



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
MINAS GERAIS - *CAMPUS* BETIM
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

Fabício Tiago de Melo

Transformação Digital do processo de calculos de engenharia

Betim
2023

FABRÍCIO TIAGO DE MELO

Transformação Digital do processo de calculos de engenharia

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais *Campus* Betim, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação.

Orientador: Prof. Me. Virgil Del Duca Almeida

Betim
2023

FICHA CATALOGRÁFICA

M528t Melo, Fabrício Tiago de
Transformação digital do processo de cálculos de engenharia /
Fabrício Tiago de Melo. – 2023.

52 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em
Engenharia de Controle e Automação) - Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Câmpus Betim,
2023.

Orientador: prof. Me. Virgil Del Duca Almeida

1. Transformação digital. 2. Software - Desenvolvimento. 3.
Processos (Eficiência). 4. Automação. I. Melo, Fabrício Tiago de . II.
Título.

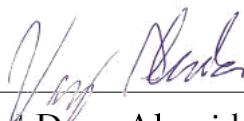
CDU: 004.41

Fabício Tiago de Melo

Transformação Digital do processo de cálculos de engenharia

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais *Campus* Betim, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação.

Aprovado em: 14 / 12 / 2023 pela banca examinadora:



Prof. Me. Virgil Del Duca Almeida (Orientador) - IFMG



Prof. Me. Cristiano Martins Nunes - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - IFMG



Prof. Especialista Bruno Porto Caetano - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - IFMG

Dedico este trabalho a todos que acreditaram, assim como eu, que enfrentar desafios psicológicos durante a jornada de elaboração de um TCC é uma realidade comum e humana. Reconheço que pedir ajuda e apoio não é sinal de fraqueza, mas sim uma demonstração de força e determinação em busca do sucesso. Agradeço a todos que estenderam a mão para aqueles que precisaram, oferecendo suporte emocional e orientação. Este trabalho é dedicado a vocês, como um lembrete de que não estamos sozinhos em nossas lutas e que juntos podemos superar qualquer obstáculo.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de aproveitar este momento para expressar minha sincera gratidão a todos que estiveram ao meu lado durante esta jornada desafiadora na elaboração deste trabalho de conclusão de curso.

Em primeiro lugar, quero agradecer ao meu orientador, Virgil Almeida. Sua orientação, apoio, paciência e compartilhamento de conhecimento foram fundamentais para a realização deste trabalho e para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Aos meus pais, Guilherme e Gildete, e a toda a minha família, incluindo meus queridos primos, em especial a Ariane, desejo expressar meu mais profundo agradecimento. Vocês estiveram ao meu lado, oferecendo amor, incentivo, compreensão e, quando necessário, muitos puxões de orelha. Também quero homenagear os meus avós, que já não estão mais fisicamente conosco, mas permanecem vivos em meu coração. Sem o apoio de todos vocês, esta conquista não teria sido possível. Muito obrigado por tudo!

Agradeço também aos amigos que são muitos, mas que me apoiaram e estiveram próximos. Especialmente aos meus amigos de infância, Igor, Pedro, Ricardo, e minha grande amiga Lorena, ao pessoal da Mansão Foster, a minha psicóloga, aos amigos do Sexta, meus queridos amigos do Terceirão e aos colegas de curso, em particular o pessoal do FD e do IF Gaming, que compartilharam ideias, experiências e inúmeros momentos de descontração. Quero expressar minha sincera gratidão. É impossível citar todos os nomes, mas saibam que cada um de vocês fez uma diferença significativa nesta jornada. Sou eternamente grato pelo apoio, pelas risadas compartilhadas e pelo suporte contínuo. Nunca esquecerei o impacto positivo que cada um de vocês teve em minha vida, e esta conquista é, de certa forma, dedicada a todos vocês. Muito obrigado por tornarem esta jornada mais leve, memorável e repleta de amizade.

À instituição de ensino IFMG - Campus Betim, meu sincero agradecimento pela estrutura, ambiente propício e qualidade dos profissionais envolvidos que tornaram a realização deste trabalho possível.

Por fim, quero estender meus agradecimentos a todas as fontes de conhecimento e referências acadêmicas que consultei ao longo desta pesquisa. Seu trabalho contribuiu significativamente para a construção deste TCC.

Este trabalho é dedicado a todos vocês, e é um reflexo de um esforço coletivo. Sem o apoio, os conselhos e os desabafos, eu não teria conseguido entregar este trabalho. Muito obrigado por fazerem parte desta jornada e por tornarem possível a realização deste projeto. Estou extremamente feliz em poder compartilhar, mesmo que não consiga expressar de forma clara e objetiva, essa conquista tão importante!

Fabício Tiago de Melo

“Insanidade é: fazer a mesma coisa várias vezes e esperar resultados diferentes”.

- Albert Einstein

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo a realização da transformação digital de uma empresa, por meio do desenvolvimento de um software com aplicação micro web. A transformação digital é um processo cada vez mais presente nas organizações, sendo capaz de melhorar a eficiência dos processos, aumentar a produtividade e aprimorar a experiência do cliente. Para tanto, foram utilizados métodos como levantamento de requisitos, análise e design de software, além da implementação e testes da aplicação. O software desenvolvido possui a capacidade de gerenciar a melhoria de cinco processos internos da empresa, facilitando o acesso e compartilhamento de informações entre os colaboradores, reduzindo erros e retrabalhos e, conseqüentemente, aumentando a eficiência da empresa como um todo. Além disso, a aplicação micro web permite o acesso aos recursos do software por meio de dispositivos móveis e de qualquer lugar com acesso à internet, tornando a utilização mais prática e flexível. Com a conclusão deste trabalho, espera-se contribuir para a modernização da empresa, tornando-a mais competitiva no mercado atual e preparada para as exigências do futuro.

Palavras-chave: Transformação digital; Software com aplicação micro web; Eficiência dos processos ; Gerenciamento de informações; Modernização empresarial.

ABSTRACT

The present work aims to carry out the digital transformation of a company through the development of a micro web application software. Digital transformation is an increasingly present process in organizations, capable of improving process efficiency, increasing productivity, and enhancing the customer experience. To achieve this, methods such as requirements gathering, software analysis and design, as well as implementation and testing of the application were used. The developed software has the ability to manage the improvement of five internal processes of the company, facilitating access and sharing of information among employees, reducing errors and rework, and consequently, increasing the efficiency of the company as a whole. In addition, the micro web application allows access to the software's resources through mobile devices and from anywhere with internet access, making usage more practical and flexible. With the completion of this work, it is expected to contribute to the modernization of the company, making it more competitive in the current market and prepared for the demands of the future.

Keywords: Digital transformation; Micro web application software; Process efficiency; Information management; Business modernization.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Exemplo esquemático do RUP	19
Figura 2 – Tabela Beaufort	23
Figura 3 – Exemplo do simbolo do CG	24
Figura 4 – Exemplo do CG em içamento de Cargas	25
Figura 5 – Exemplo do locação do CG em içamento de Cargas	25
Figura 6 – Exemplo dos tipos de terminações utilizados em lingas	26
Figura 7 – Exemplo dos tipos de terminações utilizados em lingas	27
Figura 8 – Exemplo dos tipos de terminações utilizados em lingas	27
Figura 9 – Exemplo das lingas em conjunto simétrico	28
Figura 10 – Exemplo das lingas em conjunto assimétrico	29
Figura 11 – Gabarito de Carga bruta do guindaste x Área real da carga	31
Figura 12 – Gabarito de Impacto do vento x Velocidade permitida de vento	31
Figura 13 – Resultado Primeira Iteração - Menu	33
Figura 14 – Resultado Primeira Iteração - Cálculo Simétrico	33
Figura 15 – Resultado Segunda Iteração - Menu	34
Figura 16 – Resultado Segunda Iteração - Cálculo Simétrico	34
Figura 17 – Resultado Segunda Iteração - Cálculo Assimétrico	35
Figura 18 – Resultado Terceira Iteração - Cálculo Vento	36
Figura 19 – Resultado Quarta Iteração - Cálculo Verticalização	37
Figura 20 – Resultado Quinta Iteração - Cálculo Parafuso	38
Figura 21 – Interpolação Polinomial de Ordem 5	39
Figura 22 – Interpolação Polinomial de Ordem 2	40
Figura 23 – Interpolação Exponencial	40
Figura 24 – Planilha de Cálculo: Parafuso/Pino	41
Figura 25 – Ambiente de Cálculos - Menu	43
Figura 26 – Menu Cálculo Simétrico	43
Figura 27 – Menu Cálculo Assimétrico	44
Figura 28 – Menu Cálculo de Vento	45
Figura 29 – Menu Cálculo de Verticalização	46
Figura 30 – Menu Cálculo de Parafusos	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CRM	Carga de Ruptura Mínima
CG	Centro de Gravidade
IFMG	Instituto Federal de Minas Gerais
NR	Norma Regulamentadora
RUP	Rational Unified Process (ou Processo Unificado Racional)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivos	15
1.1.1	<i>Objetivo geral</i>	15
1.1.2	<i>Objetivos específicos</i>	15
1.2	Justificativa	16
1.3	Organização do Texto	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	Metologia RUP	18
2.2	Interpolação	19
2.3	Linguagem de Programação	20
2.3.1	<i>Python</i>	20
2.3.2	<i>Flask</i>	21
2.4	Plano de Rigger	21
2.4.1	<i>NR</i>	22
2.5	Escala Beaufort	23
2.6	Cálculo de Rigger	24
2.6.1	<i>Centro de Gravidade</i>	24
2.6.2	<i>Dimensionamento das ligadas e acessórios</i>	26
2.6.3	<i>Estimativa de Vento Máximo</i>	30
2.6.4	<i>Roteiro Estimativa de Vento Máximo</i>	30
3	METODOLOGIA	32
3.1	Iterações e avanços	32
3.1.1	<i>Iteração Inicial</i>	32
3.1.2	<i>Primeira Iteração</i>	32
3.1.3	<i>Segunda Iteração</i>	33
3.1.4	<i>Terceira Iteração</i>	35
3.1.5	<i>Quarta Iteração</i>	36
3.1.6	<i>Quinta Iteração</i>	37
3.1.7	<i>Sexta Iteração</i>	38
4	RESULTADOS	39
4.1	Desafios na Implementação das funcionalidade do Código	39
4.1.1	<i>Interpolação</i>	39
4.1.2	<i>Utilização de Fonte de dados existente</i>	41
4.1.3	<i>Criação de Servidor</i>	42
4.2	Resultado da Implementação Final	42
4.3	Ganho Real da Implementação Final	48
5	CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	49
5.1	Conclusão	49

5.2 Trabalhos Futuros 49

REFERÊNCIAS 51

1 INTRODUÇÃO

A transformação digital é um tema que vem sendo amplamente discutido na literatura acadêmica, uma vez que a adoção de tecnologias digitais tem se mostrado cada vez mais necessária para a competitividade das empresas em um mundo cada vez mais digitalizado. De acordo com a revisão sistemática de Domingues (DOMINGUES, 2019), as competências digitais têm se tornado fundamentais nos locais de trabalho, uma vez que a tecnologia se tornou uma ferramenta indispensável para a realização das atividades cotidianas nas empresas.

