com uma letra *C* dentro de um círculo verde, simbolizam que é uma classe que será instanciada, ou seja, será diretamente aplicada no código do *software*. Já o outro tipo se trata de uma classe abstrata, representada por uma letra *A* dentro de um círculo azul claro, que significa que essa classe não será instanciada em nenhum momento, e apenas servirá com base para a criação das outras, as quais herdam seus atributos e métodos. Todas as classes modelo herdam de uma abstrata, chamada *Model*, que instancia um objeto da classe de conexão com o banco de dados como seu atributo, e traz métodos padrão de inserção, seleção, atualização e exclusão de registros no banco de dados. Dessa forma é consolidada uma boa prática na programação, que é o reúso de partes do *software*, dessa forma acelerando e reduzindo custos do processo de desenvolvimento (SOMMERVILLE, 2018).

Figura 9 – Diagrama de classes

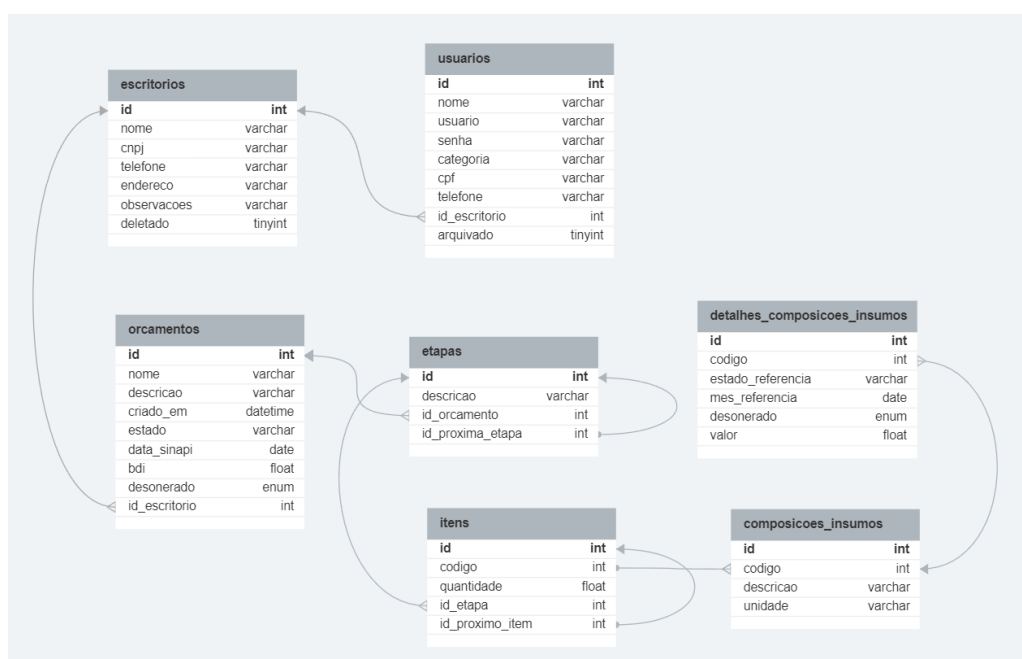


Fonte: Autor

4.3.5 Banco de dados (entidades)

Para representar a estrutura do banco de dados e as inter-relações entre as entidades no sistema, emprega-se um esquema de banco de dados, conforme ilustrado na Figura 10. Esta notação proporciona uma compreensão visual dos relacionamentos existentes entre as chaves estrangeiras nas tabelas, exemplificado pela relação da tabela "orcamentos". Neste contexto, a coluna "id_escritorio" dessa tabela está vinculada à coluna "id" na tabela "escritórios". Tal vínculo configura-se como uma relação de chave estrangeira, caracterizada por uma multiplicidade de muitos para um. Esse aspecto denota que há múltiplos orçamentos associados aos escritórios, enquanto cada orçamento se relaciona com apenas um escritório.

Figura 10 – Esquema de banco de dados



Fonte: Autor

4.4 INTERFACE GRÁFICA

Nesta seção serão apresentadas as páginas (interfaces gráficas) que compõem o sistema desenvolvido. Dentre tais estão as telas que atendem aos requisitos especificados neste trabalho.

