

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Engenharia
Colegiado do Curso de Graduação em Engenharia de Sistemas

Milton Pereira Bravo Neto

TÍTULO DO TRABALHO

Belo Horizonte
2025

Milton Pereira Bravo Neto

TÍTULO DO TRABALHO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Sistemas da Universidade Federal Minas Gerais, como requisito parcial para o grau de bacharel (a) em Engenharia de Sistemas.

Orientadora: Profa. Dra. Fulana Beltrano

Coorientador: Prof. Dr. Ciclano da Silva

Belo Horizonte

2024

Esse trabalho é dedicado à aquela pessoa.

Agradecimentos

Você pode escrever aqui os agradecimentos a pessoas que contribuíram para a realização do trabalho.

“Aqui vai uma bela e inspiradora frase.”

Resumo

Escreva aqui o resumo do seu trabalho.

Palavras-chave: palavra-chave 1; palavra-chave 2; palavra-chave 3.

Abstract

Translate here the abstract of your work.

Keywords: keyword 1; keyword 2; keyword 3.

Lista de Figuras

C.1	General scattering problem.	31
C.2	Exemplo de aplicação do Método da Curva-L.	32
C.3	Example of an objective function resulting from the transformation of the inversion problem into a two-dimensional optimization one.	33
C.4	Performance of $\zeta_{\epsilon OE}$ indicator for various algorithms in the Austria profile. . .	34

Lista de Tabelas

2.1	Características das abordagens de um ciclo de vida	19
D.1	Parameters for Austria profile case study.	35
D.2	Classification of methods by their properties.	36
D.3	P-values for posthoc multiple pairwise comparisons considering the $\zeta_{\epsilon OE}$ indicator.	37
D.4	P-values for posthoc multiple pairwise comparisons considering the ζ_S indicator.	37

Lista de Algoritmos

1	Distorted Born Iterative Method.	38
---	--	----

Lista de Siglas e Símbolos

Siglas

ACO	Ant Colony Optimization
BIM	Born Iterative Method
CNN	Convolutional Neural Networks
DE	Differential Evolution
EA	Evolutionary Algorithm
GA	Genetic Algorithm
GAN	Generative Adversarial Network
PSO	Particle Swarm Optimization
TMz	Modo Magnético Transversal em z
ES	Engenharia de Sistemas

Símbolos

ε	Permissividade complexa [F/m + $j\Omega$ /m]
ε_r	Permissividade relativa
θ	Ângulo da coordenada polar [rad]
λ_b	Comprimento de onda de fundo [m]
σ	Condutividade [Ω /m]
ϕ	Ângulo de incidência [rad]
\mathbf{E}	Vetor de intensidade elétrica [V/m]
E_z	Componente z do vetor de intensidade elétrica [V/m]
k	Número de onda [1/m]
\mathbb{R}	Conjunto dos números reais
\mathbf{r}	Vetor posição no espaço 3D [m]
x, y, z	Coordenadas cartesianas [m]
V	Espaço tridimensional

Sumário

1	Introdução	14
1.1	Objetivos Geral e Específicos	16
1.2	Contribuições e Originalidade	16
1.3	Organização do Trabalho	16
2	Revisão Bibliográfica	17
2.1	Ciclo de Vida	17
2.2	Arquitetura do sistema	19
3	Metodologia	21
3.1	Instrumentos e Materiais	22
4	Resultados	24
5	Conclusão	25
	Referências Bibliográficas	26
A	Como fazer citações	27
B	Como escrever equações	28
C	Como inserir figuras	31
D	Como inserir tabelas	35
E	Como inserir algoritmos	38
F	Como inserir definições e outras coisas especiais	39

Capítulo 1

Introdução

Ao longo dos anos vivenciando a experiência no mercado de trabalho em diferentes empresas, é possível notar a dificuldade em mapear, seguir e otimizar processos nas organizações. Um fator agravante é quando o processo não é simplesmente para definir operações administrativas, mas também para definir um modelo de serviço prestado. O serviço em questão pode ser resumido no desenvolvimento de ferramentas para estruturação, automação e/ou digitalização de processos dentro de organizações e será detalhado mais adiante no texto.

Outro ponto que vale ser ressaltado, é a necessidade de um vasto conhecimento em arquitetura de soluções e de ferramentas e técnicas de desenvolvimento para viabilização do serviço e sua manutenção.

Primeiramente, vale notar que o mercado cria a necessidade do serviço, e este surge de forma orgânica e na maioria dos casos sem uma definição adequada. No caso, será definido o ciclo de vida do sistema de interesse que constitui esse serviço, a fim de padronizar as etapas e documentar de acordo com os padrões da engenharia de sistemas.