Nesse contexto, a transformação digital tem se tornado cada vez mais essencial em empresas de diversos setores, visto que pode trazer benefícios significativos como melhoria na eficiência dos processos, aumento da produtividade e aprimoramento da experiência do cliente. De acordo com o estudo realizado por Freire (FREIRE; MELO; SANTANA, 2021) evidenciou que a transformação digital tem sido adotada em empresas brasileiras de diferentes tamanhos, incluindo pequenas empresas. Dentre as principais tecnologias utilizadas na transformação digital, destacam-se a computação em nuvem, mídias sociais, big data e analytics, e-commerce e mobile.

A adoção da transformação digital pode trazer diversos benefícios para as empresas, como redução de custos, aumento da eficiência e melhoria na qualidade do serviço oferecido aos clientes, como destacado por Reinartz, Wiegand e Imschloss (REINARTZ; WIEGAND; IMSCHLOSS, 2019). Além disso, a transformação digital pode impactar as empresas de diversas maneiras, desde a forma como os colaboradores trabalham e se comunicam, até a maneira como os produtos ou serviços são oferecidos aos clientes. Um dos principais impactos é a melhoria da eficiência dos processos internos, que pode levar a uma redução de custos e aumento da produtividade.

A transformação digital também pode melhorar a qualidade do serviço oferecido aos clientes, tornando a experiência de utilização mais rápida, prática e personalizada. Outro impacto importante é a facilidade de acesso e compartilhamento de informações entre os colaboradores, o que pode reduzir erros e retrabalhos e aumentar a colaboração e sinergia entre as áreas da empresa. Esses impactos foram destacados por diversos autores, como Reinartz, Wiegand e Imschloss (REINARTZ; WIEGAND; IMSCHLOSS, 2019).

Diante disso, é importante que as empresas estejam atentas às oportunidades trazidas pela transformação digital e busquem incorporar as tecnologias em seus processos de negócio, conforme sugerido por Berman (BERMAN, 2012), que destaca que a transformação digital pode ser uma oportunidade para a criação de novos modelos de negócios. Assim, é fundamental que as empresas desenvolvam competências digitais em seus colaboradores e invistam em tecnologias digitais para manterem-se competitivas em um mercado cada vez mais digital.

A área de Engenharia de Controle e Automação desempenha um papel fundamental na aplicação da transformação digital, permitindo a identificação de problemas e oportunidades de melhoria por meio da análise de dados. Isso leva a novas soluções de automação e controle de

processos, tornando a coleta e análise de dados cruciais para a transformação digital na engenharia de controle e automação.

A análise de dados permite às empresas identificar padrões e tendências nos processos e resultados, o que pode levar a melhorias significativas na eficiência e qualidade do serviço. Além disso, a análise de dados é fundamental para identificar problemas antes que se tornem críticos e planejar a manutenção preventiva de equipamentos. Por meio dessas práticas, as empresas podem garantir a continuidade dos processos, maximizar a produtividade e otimizar os custos de manutenção.

Neste contexto, o presente trabalho apresenta um exemplo prático de transformação digital decorrente da aplicação dos conceitos discutidos no curso de engenharia de controle e automação. Essa transformação acontecerá por meio da análise, desenvolvimento e testes de um *software* para otimizar os processos e melhorar a qualidade do serviço oferecido aos clientes. Além disso, o desenvolvimento desse *software* pode contribuir para o avanço do conhecimento nesta área.

1.1 Objetivos

1.1.1 *Objetivo geral*

O objetivo geral do trabalho é evidenciar a relevância da transformação digital para as empresas e sistemas que buscam aproveitar os benefícios das tecnologias e estudos contemporâneos. Para isso, serão enfatizadas a padronização de processos, a maior acessibilidade a informações e processos em tempo real, e a análise de dados como vantagens da transformação digital para aprimorar a eficiência e produtividade das empresas.

1.1.2 *Objetivos específicos*

- Realizar uma análise detalhada do processo atualmente realizado no Excel, identificando as principais atividades, fluxos de informação, entradas e saídas de dados, pontos críticos e oportunidades de melhoria.
- Definir uma arquitetura de sistema adequada para a implementação do micro serviço *web*, levando em consideração fatores como escalabilidade, segurança, integração com outros sistemas, entre outros.
- Desenvolver e testar o micro serviço *web*, garantindo que ele atenda aos requisitos especificados e que seja capaz de substituir o processo atualmente realizado no Excel de forma eficiente e confiável.
- Garantir a integração do micro serviço *web* com outros sistemas e processos da empresa, de forma a permitir a troca de informações e a realização de atividades complementares.

- Implementar uma estratégia de capacitação e treinamento para os usuários do novo sistema, visando garantir a sua correta utilização e maximizar os seus benefícios.
- Realizar uma avaliação dos resultados obtidos com a transformação digital, comparando o desempenho e a eficiência do processo atual com o novo processo baseado no micro serviço *web*.

1.2 Justificativa

A transformação digital é uma necessidade cada vez mais evidente para as empresas, visto que a tecnologia está mudando a forma como as organizações operam e se relacionam com seus clientes e fornecedores. Processos manuais podem apresentar limitações como baixa eficiência, erros humanos, lentidão e dificuldades de análise de dados, dentre outros.

Nesse sentido, a realização do processo de transformação digital em um processo manual pode trazer diversos benefícios, tais como:

- Padronização e automação de tarefas repetitivas, aumentando a eficiência e reduzindo a ocorrência de erros;
- Melhoria na acessibilidade aos dados, com informações disponíveis em tempo real e em diferentes dispositivos, possibilitando tomadas de decisão mais rápidas e assertivas;
- Maior segurança e confiabilidade dos dados, evitando perda ou manipulação indevida de informações;
- Análise mais detalhada e completa dos dados, permitindo a identificação de padrões, oportunidades de melhoria e tendências.

Portanto, a realização do processo de transformação digital em um processo manual pode trazer diversos benefícios para a organização, possibilitando uma maior eficiência e assertividade na tomada de decisão.

1.3 Organização do Texto

Este trabalho está organizado da seguinte forma.

A introdução é a primeira seção do trabalho e tem como objetivo apresentar o tema, justificar a relevância do estudo, delimitar o problema de pesquisa e apresentar a estrutura do trabalho.

O referencial teórico é a seção em que são apresentados os conceitos e as teorias que sustentam o trabalho, com o objetivo de situar o leitor sobre o conhecimento prévio existente acerca do tema.

A metodologia descreve como o estudo foi realizado, desde a escolha do método de pesquisa até a coleta e análise de dados. É importante que essa seção seja de fácil entendimento e detalhada, para que outros pesquisadores possam replicar o estudo.

Resultados e discussões apresentam os resultados obtidos com a realização do estudo e a análise desses resultados à luz do referencial teórico, buscando responder às perguntas de pesquisa e verificar as hipóteses formuladas.

A conclusão (ou considerações finais) sintetiza os resultados e apresenta as conclusões alcançadas a partir do estudo, destacando as contribuições e limitações do trabalho, bem como sugestões para estudos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A seguir serão apresentados conceitos e ferramentas empregados durante a transformação digital com o objetivo de situar e contextualizar a leitura por meio de referências teóricas.

2.1 Metodologia RUP

A metodologia RUP é um processo de desenvolvimento de *software* que se baseia em melhores práticas da indústria. Segundo (SOMMERVILLE, 2011), o RUP é uma metodologia iterativa e incremental que enfatiza a colaboração entre equipes e a entrega de *software* de qualidade ao longo do tempo. A metodologia é dividida em quatro fases principais: Iniciação, Elaboração, Construção e Transição.

A fase de Iniciação é o ponto de partida do projeto, onde a equipe define os objetivos, escopo e requisitos iniciais do *software*. Já a fase de Elaboração, segundo Pressman (2016), é onde a equipe analisa e define os requisitos com mais detalhes, projetando a arquitetura do sistema e realizando uma análise de riscos.

A fase de Construção é onde o *software* é implementado e testado de forma iterativa, enquanto a fase de Transição é onde o *software* é entregue ao cliente, passa por testes finais e é preparado para a implantação.

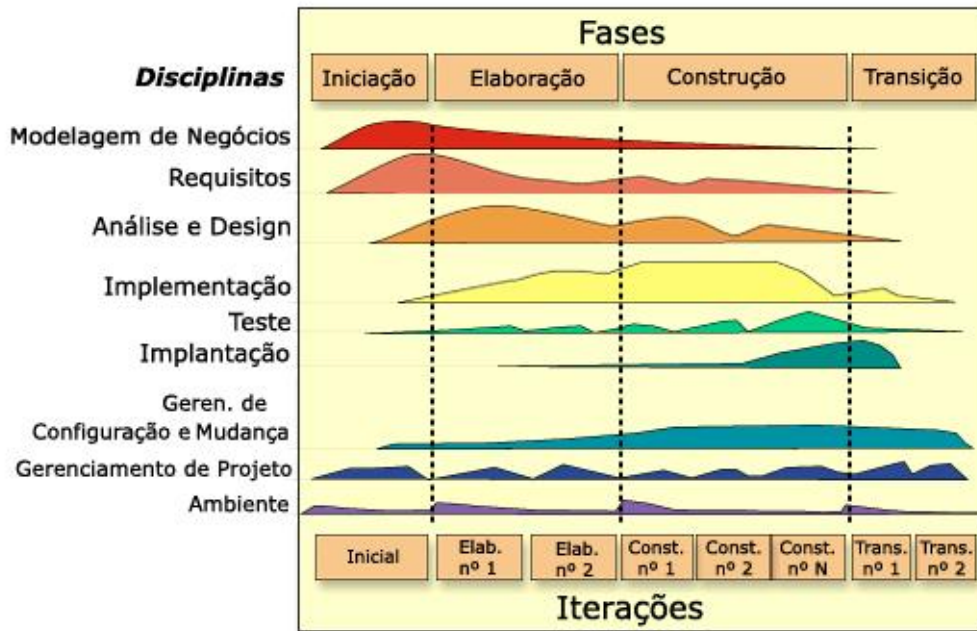
O RUP é considerado uma metodologia adaptável, permitindo que as equipes personalizem e adaptem o processo de acordo com suas necessidades específicas de projeto e ambiente de desenvolvimento. Isso pode incluir a integração de outras metodologias, como Scrum e Kanban, por exemplo.

As fases do RUP de acordo com (PEREIRA, 2016) são:

1. Início (Inception): determina a fase onde se é levantado o escopo do desenvolvimento, sendo levantado uma visão do produto final a partir de um caso de uso (básico) definido.
2. Elaboração (Elaboration): fase onde é feito todo o planejamento das atividades e recursos necessários, onde são definidas funcionalidades e a arquitetura a ser desenvolvida.
3. Construção (Construction): implementação do *software*, é a fase onde o *software* é efetivamente construído. Em projetos grandes esta fase pode ser segmentada em várias iterações, visando à divisão em partes menores para um melhor gerenciamento.
4. Transição (Transition): é a fase onde o produto finalizado é passado aos usuários. Nesta fase ocorre treinamento dos usuários (e possíveis mantenedores) e é o momento da avaliação do produto.