4.4.1 Primeira versão

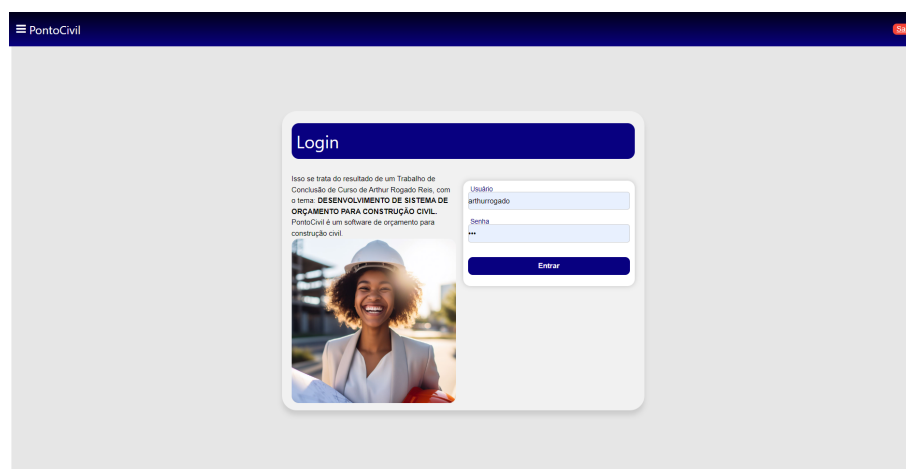
Baseando-se nos requisitos iniciais do projeto foi desenvolvida a primeira versão do produto, que atende a base das necessidades, com as seguintes principais funcionalidades:

- Registro de orçamentos.

- Possibilidade de edição de todos os atributos do orçamento: nome, descrição, UF de referência, mês de referência, valor do BDI, e os encargos sociais (desonerado e não desonerado).
- Adição de etapas ao orçamento.
- Inclusão de custos (insumos e composições) às etapas do orçamento.
- Somatório de todos os itens de custo do orçamento.

A primeira página ao acessar o sistema é a de autenticação, onde o usuário pode inserir suas credenciais para ter acesso à toda aplicação, como é mostrado na Figura 11.

Figura 11 – Tela *login*



Fonte: Autor

Após realizar o *login* o usuário é redirecionado para a página inicial do *software*, onde são apresentadas algumas informações sobre o projeto e tutoriais em texto e vídeo. É exibido também o painel lateral onde o usuário pode clicar para navegar para os orçamentos, como é mostrado na Figura 12.

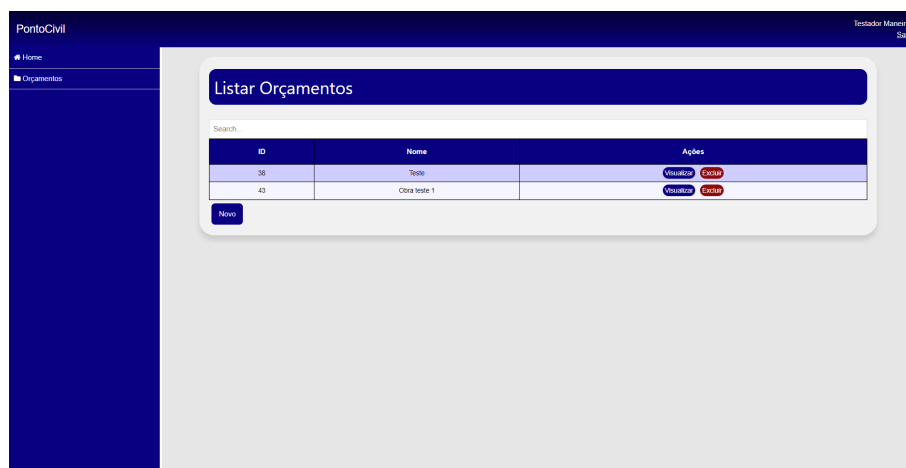
Figura 12 – Tela página principal



Fonte: Autor

A Figura 13 representa a tela onde os orçamentos criados são listados, onde há opções de visualizar e excluir cada registro, além de um botão para criar novos.

Figura 13 – Tela listagem orçamentos



Fonte: Autor

A Figura 14 mostra a página de criação de um orçamento, onde é possível determinar os atributos de nome, descrição, UF e mês de referência do SINAPI, o valor percentual do BDI, e o tipo de encargo social (desonerado ou não desonerado).

Figura 14 – Tela criar orçamento

Nome*

Descrição

UF da Base SINAPI*

Mês da base SINAPI*

BDI

☐ Não Desonerado ☐ Desonerado

Criar

Fonte: Autor

A Figura 15 a seguir representa a tela da página de visualização e gestão de um orçamento e suas funcionalidades na primeira versão do *software*. Nela é possível notar a presença de identificadores do orçamento, com nome, descrição e detalhes de funcionamento, além de botões que representam os requisitos de adicionar etapas, composições e insumos. Também é apresentada nesta interface a lista de itens adicionados, assim como a sua

quantidade, valor unitário e sua somatória em diferentes níveis (por item, por etapa e do orçamento).