Mesmo sem esse ciclo de vida definido já são percebidas deficiências operacionais nas integrações e relacionamentos entre as partes interessadas do sistema de interesse. Onde mais se destaca essa deficiência é na parte de gerenciamento de requisitos e rastreabilidade do sistema. No ciclo de vida atual não há nenhuma documentação de requisitos ou rastreabilidade, e isso afeta tanto as estimativas de esforço e tempo para os desenvolvimentos e possíveis mudanças, quanto deixa uma grande incerteza de impacto nas manutenções que possam ser necessárias. Ao resolver um problema ou instabilidade, podem ser gerados outros que só serão notados pelos usuários finais do sistema.

Alterações e inclusão de requisitos nas fases finais de desenvolvimento ou depois do sistema desenvolvido são muito mais custosas que se estes tivessem sido refinados e definidos no início. E sem a capacidade de analisar a rastreabilidade do sistema, como dito anteriormente, as estimativas têm pouco fundamento e refletem pouco a realidade. Logo, prazos são mal calculados, métricas são extraídas de maneira errônea e o gerenciamento da equipe fica prejudicado.

Manter o ciclo de vida do sistema de interesse atualizado e fiel à realidade faz com

que custos sejam reduzidos durante a concepção e operação do sistema. De forma direta na otimização dos recursos empregados que só é possível com processos etapas bem definidas, quando indireta na redução de retrabalho e tempo gasto em atividades desnecessárias.

Após o mapeamento do ciclo de vida atual, propostas de revisão e melhoria serão feitas para melhor tratamento da deficiência operacional citada anteriormente. Em seguida será proposta uma ferramenta para garantir a rastreabilidade do sistema e o gerenciamento dos requisitos de forma mais integrada e dinâmica.

O estudo de caso e análise do sistema de interesse acontece em uma empresa multinacional, com diversos ramos de atuação e ativos geradores de receita. No entanto, a respeito do escopo de trabalho do time em questão, esses detalhes de produtos e mercado não são diretamente relevantes para o sistema de interesse.

Como dito anteriormente, o mercado gerou o serviço e o sistema de interesse a ser trabalhado. Tem sido uma tendência em diversas empresas a criação de times, setores ou áreas focadas na digitalização e automação de processos, rotinas ou atividades repetitivas na empresa. O surgimento do time de atuação veio dessa tendência, dentro da grande área de “Digitalização Global” da organização foi montada uma equipe com o objetivo de atender todos esses focos de trabalho, com atendimento disponível para todas as áreas de negócio da América do Sul.

Com áreas de negócios, são englobados times de marketing, finanças, pagamentos, segurança da informação, tesouraria, infraestrutura de tecnologia, qualidade, recursos humanos e vários outros times que trabalham em atividades de escritório que podem ser alvo da equipe de digitalização. Esses são os principais interessados, e considerados os clientes do serviço prestado.

O sistema de interesse a ser estudado é o serviço interno prestado a esses clientes citados anteriormente. Esse serviço é o desenvolvimento de uma solução tecnológica que resolva algum problema ou automatize algum processo trazido pelo time cliente. É feita uma análise do contexto e realizada uma proposta de resolução para o problema, e em seguida se inicia o desenvolvimento caso isso seja decidido. Em alguns casos, é necessário ainda o suporte à solução desenvolvida, dependendo da complexidade e volume de utilização.

O time trabalha numa estrutura de fábrica de aplicativos ou fábrica de software, com poucos desenvolvedores experientes e generalistas, para serem bem engajados com todas as possibilidades a serem exploradas. Esse serviço é repetido a cada nova solução desenvolvida para os times clientes, novos ou não. Diversas tecnologias são utilizadas durante o desenvolvimento, sendo definidas de acordo com a necessidade de cada situação. Entretanto, as duas principais tecnologias são as ferramentas “low code” da empresa Microsoft, conhecidas como ferramentas da “Power Platform”, e códigos em Python para execução de RPAs (do inglês “robot process automation”).

1.1 Objetivos Geral e Específicos

Podemos destacar como objetivos gerais do trabalho realizado a implementação de técnicas e processos de engenharia de sistemas para otimizar a prestação de um serviço de software. Já como objetivos específicos podem ser destacados:

- O mapeamento da situação atual do serviço prestado e do produto entregue.
- A identificação de oportunidades de melhoria no presente cenário.
- Melhora da definição e levantamento de requisitos no processo existente.

1.2 Contribuições e Originalidade

Descrever as contribuições do trabalho, indicando o que o trabalho propõe de novo ou diferente em relação ao estado da arte. As contribuições devem ser claras e objetivas, indicando o que o trabalho agrega ao conhecimento existente.

1.3 Organização do Trabalho

Descrever a organização do trabalho, indicando o conteúdo de cada capítulo e a relação entre eles. A organização do trabalho deve ser clara e coerente, de forma a facilitar a compreensão do leitor.

Capítulo 2

Revisão Bibliográfica

2.1 Ciclo de Vida

A definição e criação de um ciclo de vida é uma das formas da Engenharia de Sistemas (ES) atuar no seu propósito de viabilizar o sucesso de um sistema ao mesmo tempo que otimiza a competição existente entre os objetivos das partes interessadas. Ao desmembrar o esforço total e definir os estágios, seus papéis, novas características do sistema, seus critérios de completude, seus riscos existentes e ao fim tomar uma decisão, está sendo feito a criação do ciclo de vida.