Abaixo temos o esquemático que relaciona o número de iterações e as fases do processo conforme figura 1.

Figura 1 – Exemplo esquemático do RUP



Fonte: Wikipedia, acessado em 10/04/2023

2.2 Interpolação

De acordo com (CHAPRA; CANALE, 2014) a interpolação matemática é uma técnica amplamente utilizada na análise de dados e no cálculo de funções aproximadas a partir de pontos conhecidos. Diversos métodos de interpolação, como o método de interpolação de Lagrange, os polinômios de Newton, desempenham um papel fundamental na aproximação de funções e na resolução de problemas práticos em diversas áreas, como engenharia, ciências naturais e computação.

Existem vários métodos de interpolação, cada um com suas próprias características e aplicações específicas. Abaixo, apresento alguns dos tipos de interpolação mais comuns:

- **Interpolação Linear:** A interpolação linear é a mais simples e envolve a conexão de dois pontos conhecidos com uma linha reta. É útil quando se assume que os valores intermediários variam de maneira uniforme entre os pontos de dados.
- **Interpolação de Lagrange:** Este método utiliza polinômios de Lagrange para passar exatamente pelos pontos de dados. Os polinômios de Lagrange são uma forma geral de interpolação e são úteis quando você deseja ajustar uma curva suave a um conjunto de pontos.
- **Interpolação de Newton:** A interpolação de Newton é semelhante à interpolação de Lagrange, mas utiliza os polinômios de Newton, que podem ser mais eficientes para cálculos.

A escolha do método de interpolação depende das características dos dados e das necessidades específicas da aplicação. Alguns métodos podem ser mais adequados para dados discretos, enquanto outros são ideais para criar curvas suaves. A seleção do método apropriado é fundamental para garantir resultados precisos em análises e modelagens.

As técnicas de interpolação escolhidas para este trabalho incluem a interpolação polinomial e a interpolação de potência. No entanto, é importante observar que o *software* Excel oferece uma variedade de outros métodos de interpolação prontos para uso. A seguir, descreveremos algumas das opções disponíveis e acessíveis no *software* Excel.

- Exponencial
- Linear
- Logarítmica
- Polinomial
- Potência
- Média Móvel

A respeito da confiança que depositamos nos valores encontrados, é imperativo avaliar quão bem o modelo se ajusta aos dados. Segundo (MINITAB., 2023), os gráficos de resíduos têm a capacidade de revelar padrões indesejados nos resíduos, proporcionando uma detecção mais eficaz de resultados enviesados do que a análise puramente numérica.

O coeficiente de determinação, frequentemente representado como " R^2 ", é uma métrica estatística usada em análise de regressão. Ele fornece informações sobre o quão bem um modelo estatístico se ajusta aos dados observados. O R^2 varia de 0 a 1 e indica a proporção da variabilidade na variável dependente que pode ser explicada pelas variáveis independentes incluídas no modelo de regressão.

2.3 Linguagem de Programação

2.3.1 Python

A linguagem Python, conforme documentação (ROSSUM, 2023), é uma linguagem de programação de alto nível, interpretada e orientada a objetos, conhecida por sua legibilidade e sintaxe simples. Desenvolvida no final da década de 1980 por Guido van Rossum, a linguagem tornou-se amplamente utilizada em diversas áreas, como ciência de dados, aprendizado de máquina, desenvolvimento *web*, automação de tarefas, entre outras.

Uma das principais características é a sua variedade de bibliotecas disponíveis, que permitem que os desenvolvedores realizem tarefas complexas de forma mais fácil e rápida. Entre

as bibliotecas mais populares em Python, podemos citar o NumPy e o Pandas para análise de dados, o TensorFlow e o PyTorch para aprendizado de máquina.

Python também é uma linguagem de código aberto, o que significa que é possível modificar e compartilhar o código com outras pessoas. Além disso, a linguagem tem uma comunidade ativa de desenvolvedores e usuários, que contribuem com novas bibliotecas e soluções para problemas comuns.

2.3.2 *Flask*

Flask de acordo com a documentação (RONACHER, 2023) é um *framework* para desenvolvimento *web* em Python que se destaca pela sua simplicidade e flexibilidade. Criado por Armin Ronacher em 2010, Flask tem como objetivo fornecer uma estrutura mínima para construir aplicativos *web* em Python, permitindo que os desenvolvedores se concentrem na lógica de negócios em vez de lidar com a complexidade da infraestrutura de desenvolvimento *web*.

O Flask possui uma arquitetura modular, com uma única dependência básica do Werkzeug, uma biblioteca de utilitários para desenvolvimento *web* em Python, e do Jinja2, um motor de modelo para construir interfaces de usuário. Ele também possui uma ampla gama de extensões que permitem adicionar funcionalidades específicas, como autenticação, validação de formulários e integração com bancos de dados, de forma fácil e rápida.

2.4 Plano de Rigger

O plano de rigger é um documento normativo que estabelece as informações necessárias para a execução segura e eficiente da operação de içamento de cargas. Ele tem como objetivo garantir a segurança dos trabalhadores envolvidos na operação, preservar a integridade da carga a ser movimentada e evitar prejuízos materiais e financeiros para as empresas contratantes. Além disso, o plano de rigger permite identificar e solucionar antecipadamente possíveis problemas que possam ocorrer durante a operação.

Para a elaboração do plano de rigger, foram realizadas pesquisas bibliográficas em livros, artigos científicos e normas regulamentadoras, como a NR-18 (NORMAS REGULAMENTADORAS - NR, 1978b), que estabelece diretrizes de segurança para obras de construção civil, e a ABNT NBR 15595-1 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015), que trata das diretrizes para o planejamento de cargas em movimentação de materiais.

Com base nessas normas, segue exemplo de desenvolvimento de um plano de rigger que contempla as seguintes etapas:

1. Identificação das cargas: Nesta etapa, é feita uma análise das características das cargas a serem içadas, como peso, dimensões, centro de gravidade, forma e tipo de amarração.

2. Definição dos equipamentos: Com base nas características das cargas, são selecionados os equipamentos adequados para realizar o içamento, como guindastes, talhas, cintas, correntes e ganchos.
3. Estudo do local de içamento: É feita uma análise do local onde será realizada a operação de içamento, levando em consideração a altura, o espaço disponível, a presença de obstáculos e a resistência do solo.
4. Definição da rota de deslocamento: É estabelecida a rota que a carga seguirá durante o deslocamento até o ponto de destino, levando em consideração a presença de obstáculos e a existência de áreas de segurança.
5. Definição do plano de rigger: Com base nas etapas anteriores, é elaborado o plano de rigger, que consiste na definição da sequência de operações, da posição dos equipamentos e dos pontos de ancoragem das amarrações.
6. Execução da operação: A operação de içamento é realizada de acordo com o plano de rigger, seguindo as normas de segurança e os procedimentos estabelecidos.
7. Monitoramento da operação: Durante a operação de içamento, é realizado o monitoramento da carga, dos equipamentos e da área ao redor, para garantir a segurança da operação.

Ao finalizar o plano de rigger, é importante realizar uma revisão cuidadosa para garantir que todas as etapas foram contempladas e que a operação de içamento será realizada com segurança.

2.4.1 NR

As Normas Regulamentadoras (NR) são um conjunto de normas de segurança e saúde do trabalho estabelecidas pelo Ministério do Trabalho e Emprego no Brasil. Essas normas são de cumprimento obrigatório pelas empresas para garantir a segurança e saúde dos trabalhadores no ambientes de trabalho.

Entre as principais normas regulamentadoras que tangem o tema de trabalho, destacam-se a NR12, que estabelece requisitos para a segurança de máquinas e equipamentos, e a NR18, que trata das condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção.

A NR12 (NORMAS REGULAMENTADORAS - NR, 1978a) foi criada em 1978 e passou por atualizações ao longo dos anos. Ela estabelece requisitos mínimos para a segurança de máquinas e equipamentos, incluindo medidas de proteção contra riscos mecânicos, elétricos, térmicos, químicos, entre outros. O objetivo é garantir a segurança dos trabalhadores que operam, montam, desmontam, realizam manutenção, limpeza e ajustes em máquinas e equipamentos.

A NR18 (NORMAS REGULAMENTADORAS - NR, 1978b), por sua vez, foi criada em 1995 e trata das condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção, englobando

desde o planejamento da obra até sua conclusão. Ela estabelece requisitos para a organização do canteiro de obras, instalações sanitárias, transporte vertical de materiais e pessoas, entre outros aspectos relacionados à segurança e saúde do trabalho na construção civil.

2.5 Escala Beaufort

De acordo com (BARBOSA, 2016) a escala Beaufort é uma escala que classifica a intensidade dos ventos com base em observações visuais e seus efeitos em terra e na água.

A escala consiste em 13 níveis, numerados de 0 a 12, cada um com uma descrição específica das condições do vento e seus efeitos. Os níveis variam desde ventos muito fracos e calmos (nível 0) até furacões e tempestades extremamente violentas (nível 12). A classificação é baseada em observações visuais de elementos como a velocidade do vento, o movimento das folhas das árvores, a formação de ondas e a agitação do mar.

É importante ressaltar que a Escala Beaufort é subjetiva e depende da habilidade e experiência do observador em fazer estimativas visuais. Além disso, em situações práticas, a velocidade do vento é geralmente medida com o auxílio de instrumentos, como anemômetros, para obter uma medição mais precisa.

Figura 2 – Tabela Beaufort

Escala bft	Velocidade do Vento m/s	Velocidade do Vento Km/h	Classificação	Fenômenos Observáveis
0	<0,3	< 1,0	Calmo	Fumaça sobe na Vertical
1	0,3 a 1,5	1 a 5	Corrente Leve	Fumaça inclinada na direção do vento
2	1,6 a 3,3	6 a 11	Brisa Leve	Folhas das árvores movem
3	3,5 a 5,4	12 a 19	Brisa Suave	Vento move ramos finos e bandeiras se agitam
4	5,5 a 7,9	20 a 28	Brisa Moderada	Poeira e papéis são levantados, agitam os galhos das arvores
5	8 a 10,7	29 a 38	Brisa Fresca	Movimentação de Grandes Galhos e árvores pequenas, cristas de espuma se formam em laços
6	10,8 a 13,8	39 a 49	Vento fresco	Difícil usar guarda-chuva, assobio do vento nos fios dos postes e árvores
7	13,9 a 17,1	50 a 61	Vento Forte	Dificuldade em andar no vento
8	17,2 a 20,7	62 a 74	Ventania	Dificuldade elevada de andar no vento, galhos de arvores são quebrados, barcos permanecem nos portos
9	20,8 a 24,4	75 a 88	Ventania forte	Impossível andar contra o vento, pequenos danos nas casas
10	24,5 a 28,4	89 a 102	Tempestade	Arvores são arrancadas e danos consideráveis nas casas
11	28,5 a 32,6	103 a 117	Tempestade Violenta	Danos generalizados em construções
12	>32,7	>118	Furacão	Destruição e devastação significativa

Fonte: Consultoria Engenharia, acessado em 06/06/2023

2.6 Cálculo de Rigger

2.6.1 Centro de Gravidade

O centro de massa é um ponto que se comporta como se toda a massa de um corpo estivesse concentrada sobre ele. O seu cálculo depende da distribuição da massa do corpo, enquanto o centro de gravidade é o ponto onde podemos considerar o peso total do corpo ou do sistema de partículas.