Figura 15 – Tela visualizar orçamento

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UND.	QTD.	VALOR UNIT.	COM BDI	TOTAL
2		Preliminares					R\$ 0,00
3		MEIO DA OBRA					R\$ 4428,00
102879		PERFORATRIZ PARA EXECUÇÃO DE ESTACAS SECANTES, TIPO HÉLICE CONTÍNUA COM CABEÇOTE DUPLO E TUBO METÁLICO - MATERIAIS NA OPERAÇÃO_AF_04/2019	H	20	194,5	221,40	R\$ 4428,00

Valor BDI: R\$ 738,00
Subtotal: R\$ 3690,00
TOTAL: R\$ 4428,00

Fonte: Autor

A seguir é mostrada na Figura 16 como a funcionalidade de edição do orçamento é realizada, onde é aberta uma modal (caixa de diálogo) contendo um formulário com os dados do orçamento, possibilitando assim editá-los. Ao clicar em "Editar" as informações são salvas.

Figura 16 – Modal editar orçamento

Editar orçamento

Nome: Obra tal

Descrição:

UF da base SINAPI: Goiás

Mês da base SINAPI: 09/2023

BDI: 20

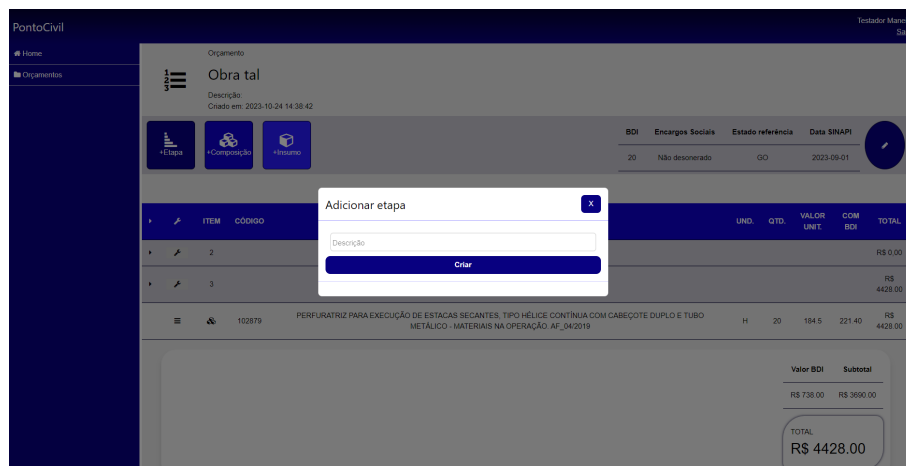
☒ Não Desonerado ☐ Desonerado

Editar

Fonte: Autor

Para a adição de novas etapas, ao pressionar o botão "+Etapa" (adicionar etapa) é aberta uma modal, como é mostrado na Figura 17, onde o usuário especifica a sua descrição.

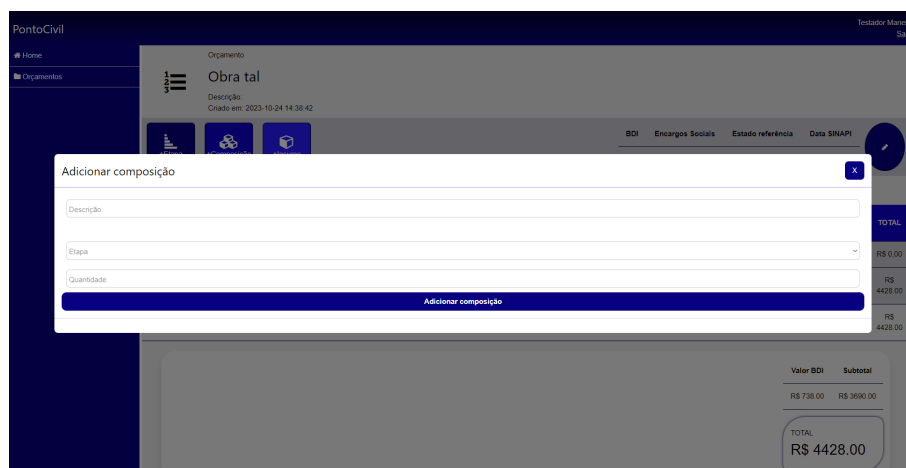
Figura 17 – Modal adicionar etapa



Fonte: Autor

Ao clicar em adicionar composição ou adicionar insumo é aberta uma caixa de diálogo que mostra três campos: descrição, quantidade e etapa. Essas opções definem em qual etapa o item será inserido, quantos itens e, realiza a busca pelo registro do item nas tabelas SINAPI, como é mostrado na Figura 18.

Figura 18 – Modal adicionar composição



Fonte: Autor

A busca por registros de composição ou insumo é conduzida apresentando registros com descrições ou códigos semelhantes à entrada fornecida pelo usuário. Os resultados são exibidos em uma tabela abaixo do campo de descrição, conforme ilustrado na Figura 19.

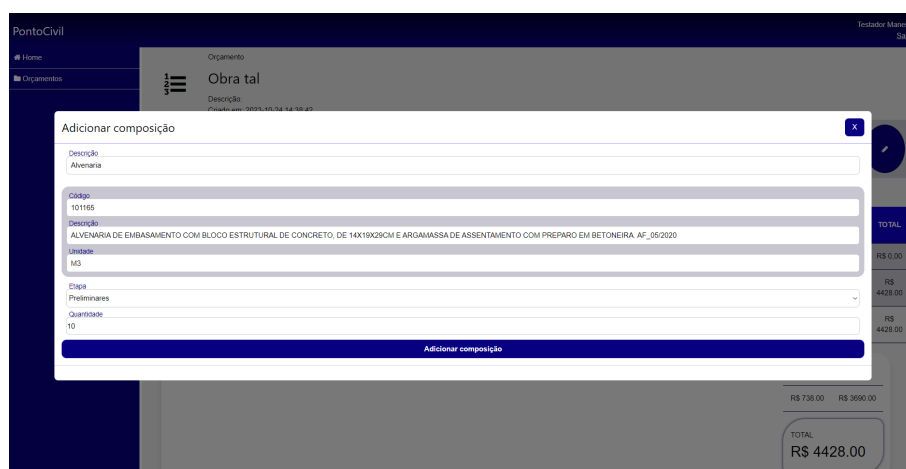
Figura 19 – Modal adicionar composição - busca de itens



Fonte: Autor

Ao clicar sobre um item da tabela (Figura 20), tal é selecionado e será adicionado ao se preencher os outros campos e clicar no botão "adicionar composição"(ou "adicionar insumo").

Figura 20 – Modal adicionar composição - selecionar item



Fonte: Autor

4.5 TESTES E VALIDAÇÃO

Nesta etapa, a aplicação foi submetida a avaliações práticas e recebeu contribuições dos usuários, proporcionando *insights* sobre satisfação e sugestões de aprimoramento. Os resultados indicam que, apesar de alguns apontamentos e aspectos suscetíveis de melhorias, o *software* está seguindo na direção certa para atender eficazmente ao seu público-alvo, consolidando-se como uma ferramenta significativa no âmbito da construção civil.

4.5.1 Questionários

A fim de recolher informações de experiência de uso da amostra testadora, foi realizado um questionário que incluía as seguintes pautas: usabilidade geral do *software*, utilidade do *software* frente ao tradicional uso de planilhas eletrônicas, e a utilidade do *software* frente a outros *softwares* semelhantes. O questionário foi aplicado de forma *online*, sendo distribuído aos cinco participantes selecionados, dentre profissionais, professores e alunos, com as seguintes questões:

- Você já trabalhou com orçamentação de construção civil?
- Como você avalia a **usabilidade geral** do *software* PontoCivil?
- Como você avalia a **utilidade** do *software* frente ao tradicional uso de **planilhas eletrônicas**?
- Como você avalia a **utilidade** do *software* frente a outros ***softwares* semelhantes** que já utilizou ou são mais conhecidos no mercado?
- Quais desses outros *softwares* você já teve algum contato?
 - Nenhum
 - OrçaFascio
 - i9 Orçamentos
 - Ecustos
 - Outra
- Sugestões gerais

Houveram cinco testadores, que relataram a sua experiência inicial na primeira versão da aplicação. A Figura 21 mostra que todos os participantes já trabalharam com orçamentação, sendo quatro de forma profissional e uma pessoa enquanto estudante.

Figura 21 – Gráfico pergunta: Já trabalhou com orçamentação de construção civil?