Em um corpo homogêneo, o centro de gravidade está localizado no ponto médio do objeto, mas em corpos não homogêneos, o cálculo do centro de gravidade é mais complexo, sendo necessário levar em consideração a distribuição de massa.

A seguir temos as equações matemáticas 2.1, 2.2 e 2.3, que são utilizadas para encontrar os centro de massa em relação a cada vetor no plano cartesiano, aplicado para corpos maciços homogêneos, de acordo com o (HALLIDAY, 1996), o dV é o volume ocupado por um elemento de massa dm e V é o volume total do objeto.

$$x_{CM} = \frac{1}{V} \times \int x dV \quad (2.1)$$

$$y_{CM} = \frac{1}{V} \times \int y dV \quad (2.2)$$

$$z_{CM} = \frac{1}{V} \times \int z dV \quad (2.3)$$

O centro de gravidade é importante para a análise do equilíbrio de corpos em movimento e para o planejamento de estratégias para o controle de cargas. O cálculo do centro de gravidade é importante em processos de içamento de cargas, sendo fundamental na determinação da posição dos pontos de suporte e na escolha dos meios de elevação.

Em desenhos técnicos a representação do centro de gravidade é dado pela figura 3.

Figura 3 – Exemplo do simbolo do CG



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

A seguir temos um trecho comentado pelo (PEREIRA, 2020), sobre a aplicação do CG em içamento de cargas.

O centro de gravidade é o local na carga onde supomos que a massa está concentrada, em outras palavras é o ponto de equilíbrio da carga. O profissional de amarração deve conhecer o C.G para definir corretamente os acessórios de içamento de carga. Depois de encontrado o centro de gravidade da carga, sugerimos que as eslingas sejam alinhadas verticalmente com o C.G, para evitar o deslocamento inesperado da carga, pois ela naturalmente vai buscar o centro de alinhamento com o gancho do equipamento de içamento. (PEREIRA, 2020) .

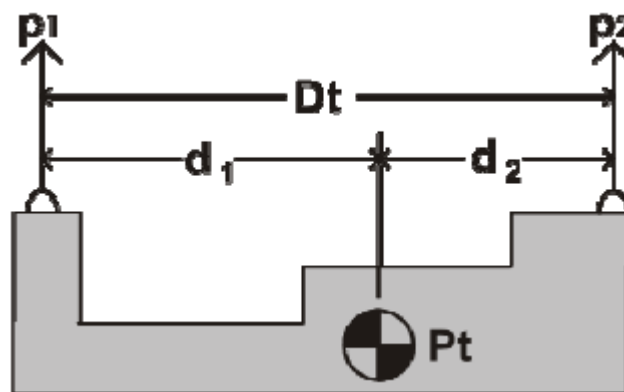
Figura 4 – Exemplo do CG em içamento de Cargas



Fonte: (PEREIRA, 2020) Acessado em: 10/04/2023

A locação do CG para a carga atuante depende da relação entre as cargas nos pontos de pega e a distância entre os mesmos conforme ilustrado na figura 5.

Figura 5 – Exemplo do locação do CG em içamento de Cargas



Fonte: (PEREIRA, 2020) Acessado em: 10/04/2023

Em relação as equações temos como d as distancias horizontais, p sendo os pesos nos pontos, P_t o peso total, e D_t a distância entre p_1 e p_2 .

$$P_t = p_1 + p_2 \quad (2.4)$$

$$d_1 = \left(\frac{p_2}{p_t}\right) \times D_t \quad (2.5)$$

$$d_2 = D_t - d_1 \quad (2.6)$$

Através desses cálculos será obtido o resultado da carga atuante em cada olhal de içamento. Essa informação depende da relação entre o ponto de amarração e o centro de gravidade da carga

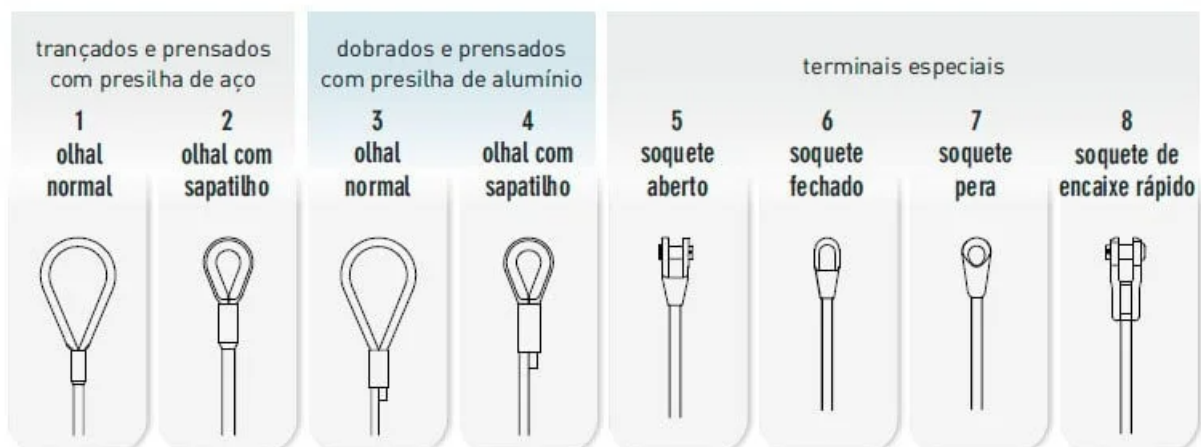
2.6.2 Dimensionamento das lingadas e acessórios

Lingada é o nome dado ao conjunto de componentes utilizados para a amarração da carga composto de eslingas, acessórios e dispositivos.

Conhecida também como eslinga, estropo ou laço, as lingas são cabos de aço (geralmente trançados) que possuem, em sua extremidade, um “laço” ou “olhal”, utilizado para prender o cabo em diversas aplicações na movimentação de carga. (FERNANDO, 2020)

Na figura 6 temos exemplos dos tipos de terminações utilizados em lingas.

Figura 6 – Exemplo dos tipos de terminações utilizados em lingas



Na figura 7 temos exemplos dos tipos de acessórios utilizados em lingas.

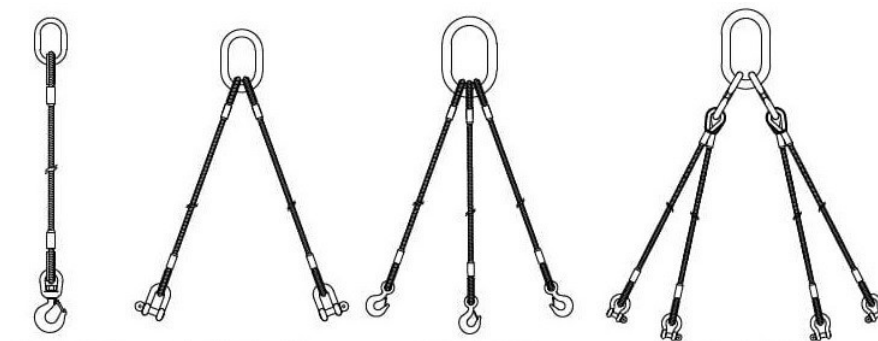
Figura 7 – Exemplo dos tipos de terminações utilizados em lingas



Fonte: Fuertes Ind. Acessado em: 10/04/2023

Na figura 8 temos exemplos de lingas completas.

Figura 8 – Exemplo dos tipos de terminações utilizados em lingas

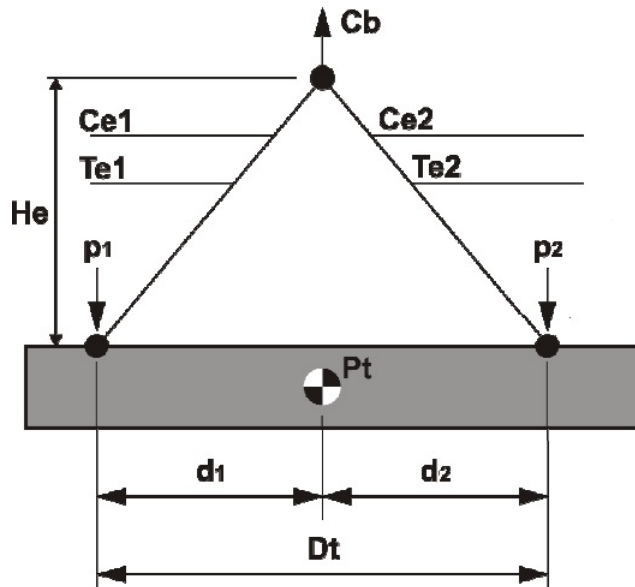


Fonte: Fuertes Ind. Acessado em: 10/04/2023

Referente as tensões atuantes nas eslinga dependem da relação entre altura das amarras com o comprimento das eslingas.

Exemplo do conjunto simétrico:

Figura 9 – Exemplo das lingas em conjunto simétrico



Fonte: Propria

No conjunto simétrico temos como variáveis o \$C_e\$ sendo o comprimento da eslinga, \$H_e\$ a altura da eslinga/ lingada, \$T_e\$ a tensão na eslinga e \$C_b\$ como carga Bruta.

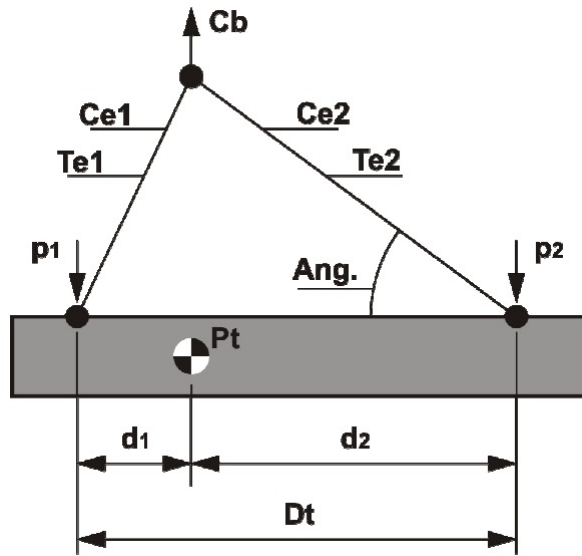
$$C_e = \sqrt{d \times d + H_e \times H_e} \quad (2.7)$$

$$H_e = \sqrt{C_e \times C_e - d \times d} \quad (2.8)$$

$$T_e = \left(\frac{C_e}{H_e}\right) \times p \quad (2.9)$$

Exemplo do conjunto assimétrico:

Figura 10 – Exemplo das lingas em conjunto assimétrico



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

No conjunto assimétrico temos como variáveis o Ce sendo o comprimento da eslinga, He a altura da eslinga/ lingada, Te a tensão na eslinga e Cb como carga Bruta.