4. Já trabalhou com orçamentação de construção civil?



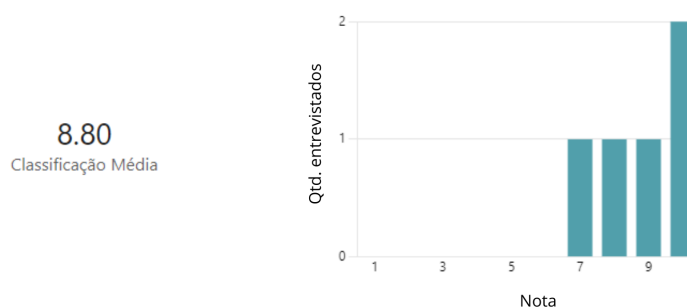
Fonte: Autor

Já em relação às avaliações, na Figura 22 demonstra que houve uma boa experiência

em relação à usabilidade geral do sistema desenvolvido, obtendo uma média de 8.8 pontos de 10.

Figura 22 – Gráfico avaliação usabilidade geral

5. Como você avalia a **usabilidade geral** do software PontoCivil?

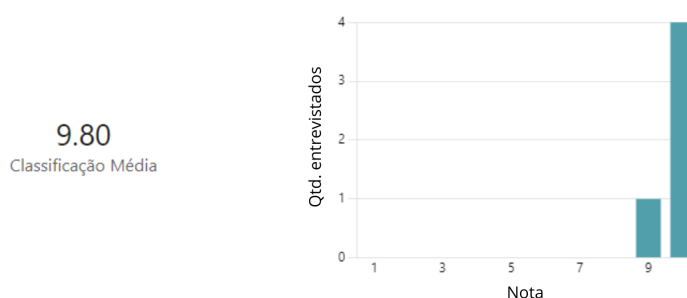


Fonte: Autor

Tratando da utilidade da aplicação em relação ao tradicional uso de planilhas eletrônicas para executar as mesmas tarefas, obteve-se uma média alta no valor de 9.8 pontos de 10, como indica a Figura 23.

Figura 23 – Gráfico utilidade frente a planilhas eletrônicas

6. Como você avalia a **utilidade** do software frente ao tradicional uso de **planilhas eletrônicas**?



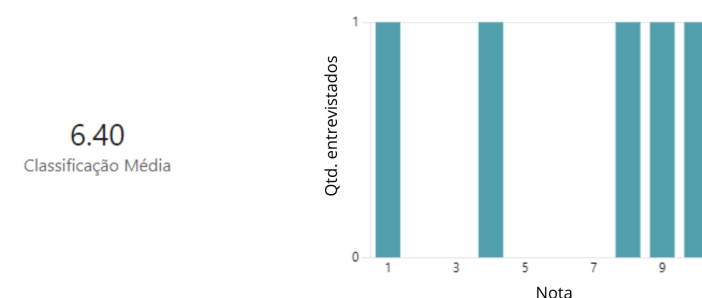
Fonte: Autor

O quesito em que o *software* implementado neste trabalho menos performou no questionário foi em comparação com outros sistemas conhecidos e com proposta semelhante no mercado, obtendo nota 6.4 de 10, como mostra a Figura 24. Apesar de não ser a média objetivada, apenas dois participantes avaliaram com menos da metade da nota máxima, o

que mostra que a aplicação está se projetando para se tornar uma ferramenta sólida para orçamentação de construção civil.

Figura 24 – Gráfico utilidade frente a *softwares* semelhantes

7. Como você avalia a **utilidade** do software frente a outros **softwares semelhantes** que já utilizou ou são mais conhecidos no mercado?



Fonte: Autor

A Figura 25 mostra o resultado de quais softwares semelhantes citados neste trabalho os participantes já tiveram algum contato. Dentre os outros estavam Sienge e CalcObras, os quais foram abordados na Subseção 3.2.1.

Figura 25 – Gráfico pergunta: Quais *software* já tiveram contato

8. Quais desses outros softwares você já teve algum contato?



Fonte: Autor

4.5.2 Primeira Revisão

Como desdobramento da análise inicial do software, incorporou-se sugestões dos usuários, abrangendo desde aspectos funcionais até ajustes visuais. Entre as modificações mais notáveis, destacam-se:

- Adequação da formatação de valores monetários e datas ao padrão brasileiro;
- Introdução da funcionalidade de fechar caixas de diálogo (modais) utilizando a tecla "Esc" do teclado ou clicando fora da caixa;

- Aprimoramento na estética e disposição do botão de edição de orçamento;
- Possibilidade de edição da descrição das etapas.

O resultado da reformulação da interface do orçamento está apresentado na Figura 26.

Figura 26 – Tela de visualização de orçamento - versão 2

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID.	QTD.	VALOR UNIT.	COM BDI	TOTAL
27		Preliminares					RS 1.099,89
34		Piso					RS 3.575,00
39594		PISO ELEVADO COM 2 PLACAS DE AÇO COM ENCHIMENTO DE CONCRETO CELULAR, INCLUSIVE BASE, HASTE, CRUZETAS, 80 X 80 CM, H = 128 CM, RESISTENCIA CARGA CONCENTRADA 496 KG (COM COLOCACAO)	M2	10	RS 325	RS 357,50	RS 3.575,00

Valor BDI: RS 424,89
Subtotal: RS 4.249,90
TOTAL: R\$ 4.674,89

Fonte: Autor

O modal para a edição da descrição da etapa é exibido na Figura 27.

Figura 27 – Modal editar etapa

Editar etapa

Descrição: Piso

Editar

Fonte: Autor

4.5.3 Segunda Revisão

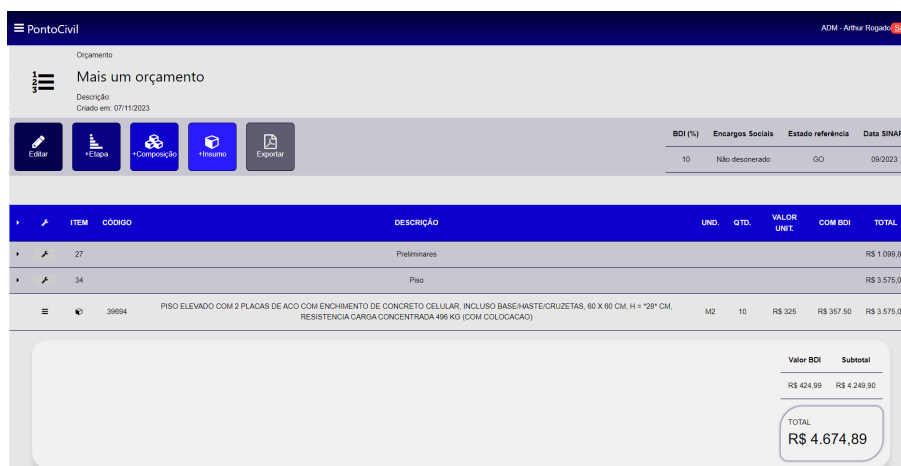
Após a segunda etapa de *feedback* dos usuários, introduzimos no sistema funcionalidades que redefinem a experiência de uso, além de ajustes no *layout*, formatação de texto e usabilidade. As principais inclusões contemplam:

- Opção de fechamento do menu lateral;

- Capacidade de exportar o relatório em formato PDF;
- Aprimoramentos no sistema de busca de insumos e composições.

A opção de fechar o menu lateral proporciona uma visualização em tela cheia, oferecendo mais espaço para operações no orçamento. Essa funcionalidade é ilustrada na Figura 28, acionada pelo clique no ícone de barras ao lado do nome "PontoCivil".

Figura 28 – Visualização em tela cheia do orçamento



PontoCivil ADM - Arthur Rogério

Orçamento

Mais um orçamento

Descrição: Criado em 07/11/2023

BDI (%) 10 Encargos Sociais Não desonerado Estado referência GO Data SINAPI 09/2023

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UND.	QTD.	VALOR UNIT.	COM BDI	TOTAL
27		Preliminares					R\$ 1.099,89
34		Piso					R\$ 3.575,00
30694		PISO ELEVADO COM 2 PLACAS DE AÇO COM ENCHIMENTO DE CONCRETO CELULAR, INCLUSIVE BASE/MASTE/CRUZETAS, 60 X 60 CM, H = 28* CM, RESISTENCIA CARGA CONCENTRADA 496 KG (COM COLOCACAO)	M2	10	R\$ 325	R\$ 357,50	R\$ 3.575,00

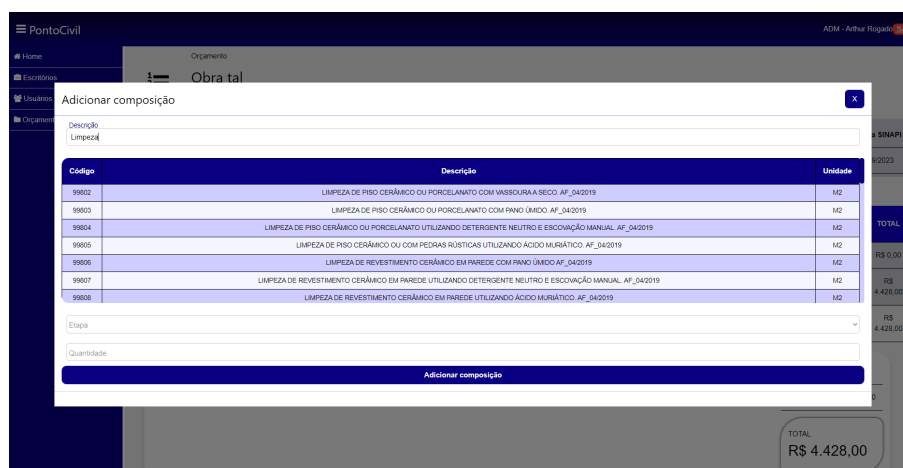
Valor BDI R\$ 424,99 Subtotal R\$ 4.249,90