Equações referente ao lado 1:

$$Ce_1 = \frac{d_1}{\cos(ang)} \quad (2.10)$$

$$He_1 = \sqrt{Ce_1 \times Ce_1 - d_1 \times d_1} \quad (2.11)$$

$$Te_1 = \left(\frac{Ce_1}{He}\right) \times p_1 \quad (2.12)$$

Equações referente ao lado 2:

$$Ce_2 = \frac{d_2}{\cos(ang)} \quad (2.13)$$

$$He_2 = \sqrt{Ce_2 \times Ce_2 - d_2 \times d_2} \quad (2.14)$$

$$Te_2 = \left(\frac{Ce_2}{He}\right) \times p_2 \quad (2.15)$$

Importante salientar que as eslingas não devem ser operadas em ângulos abaixo de 30° .

A taxa de utilização ($Ut\%$) é o percentual gerado pela divisão entre o total da carga estática (TE) dividido pela Capacidade do equipamento (CE), dada pela seguinte expressão:

$$Ut\% = \frac{TE}{CE} \quad (2.16)$$

2.6.3 Estimativa de Vento Máximo

Para se definir a estima de vento são utilizadas as seguintes equações:

$$AWR = CL \quad (2.17)$$

A área real da carga (AWR) é encontrada a partir do produto entre comprimento (C) e largura (L).

$$F = \frac{p \times AWZ}{AWR} \quad (2.18)$$

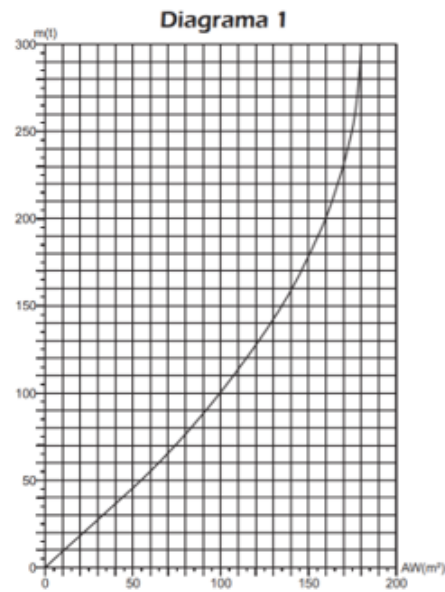
Enquanto a força atuante na carga (F) é dada pelo produto entre a pressão de impacto do vento (p) e a área máxima exposta ao vento (AWZ) dividida pela área real da carga (AWR).

2.6.4 Roteiro Estimativa de Vento Máximo

Abaixo temos um roteiro para execução do calculo de estimativa de vento.

Depois de calcular as variáveis é necessário testar se a Área exposta ao vento (Awz) é menor que a área total da carga(Awr) conforme equação 2.17 , considerar o valor "v"na escala horizontal do diagrama 1, ilustra a carga bruta do guindaste x área real da carga. E obter na escala horizontal o que equivale a área máxima permitida de exposição ao vente (Awz).

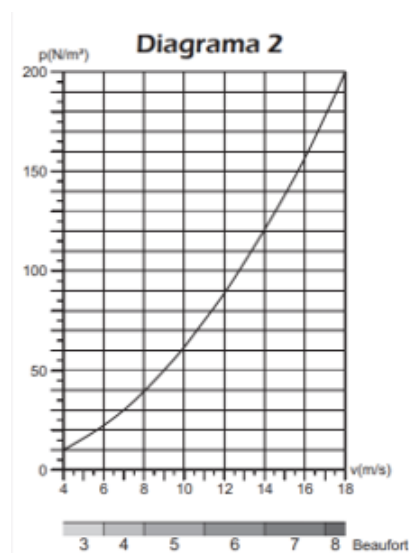
Figura 11 – Gabarito de Carga bruta do guindaste x Área real da carga



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Depois de calcular as variáveis é necessário encontrar a Pressão do Impacto do vento " p ", lançando a velocidade permitida de vento " v ", na escala horizontal do diagrama 2 do qual ilustra a pressão do impacto do vento e a velocidade permitida de vento.

Figura 12 – Gabarito de Impacto do vento x Velocidade permitida de vento



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Apos isso é necessário calcular a força atuante na carga " F ", que é dada pela equação 2.18, e após isso é necessário lançar o valor " F " na escala vertical do diagrama 2, e obter na escala horizontal o valor do vento máximo permitido.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo, abordamos o processo de desenvolvimento e aplicação da Metodologia RUP, empregando iterações para ilustrar a criação do *software* proposto.

3.1 Iterações e avanços

Neste trabalho foi utilizado uma variação da metodologia RUP, o modelo escolhido foram utilizando as iterações, elas são ciclos de trabalho repetitivos que permitem o desenvolvimento incremental e iterativo do *software*. Cada iteração envolve a execução de um conjunto de atividades bem definidas, que são planejadas e executadas em um período de tempo determinado.

O conceito de iterações na metodologia RUP é baseado na ideia de que é mais eficiente e efetivo desenvolver o *software* em incrementos menores e entregas parciais ao longo do tempo, em vez de tentar desenvolver o sistema inteiro de uma vez só. Cada iteração tem como objetivo construir, testar e entregar um conjunto de funcionalidades específicas do *software*.

3.1.1 Iteração Inicial

Na iteração inicial deste projeto, nos deparamos com um cenário desafiador e cheio de possibilidades. Inicialmente, planejamos a implementação de três módulos principais: cálculos simétricos, assimétricos e cálculos relacionados ao vento.

Contudo, a definição e a organização desses módulos estavam em constante evolução, pois novas demandas e requisitos surgiam ao longo do desenvolvimento.

Essa fase inicial foi crucial para estabelecer as bases do projeto, permitindo-nos adaptar e ajustar a estrutura do *software* conforme as necessidades se revelavam.

3.1.2 Primeira Iteração

A primeira Iteração foi realizada a partir dos estudos e reuniões, do qual foi esboçado o protótipo semi funcional, para entender se a ideia inicial do projeto estava alinhada com a expectativa dos solicitantes.

Na figura 13, temos o menu onde será escolhido qual método de cálculo será escolhido.

Figura 13 – Resultado Primeira Iteração - Menu

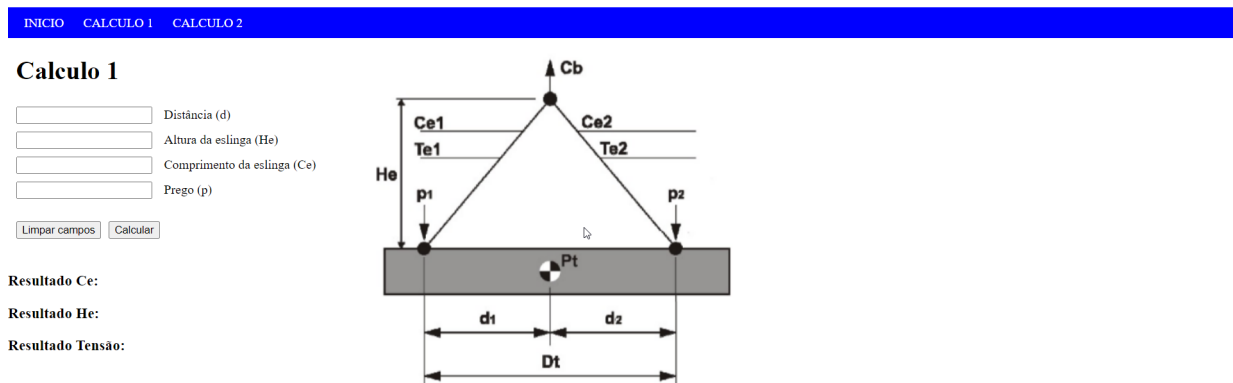
Calculos



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Na figura 14, temos o método de cálculo simétrico selecionado, do qual os campos ainda não geravam valores, apenas para análise de conceito.

Figura 14 – Resultado Primeira Iteração - Cálculo Simétrico



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

3.1.3 Segunda Iteração

A segunda Iteração foi realizada após os feedbacks recebidos na primeira iteração, e com algumas melhorias no layout do frontend e alterações do backend, sendo elas a adição de mais

um campo de cálculo, para realizar estudos de cálculos de vento.

Na figura 15, temos o menu de seleção de calculo com a adição da página de cálculo de Vento.

Figura 15 – Resultado Segunda Iteração - Menu

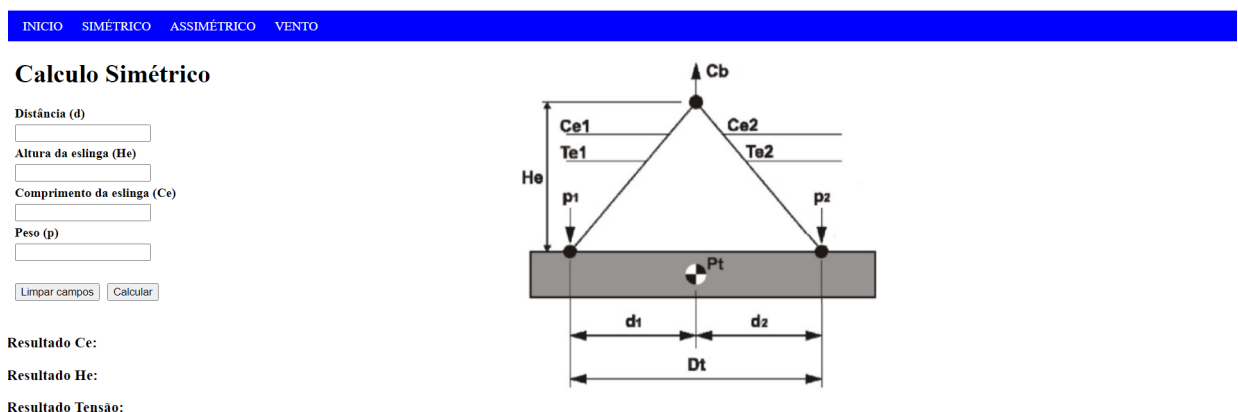
Calculos



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Na figura 16, temos o método de cálculo simétrico selecionado, no qual os campos foram corrigidos para colocar as unidades de medidas padrões corretas, mudanças visuais para a posição dos campos de digitação, e validação dos cálculos simétricos e assimétricos.

Figura 16 – Resultado Segunda Iteração - Cálculo Simétrico



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Na figura 17, temos o método de cálculo assimétrico selecionado, do qual os apos modificações estavam gerando valores diferentes da base de cálculos antiga, dos quais irão ser

corrigidos na próxima iteração.