TOTAL R\$ 4.674,89

Fonte: Autor

A pesquisa aprimorada apresenta resultados mais relevantes no topo da lista, otimizando a eficiência da busca. Essa funcionalidade é exemplificada na Figura 29.

Figura 29 – Pesquisa aprimorada



PontoCivil ADM - Arthur Rogério

Orçamento

Obra tal

Adicionar composição

Descrição: Limpesca

Código	Descrição	Unidade
99802	LIMPEZA DE PISO CERÂMICO OU PORCELANATO COM VASSOURA SECA AF_04/2019	M2
99803	LIMPEZA DE PISO CERÂMICO OU PORCELANATO COM PANO ÚMIDO AF_04/2019	M2
99804	LIMPEZA DE PISO CERÂMICO OU PORCELANATO UTILIZANDO DETERGENTE NEUTRO E ESCOVAÇÃO MANUAL AF_04/2019	M2
99805	LIMPEZA DE PISO CERÂMICO OU COM PEDRAS RÚSTICAS UTILIZANDO ÁCIDO MURIÁTICO AF_04/2019	M2
99806	LIMPEZA DE REVESTIMENTO CERÂMICO EM PAREDE COM PANO ÚMIDO AF_04/2019	M2
99807	LIMPEZA DE REVESTIMENTO CERÂMICO EM PAREDE UTILIZANDO DETERGENTE NEUTRO E ESCOVAÇÃO MANUAL AF_04/2019	M2
99808	LIMPEZA DE REVESTIMENTO CERÂMICO EM PAREDE UTILIZANDO ÁCIDO MURIÁTICO AF_04/2019	M2

Etapa

Quantidade

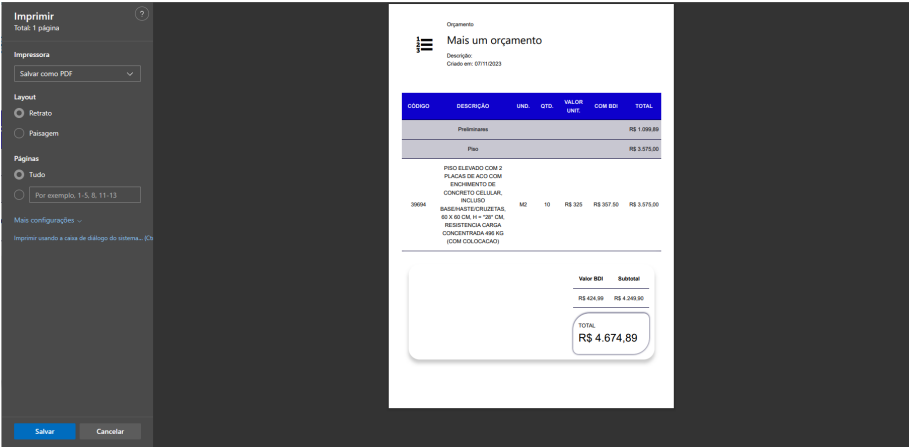
Adicionar composição

TOTAL R\$ 4.428,00

Fonte: Autor

A exportação do relatório é realizada ao clicar no botão "Exportar", permitindo a transferência do resultado do orçamento para um arquivo em formato PDF. O resultado pode ser visualizado na Figura 30, onde o usuário pode imprimir o documento ou salvar em PDF para referências futuras.

Figura 30 – Exportação em PDF



Fonte: Autor

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi apresentado um estudo detalhado sobre o desenvolvimento e implementação de uma aplicação *web* para orçamento de obras da construção civil. Ao longo do desenvolvimento, explorou-se as etapas de análise, modelagem, implementação, testes e validação, sempre dando foco à usabilidade e eficácia do sistema para o público-alvo.

5.1 Principais Contribuições

Durante o desenvolvimento do sistema, várias contribuições significativas foram identificadas e implementadas. Destacamos as principais contribuições a seguir:

- **Interface intuitiva:** A interface do usuário foi projetada visando a facilidade de uso, permitindo que profissionais e estudantes da área de construção civil realizem orçamentos de forma intuitiva e eficiente.
- **Funcionalidades adicionais:** Foram incorporadas funcionalidades como a possibilidade de edição de etapas, melhor formatação dos dados numéricos e dentre outros, proporcionando flexibilidade e abrangência ao sistema.
- **Otimização do fluxo de trabalho:** A otimização do fluxo de trabalho foi uma preocupação constante, resultando em melhorias na busca e adição de insumos e composições.

5.2 Trabalhos Futuros

O *feedback* dos usuários e os testes realizados demonstraram que o sistema atende às expectativas iniciais e oferece uma solução eficaz para a orçamentação de obras civis. Contudo, reconhece-se que qualquer *software* é passível de aprimoramentos contínuos. Considerando o escopo deste projeto, foram identificadas algumas áreas para possíveis trabalhos futuros:

- **Integração com outras ferramentas:** Explorar a integração do PontoCivil com outras ferramentas amplamente utilizadas na área de construção civil, aprimorando ainda mais a eficiência do processo.
- **Implementação de recursos avançados:** Adicionar funcionalidades avançadas, como geração automática de relatórios detalhados em formato de planilha eletrônica, análise de custo-benefício, memorial de cálculo, entre outros.
- **Ampliação da base de dados:** Continuar expandindo a base de dados de insumos e composições, garantindo uma cobertura abrangente para diversas necessidades de orçamentação.

5.3 Considerações Finais

O desenvolvimento do PontoCivil representou um desafio enriquecedor. Ao integrar conhecimentos teóricos com a prática do desenvolvimento de *software*, percebeu-se a aplicação direta no contexto da engenharia civil.

Em síntese, o desenvolvimento do *software* de orçamento representa uma etapa significativa em direção à modernização e otimização dos processos de orçamentação na construção civil. Acredita-se que esta ferramenta pode ser uma aliada valiosa para profissionais e estudantes, contribuindo para a eficiência e precisão na elaboração de orçamentos para obras.

Referências

- BEZERRA, E. **Princípios de Análise e Projeto de Sistemas com UML**. [S.l.]: Elsevier, 2015. ISBN 978-85-352-2626-3. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 6.
- BOOCH, G. **UML: Guia do Usuário**. 2. ed. Rua Sete de Setembro, 111, 16º andar, 20050-006 - Centro - Rio de Janeiro - RJ - Brasil: Elsevier, 2012. 184 p. Tradução de Fábio Freitas da Silva e Cristina de Amorim Machado. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 7.
- BRASIL. **Lei nº 13.303, de 30 de junho de 2016**. Brasília: [s.n.], 2016. Diário Oficial da União. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/L13303.htm>. Citado na página 15.
- CAIXA ECONOMICA FEDERAL. **Insumos e composições - SINAPI - Caixa**. 2023. Disponível em: <<https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/insumos-composicoes/Paginas/default.aspx>>. Citado na página 13.
- CBIC. **Insumos e composições - SINAPI - CBIC**. 2023. Disponível em: <<https://cbic.org.br/sinapi>>. Citado na página 14.
- COELHO, R. S. de A. **Orçamento de Obras na Construção Civil**. [S.l.]: Editora PINI, 2015. 354 p. Citado 4 vezes nas páginas 1, 11, 12 e 13.
- GONZALEZ, M. A. S. **Noções de Orçamento e Planejamento de Obras**. São Leopoldo: UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2008. Citado na página 11.
- MATTOS, A. D. **Como Preparar Orçamentos de Obras**. 1. ed. São Paulo: PINI, 2006. Citado na página 11.
- NASCIMENTO, R. M. d. Aplicação da visual basic for applications no microsoft office excel para a elaboração de orçamentos analíticos em projetos de engenharia civil. Universidade Federal da Paraíba, p. 66, 2018. Citado 2 vezes nas páginas 1 e 13.
- OLIVEIRA, P. W. B. A. d. Elaboração de orçamento de obras na construção civil. Universidade Federal da Paraíba, p. 33, 2017. Citado na página 11.
- PRESSMAN, R. S. **Engenharia de software: uma abordagem profissional**. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016. 816 p. Citado 6 vezes nas páginas 3, 4, 5, 6, 8 e 9.
- SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software, 10th**. [S.l.]: Pearson Education do Brasil, 2018. 750 p. Citado 13 vezes nas páginas , 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 18, 23 e 24.