Figura 17 – Resultado Segunda Iteração - Cálculo Assimétrico

INICIO SIMÉTRICO ASSIMÉTRICO VENTO

Calculo Assimétrico

Distância (d) Lado 1 Lado 2

Altura da eslinga (He) Lado 1 Lado 2

Comprimento da eslinga (Ce) Lado 1 Lado 2

Peso (p) Lado 1 Lado 2

Ângulo (Ang) Lado 1 Lado 2

Resultado Ce:
Resultado He:
Resultado Tensão:

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Nessa iteração introduzimos restrições nas entradas de variáveis e definimos um novo modelo de cálculo. Agora, os usuários precisam preencher apenas um dos campos, seja Ce ou He, para prosseguirem com o cálculo, uma restrição que no calculo assimétrico o ângulo formado pela lingas não pode ser menor que 30° . Além disso, implementamos um mecanismo de bloqueio que impede o cálculo se os campos obrigatórios não estiverem preenchidos corretamente.

Adicionalmente, aprimoramos o tratamento de erros do usuário, tornando o processo de entrada de dados mais intuitivo e livre de ambiguidades na entrada de calculo, exemplo calcular a área de um quadrado com a formula base vezes altura, ao invés de usar o lado ao quadrado.

3.1.4 Terceira Iteração

Na iteração dedicada à definição e estruturação do cálculo, foi concentrado os esforços na criação de um modelo sólido que pudesse acomodar as complexidades das variáveis de entrada e fornecer resultados precisos. Foi um processo metucioso, envolvendo a análise detalhada dos parâmetros, equações e requisitos técnicos relevantes.

Após a conclusão dessa etapa, procedemos com a validação do modelo de cálculo. Essa fase envolveu testes extensivos com diferentes parâmetros de entrada para garantir que as fórmulas e algoritmos implementados estivessem produzindo resultados consistentes e corretos. Essa validação foi fundamental para a integridade do sistema e para assegurar que os cálculos estavam alinhados com as normas e práticas aceitas no setor.

Figura 18 – Resultado Terceira Iteração - Cálculo Vento

INICIO SIMÉTRICO ASSIMÉTRICO VENTO VERTICALIZAÇÃO PARAFUSO

Calculo Vento

Comprimento

Largura

Capacidade de carga Bruta

Vento Máximo permitido

Resultados:
Awr: 2500
Awz: 98.9821
P: 22.737658042352773
F: 0.9002484568455866
Vento máximo: 1.1709811074719703

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

3.1.5 Quarta Iteração

Na quarta iteração, focamos em aprimorar a definição e estrutura do cálculo, buscando maior eficiência. Dedicamos tempo significativo a refinar os algoritmos subjacentes e a otimizar a lógica por trás das operações de cálculo. Durante essa fase, também enfatizamos a dos resultados gerados pelo sistema. Para garantir que as saídas estivessem corretas, realizamos testes de entradas/resultados e comparações com cálculos manuais confiáveis. Isso foi essencial para validar a precisão e a confiabilidade do nosso sistema.

Durante o desenvolvimento da iteração, foi fundamental manter um equilíbrio entre a complexidade do modelo de cálculo e a facilidade de uso. Nossa prioridade era fornecer resultados precisos e confiáveis, sem sacrificar a acessibilidade e a praticidade para os usuários. Além disso, também consideramos a escalabilidade do sistema, permitindo futuras expansões e integrações com outros processos.

Figura 19 – Resultado Quarta Iteração - Cálculo Verticalização

INICIO
SIMÉTRICO
ASSIMÉTRICO
VENTO
VERTICALIZAÇÃO
PARAFUSO

Calculo de Verticalização

Comprimento Total "DS" (m)

Distância CG "D2" (m)

Altura do Olhal "A" (m)

Peso Total da Carga (t)

Ângulação ▼

ÂNG	G1	CT (G1)	CL (G1)	G2	CT (G2)	CL (G2)	DS
10.0	0.8	0.79	0.14	1.2	1.18	0.21	49.41

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

3.1.6 Quinta Iteração

Na quinta iteração deste projeto foi para melhorar a definição e estrutura do cálculo de cisalhamento e tração em parafusos. Esta fase envolveu a criação de um pequeno servidor de dados, no qual parametrizamos diversos tipos de parafusos e materiais com precisão. Para dar início a essa etapa, utilizamos a flexibilidade e a familiaridade da planilha do Excel, aplicando-a de forma inteligente por meio de scripts em Python para alcançar os resultados.

A criação desse servidor *web* desempenhou um papel crucial em nossa busca por eficiência e usabilidade. Agora, os usuários têm à disposição uma interface amigável, validada pelos usuários, que lhes permite selecionar diferentes configurações de parafusos e materiais, tornando o processo de cálculo mais acessível e personalizado.

Durante essa iteração, a validação desempenhou um papel central em nosso trabalho. Realizamos testes abrangentes com entrada/saída das variáveis e comparações detalhadas com cálculos manuais precisos para garantir que nossos resultados estivessem em conformidade com padrões de qualidade e precisão. Este foco na validação foi essencial para estabelecer a confiabilidade do sistema.

À medida que continuamos a aprimorar nosso projeto, nosso objetivo é atender às necessidades dos usuários de forma eficaz e confiável, ao mesmo tempo em que permanecemos abertos a futuras expansões e melhorias. Estamos comprometidos em fornecer soluções tecnológicas de qualidade para aqueles que confiam em nosso trabalho.

Figura 20 – Resultado Quinta Iteração - Cálculo Parafuso

Calculo de Cisalhamento e Tração

Selecione o parafuso

Selecione o material

Diâmetro menor

Carga de Trabalho

Quantidade de Pinos

Resultados

Diâmetro menor: 5.00 mm
Área: 19.63 mm²
Tensão de escoamento: 54.10 kgf/mm²
Carga de Trabalho: 8.00 kg

Força de Tração

Quantidade de pinos: 1.00
Carga suportada - F: 1062.25 kgf
Fator de segurança 132.78

Cisalhamento

Admissível ao cisalhamento: 10.41 kgf/mm²
Tensão atenuante 0.54 kgf/mm²
Fator de segurança 19.17

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

3.1.7 Sexta Iteração

Na última iteração, conduzimos reuniões de validação com as partes interessadas e usuários finais para garantir que as funcionalidades desenvolvidas atendessem plenamente às expectativas e requisitos. Essas reuniões desempenharam um papel crucial na validação contínua do sistema, permitindo ajustes em tempo hábil com base no *feedback* recebido.

Adicionalmente, foram realizados testes de cálculos rigorosos para identificação de erros, *bugs* e possíveis pontos de melhoria. A abordagem sistemática de testes foi aplicada em diversas etapas do desenvolvimento, abrangendo desde a validação das entradas do usuário até a verificação da integridade do micro serviço *web* em diferentes contextos.

4 RESULTADOS

4.1 Desafios na Implementação das funcionalidade do Código

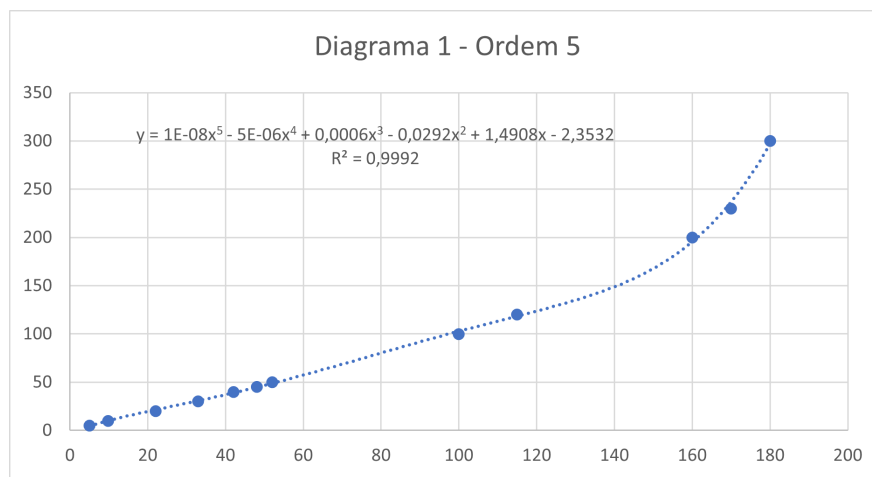
Durante a fase de implementação do código, um dos desafios mais significativos que se apresentou foi a busca por curvas de gráfico em documentos relevantes. A necessidade de extrair informações visuais complexas desses documentos, representadas em forma de gráficos e gabarito de dados, provou ser um obstáculo considerável.

4.1.1 Interpolação

No escopo do projeto de Cálculo de Vento, como detalhado na subseção 2.6.4 - Roteiro de Estimativa de Vento Máximo, adotamos um gabarito com curvas representadas pelas Figuras Diagrama de Ventos 1 - Figura 11 e Diagrama de Ventos 2 - Figura 12. A presença dessas curvas é crucial para a análise, proporcionando uma representação visual nítida das áreas abaixo dos gráficos. Essa abordagem permite uma avaliação minuciosa para determinar se os valores extrapolam os limites definidos pelos gráficos, fornecendo informações valiosas sobre o impacto das condições de vento nas estruturas em consideração. Foi imperativo realizar a interpolação dos gabaritos para prosseguir com o cálculo de maneira precisa e fundamentada.

A primeira tentativa de interpolação do Diagrama de Ventos 1 - Figura 11 resultou na Figura - 21, para dar seguimento ao roteiro de calculo. Envolveu a seleção de pontos-chave mais próximos a valores inteiros nos eixos. Isso resultou em uma equação polinomial de quinta ordem com um coeficiente de determinação R^2 de 0.9992. No entanto, devido à complexidade desse modelo, a implementação no sistema *web*, conforme mostrado na figura a seguir, apresentou desafios significativos, pois na magnitude de ordem cinco o resultado nem sempre era confiável, apostando um alto custo de operação.

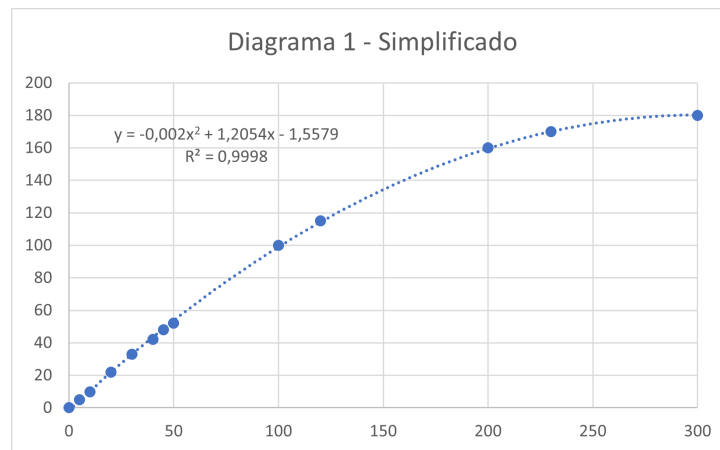
Figura 21 – Interpolação Polinomial de Ordem 5



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

A solução adotada para simplificar o polinômio envolveu um processo de espelhamento da imagem, seguido de uma rotação de 90° no sentido horário, resultando em uma representação que se assemelha mais a uma parábola de segundo grau, com um coeficiente de determinação R^2 de 0.9998. Essa abordagem permitiu a simplificação dos mesmos pontos, transformando a curva original de quinta ordem em uma curva de segunda ordem.

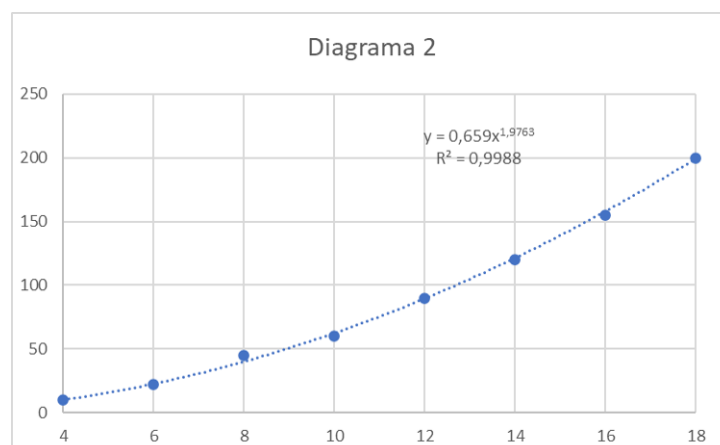
Figura 22 – Interpolação Polinomial de Ordem 2



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Agora a interpolação do Diagrama de Ventos 2 - Figura 12 foi mais simples, resultando em uma representação que se assemelha mais a uma exponencial, com um coeficiente de determinação R^2 de 0.9988.

Figura 23 – Interpolação Exponencial



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Após a interpolação, conduzimos testes de domínio e imagem, constatando que os valores obtidos estavam em concordância com o gabarito original, assim validando com êxito o processo de interpolação realizado.

4.1.2 Utilização de Fonte de dados existente

No contexto deste projeto, consideramos a possibilidade de aproveitar uma fonte de dados já estabelecida: uma planilha do Excel.

A razão por trás dessa escolha reside na capacidade intrínseca do Excel de realizar cálculos complexos, além de oferecer uma variedade de funcionalidades e fórmulas personalizáveis.

Optamos por criar uma API no Flask que interage com a planilha, permitindo-nos executar cálculos diretamente dentro dela e, em seguida, disponibilizar os resultados na página da *web*.

Essa abordagem nos oferece uma solução eficaz, uma vez que podemos aproveitar os recursos de cálculo do Excel em conjunto com a flexibilidade do Flask, resultando em um sistema coeso e funcional.

A planilha de Cálculo de Parafusos e Pinos, independentemente de serem roscados ou lisos, foi mantida no formato original do Excel, pois a planilha já continha uma base de cálculos sólida e funcional, o que economizou tempo e esforço no desenvolvimento de uma nova ferramenta. Conforme imagem a seguir.

Figura 24 – Planilha de Cálculo: Parafuso/Pino

Planilha de cálculo: parafuso/pino roscado ou liso				
Classe do parafuso	N/A		Rosca	#10 (.190-32 UNJF-3A)
Material	SAE4043		Dureza	BRINELL:187~241 HRC:-10~22
Tensão de escoamento	53	kgf/mm ²	Diâmetro menor	3,8 mm
Força de tração			Area	11,3411399 mm ²
Quantidade de pinos	3		Carga de trabalho	74 kg
Carga suportada - F	1803	kgf		
Fator de segurança	24			
Admissível ao cisalhamento	10,20	kgf/mm ²		
Tensão atuante	2,90	kgf/mm ²		
Fator de segurança	4			

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Além disso, a escolha de manter o template original ofereceu a vantagem de facilitar a modificação de registros de itens. Modificações, como a inserção ou exclusão de itens, podem ser realizadas de maneira simples e fácil, sem exigir alterações no código subjacente, e sim apenas no própria planilha do excel.

Essa flexibilidade é crucial, considerando que os valores podem ser atualizados com base em fornecedores específicos e manuais técnicos.

Portanto, a decisão de preservar o formato Excel da planilha demonstrou ser prática e

eficaz no contexto de atualizações e manutenção do sistema.

4.1.3 Criação de Servidor

Durante esta fase do desenvolvimento, foi implementado um servidor destinado ao gerenciamento do cadastro de diversos tipos de parafusos/pinos, os quais são componentes fundamentais para a montagem das lingas e podem ser empregados em outras aplicações.

Com o auxílio do Python e do *framework* Flask, conseguimos construir uma interface *web* simples porem completa, que permite aos usuários selecionar, com facilidade, os parâmetros necessários a partir da base de cálculos.

Um dos principais objetivos dessa implementação era simplificar a coleta de informação, tornando-a mais acessível aos usuários, e também a inserção/mudança de componentes que pode variar de acordo com o produto ou fornecedor. Acreditamos que um sistema eficaz deve ser intuitivo e ágil, e o servidor desenvolvido desempenhou um papel essencial nesse sentido.

Ao fornecer uma plataforma onde os usuários podem selecionar as especificações desejadas com apenas alguns cliques, nosso servidor tornou o processo mais rápido e eficiente. Agora, os cálculos são realizados com base nas entradas do usuário, economizando tempo e reduzindo a possibilidade de erros.

Esta conquista reflete nosso comprometimento em fornecer uma solução tecnológica que atende às necessidades do usuários. O servidor de cadastro é um exemplo de como o uso inteligente da tecnologia pode tornar os processos mais ágeis e eficazes, por não precisar consultar fontes diversas e os dados já serem parametrizados, contribuindo para aprimorar a qualidade dos serviços oferecidos.

4.2 Resultado da Implementação Final

A seguir, apresentamos uma série de capturas de tela que proporcionam uma visão detalhada do projeto *web* concluído. Essas imagens destacam a interface, as funcionalidades e a experiência do usuário aprimorada. Cada imagem representa um aspecto crucial da implementação bem-sucedida, oferecendo uma visão do resultado final alcançado no desenvolvimento deste projeto.

A figura a seguir mostra a tela inicial do projeto de calculo.

Figura 25 – Ambiente de Cálculos - Menu

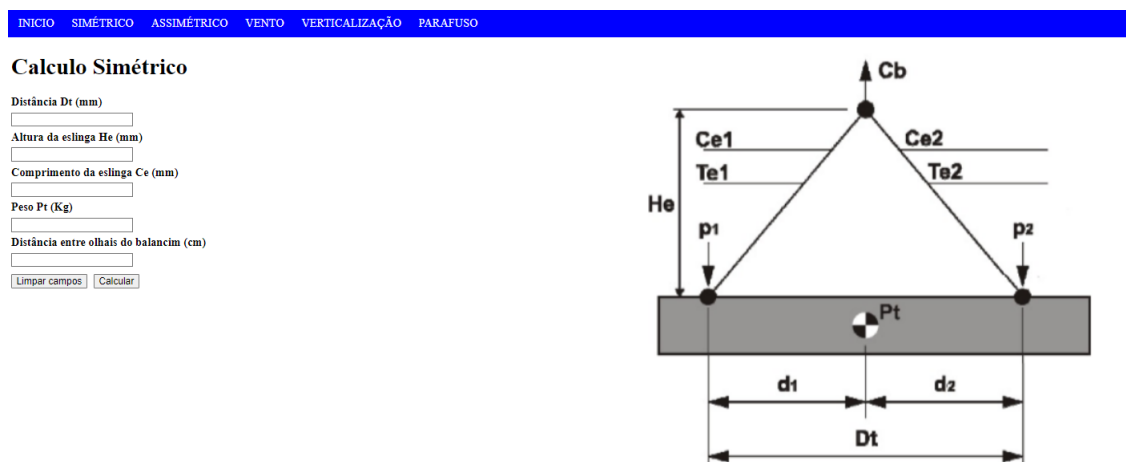
Ambiente de Calculos



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

A figura a seguir mostra a tela do projeto de calculo lado simétrico.

Figura 26 – Menu Cálculo Simétrico



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

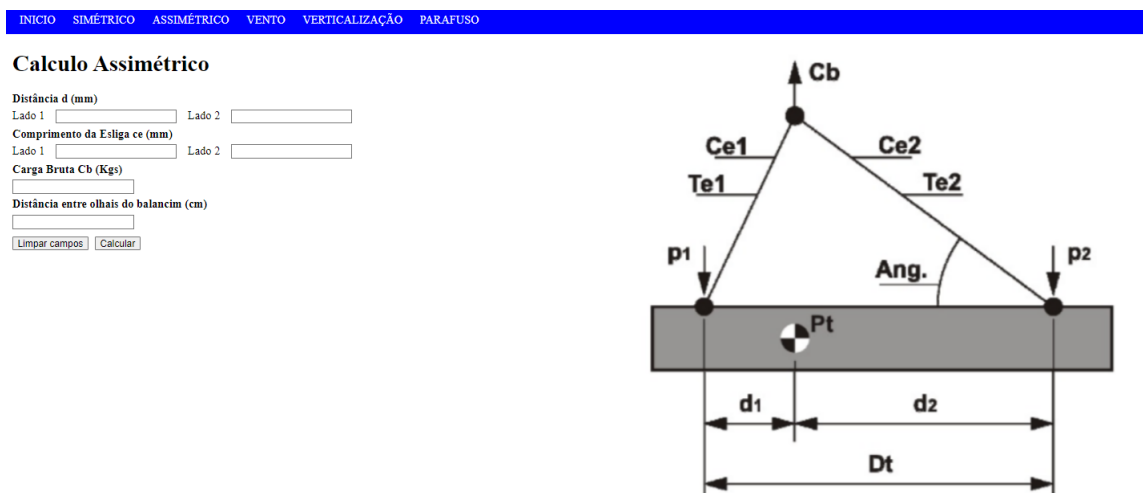
Onde são calculados:

- Resultado Tensão
- Resultado Tensão (taxa utilização 75
- Comprimento da Linga
- Momento de Inercia do Perfil
- Verificação de Compressão
- Utilizando o servidor, indica o tipo de material a ser utilizado
- Arquivo base

- Tipo material
- Diâmetro nominal
- Diâmetro externo
- Espessura
- Peso
- Área
- Momento de Inércia
- Módulo de Flexão
- Raio de Giração

A figura a seguir mostra a tela do projeto de calculo lado assimétrico.

Figura 27 – Menu Cálculo Assimétrico



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Onde são calculados os mesmos itens do menu anterior.

A figura a seguir mostra a tela do projeto de calculo de vento.

Figura 28 – Menu Cálculo de Vento



The image shows a software interface for wind calculation. At the top, there is a blue navigation bar with the following options: INICIO, SIMÉTRICO, ASSIMÉTRICO, VENTO, VERTICALIZAÇÃO, and PARAFUSO. Below this, the main title 'Calculo Vento' is displayed. The interface includes several input fields: 'Comprimento', 'Largura', 'Capacidade de carga Bruta', and 'Vento Máximo permitido'. At the bottom, there are two buttons: 'Limpar campos' and 'Calcular'.

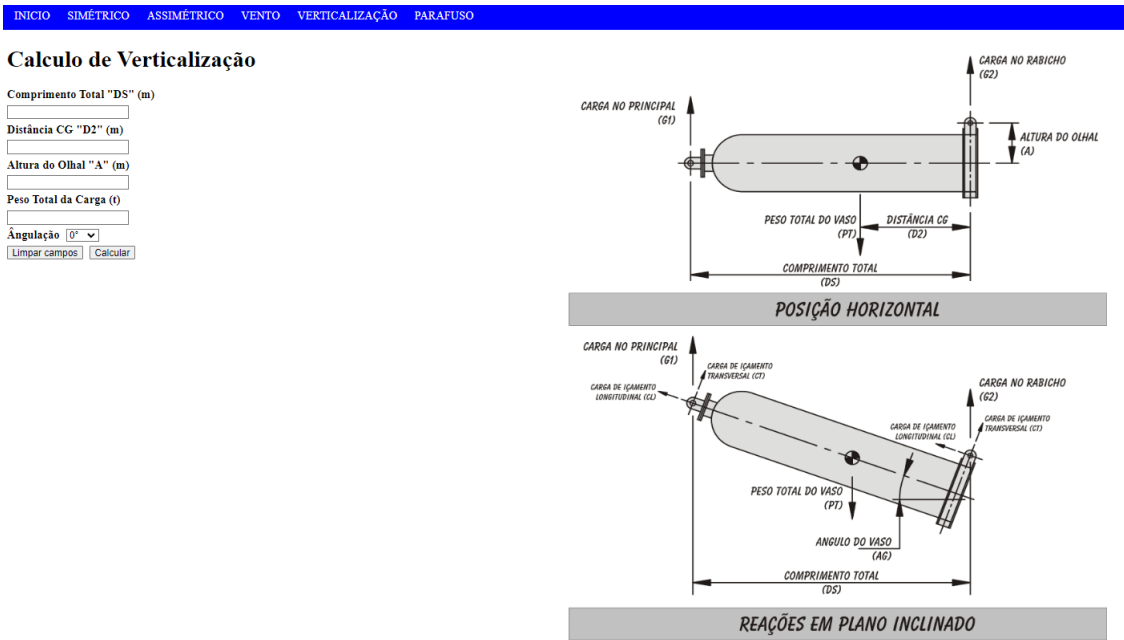
Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Onde são calculados:

- Área exposta ao vento "Aw_r"
- Área máxima permitida de exposição ao vento "Aw_z"
- Pressão de impacto do vento "p"
- Força atuante na carga "F"
- Vento máximo

A figura a seguir mostra a tela do projeto de cálculo de verticalização.

Figura 29 – Menu Cálculo de Verticalização



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Onde são calculados:

- Carga no principal (G1)
- Carga no rabicho (G2)
- Carga de içamento longitudinal (CL)
- Carga de içamento transversal (CT)

A figura a seguir mostra a tela do projeto de calculo parafusos.

Figura 30 – Menu Cálculo de Parafusos

INICIO SIMÉTRICO ASSIMÉTRICO VENTO VERTICALIZAÇÃO PARAFUSO

Calculo de Cisalhamento e Tração

Selecione o parafuso

Selecione o material

Diâmetro menor

Carga de Trabalho

Quantidade de Pinos

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Onde são calculados:

- Diâmetro menor
- Área
- Tensão de escoamento
- Carga de Trabalho
- Quantidade de pinos
- Carga suportada "F"
- Fator de segurança
- Tensão Admissível ao cisalhamento
- Tensão atenuante
- Fator de segurança

4.3 Ganho Real da Implementação Final

O resultado final deste trabalho é evidenciado pelo ganho significativo de eficiência alcançado. Através da realização de uma cronoanálise de tempo, foi possível constatar uma redução expressiva no tempo demandado para a realização das tarefas.

O processo, que anteriormente consumia aproximadamente uma hora, foi otimizado de forma a exigir agora apenas vinte minutos. Essa melhoria substancial não apenas ressalta a eficácia da implementação, mas também destaca o impacto positivo na produtividade e na agilidade do sistema desenvolvido.

Considerando que a replicação do trabalho pode ser realizada de acordo com a escalabilidade da quantidade de documentos, a redução, mesmo que inicialmente possa não parecer significativa, torna-se altamente relevante no contexto global para os funcionários. O impacto cumulativo dessa otimização reflete não apenas em economia de tempo individual, mas também em ganhos substanciais de eficiência e produtividade ao longo do tempo. Essa conquista não apenas simplifica as operações diárias, mas também contribui para um ambiente de trabalho mais dinâmico e eficaz.

5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

5.1 Conclusão

A conclusão deste trabalho marca o fim de uma jornada que envolveu muita pesquisa, desenvolvimento e dedicação. Durante todo o processo, buscamos analisar, entender e aplicar os conceitos da transformação digital em um contexto real da Engenharia de Controle e Automação.

A transformação digital emergiu como uma necessidade incontestável para as empresas que desejam permanecer competitivas em um mundo cada vez mais digitalizado. As vantagens de padronização de processos, maior acessibilidade a informações em tempo real e análise de dados foram claramente evidenciadas em nosso estudo. Elas não apenas aprimoram a eficiência e produtividade das empresas, mas também melhoram a qualidade dos serviços prestados aos clientes.

Durante a pesquisa, realizamos análises detalhadas dos processos existentes e desenvolvemos uma solução inovadora e agrupada a necessidade dos usuários na forma de um microserviço *web*. A integração de tecnologias digitais nos processos de negócios mostrou-se altamente benéfica, reduzindo erros, aumentando a eficiência e fornecendo uma experiência aprimorada para o usuário.

Além disso, o servidor que desenvolvemos para o cadastro de diferentes tipos de parafusos e roscas demonstrou ser uma adição valiosa, tornando o processo de entrada de dados mais simples e eficaz.

A transformação digital é uma realidade que impacta empresas de todos os tamanhos e setores. À medida que a tecnologia continua a evoluir, a capacidade de adaptar-se a essas mudanças torna-se crucial para a sobrevivência e crescimento das organizações.

Este trabalho é uma contribuição modesta para o entendimento e aplicação da transformação digital e otimização de processos, mostrando seu potencial e seus benefícios. Esperamos que as informações e soluções apresentadas aqui inspirem outras organizações a realizar a transformação digital e a desfrutar de um ambiente de negócios mais eficiente e inovador.

À medida que concluímos este trabalho, sentimos gratidão pelas oportunidades que ele nos proporcionou e ansiamos por continuar nossa jornada em busca de soluções tecnológicas inovadoras.

5.2 Trabalhos Futuros

Para as futuras investigações, recomenda-se a exploração da integração de tecnologias emergentes, como inteligência artificial, visando um refinamento adicional da precisão e eficiência dos cálculos.

Além disso, a expansão do software, abrangendo novos módulos e funcionalidades

específicas da área, surge como uma direção promissora para aprimorar a aplicação.

Realizar estudos de caso práticos e coletar feedback contínuo dos usuários finais será crucial para a evolução e otimização contínua do sistema.

Outras possíveis melhorias incluem aperfeiçoamento da vetorização de imagens, formatação aprimorada dos resultados em relatórios e a adição de mais módulos de cálculos personalizados conforme as necessidades dos usuários ou da empresa.

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. Abnt nbr 15595-1: Movimentação de materiais em obras de edificações - planejamento de içamento – parte 1: Requisitos. 2015.
- BARBOSA, J. **Efeitos do Vento da Movimentação de Carga**. 2016. Disponível em: <https://consultoriaengenharia.com.br/seguranca-ocupacional/velocidade-do-vento-na-movimentacao-de-carga/>. Acesso em 06 jun. 2023.
- BERMAN, S. J. Digital transformation: opportunities to create new business models. **Strategy & Leadership**, v. 40, n. 2, p. 16–24, 2012.
- CHAPRA, S. C.; CANALE, R. P. **Numerical Methods for Engineers**. [S.l.]: McGraw-Hill Education, 2014.
- DOMINGUES, A. R. M. Competências digitais nos locais de trabalho: uma revisão sistemática da literatura. **Revista de Administração e Inovação**, USP, v. 16, n. 2, p. 168–187, 2019.
- FERNANDO. **Linga de cabo de aço seguindo as normas técnicas da ABNT**. 2020. [Urlhttps://fuertesind.com.br/linga-de-cabo-de-aco/](https://fuertesind.com.br/linga-de-cabo-de-aco/). Acesso em 10 abril. 2023.
- FREIRE, A. B.; MELO, A. O.; SANTANA, F. F. Transformação digital em pequenas empresas: um estudo bibliométrico. **Revista Brasileira de Gestão e Inovação**, v. 8, n. 2, p. 47–73, 2021.
- HALLIDAY, R. R. . J. W. . D. **Fundamentos da Física**. Rio de Janeiro: LTC, 1996.
- MINITAB., B. **Análise de Regressão: Como Interpretar o R-quadrado e Avaliar a Qualidade de Ajuste**. 2023. Disponível em: <https://blog.minitab.com/pt/analise-de-regressao-como-interpretar-o-r-quadrado-e-avaliar-a-qualidade-de-ajuste>. Acesso em 23 out. 2023.
- NORMAS REGULAMENTADORAS - NR. **NR-12**: Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. Brasil, 1978. 1-167 p.
- _____. **NR 18**: Condições de segurança e saúde no trabalho na indústria da construção. Brasil, 1978. 1-54 p.
- PEREIRA, D. J. Comparação entre metodologias de desenvolvimento de software baseadas nos métodos rup e xp. **REVISTA DE TECNOLOGIA APLICADA (RTA)**, p. 1–7, 2016.
- PEREIRA, W. S. M. **Centro de gravidade e cargas simétrica e assimétrica**. 2020. [Urlhttps://www.samaptreinamentos.com.br/2020/04/centro-de-gravidade-e-cargas-simetrica.html](https://www.samaptreinamentos.com.br/2020/04/centro-de-gravidade-e-cargas-simetrica.html). Acesso em 09 abril. 2023.
- REINARTZ, W.; WIEGAND, N.; IMSCHLOSS, M. The impact of digital transformation on the retailing value chain. **International Journal of Research in Marketing**, v. 36, n. 3, p. 350–366, 2019. ISSN 0167-8116. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167811618300739>>.
- RONACHER, A. **Flask Web development, one drop at time**. 2023. Disponível em: <https://flask.palletsprojects.com/en/2.2.x/>. Acesso em 10 abril. 2023.
- ROSSUM, G. van. **Python TM**. 2023. Disponível em: <https://www.python.org/about/apps/>. Acesso em 10 abril., 2023.

SOMMERVILLE, I. **Software Engineering**. Rio de Janeiro: Pearson, 2011. ISBN 9788579361081.