Entre cada estágio definido, há o que é chamado em inglês de *decision gates* onde é feita a análise do progresso, e como o nome sugere é tomada uma decisão quanto ao desenvolvimento do sistema.

O ciclo de vida de um sistema é definido a partir de suas características e particularidades, de modo que seus estágios sejam inseridos para atender todas as suas necessidades. Os estágios podem aparecer mais de uma vez, serem executados sequencialmente ou paralelamente e serem inseridos a qualquer momento do ciclo de vida.

Há casos em que o Sistema de Interesse (SoI, do inglês *System of Interests*) é parte de um Sistema de Sistemas (SoS, do inglês *System of Systems*). Nesse caso, cada um tem seu próprio ciclo de vida, no geral em um SoS cada elemento do sistema terá seu próprio ciclo de vida, e o do SoS influencia no do SoI, de forma que sua evolução deve ser considerada quando olhado para o ciclo de vida do SoI.

O ciclo de vida genérico trazido no INCOSE SE Handbook nos mostra os seis estágios básicos existentes numa estruturação em "V" que busca mostrar de forma visual a aparição desses estágios ao longo do tempo, realçando também o possível paralelismo entre eles. Na figura ?? podemos ver uma representação do que foi mostrado no livro.

O estágio de conceito: representa a parte exploratória de pesquisas e origens do reconhecimento de uma necessidade, ou uma nova missão, ou uma nova capacidade de negócio, ou ainda a alteração de algum desses itens. Nesse estágio são explorados todos os fatores do sistema, desde mercado, ambientais, econômicos, recursos disponíveis e escopo de atuação, de forma

que sejam definidos os limites do prolema a ser resolvido, as missões do sistema, onde ele será utilizado e seja feita uma análise do negócio, da missão e dos valores entregues. Para que o problema seja bem definido, são realizados os levantamentos dos requisitos do sistema, das partes interessadas envolvidas e suas necessidades, e do espaço de solução, e assim pode ser derivado um custo inicial do esforço a ser empenhado e uma agenda prévia, que servem de base para o ciclo de vida. Algumas saídas ou resultados típicos desse estágio são documentos preliminares da arquitetura sistema, da viabilidade, dos requisitos, do design e novamente da agenda e esforço. Esse estágio é de extrema importância pois aqui o sistema é definido, mudanças podem surgir depois, mas representarão uma maior dificuldade de implementação devido a diversos fatores, como tempo ou custo.

O estágio de desenvolvimento: nesse estágio é definido um SoI que atende e vai de encontro com as necessidades e requisitos das partes interessadas, e que pode ser produzido, utilizado, suportado e descontinuado caso necessário. O objetivo principal dessa fase é definir um projeto base de engenharia que pode ser executado, sem buscar a perfeição, mas atendendo às partes interessadas e respeitando os possíveis *trade-offs* previamente definidos nesse mesmo estágio. Nesse projeto base devem estar os requisitos, arquitetura, modelagens, documentação e planejamento para próximas fases que também podem ser vistos como saídas dessa fase.

O estágio de produção: nesse estágio o projeto base definido no estágio anterior sai do papel e dá lugar ao sistema de fato, que será testado e qualificado para ser colocado para utilização.

O estágio de utilização: o início desse estágio se dá com a liberação do sistema ou parte dele para uso, incluindo os sistemas de apoio que são necessários para certas funcionalidades. Esse estágio comumente é o mais longo do ciclo de vida e é comum que mudanças e melhorias no SoI ocorram ao longo da utilização, lembrando sempre de fazer o gerenciamento dos riscos e documentação para garantir a integridade e manutenção do SoI.

O estágio de suporte: segue paralelo ao estágio de utilização assim que alguma funcionalidade se torna disponível, no entanto o preparo e planejamento desse estágio pode ser iniciado antes como a aquisição de sobressalentes. Nesse estágio que são percebidas as melhorias e mudanças que podem vir a ser implementadas durante a utilização.

O estágio de descontinuação: acontece quando o sistema sai de operação e normalmente seu início dá fim aos estágios de utilização e produção, ou no máximo existe uma pequena sobreposição entre estes. Além de definir como será feito o descarte físico ou virtual das partes é nessa etapa que é feita uma possível análise de extensão de vida útil de parte do Sistema e o arquivamento de documentos importantes sobre o mesmo.

Ainda no INCOSE SE Handbook, são trazidos conceitos importantes sobre os *decision gates* que coexistem entre os estágios do ciclo de vida, tanto no início quanto no fim de cada estágio. Dentre os objetivos dos *decision gates* estão o acompanhamento da evolução da maturidade do sistema, a conferência dos critérios de saída ou entrada de um estágio, a análise de risco mediante à situação atual do sistema, e por fim uma tomada de decisão sobre o que será

feito. Podendo haver um regresso no ciclo de vida, um avanço, uma pausa ou até mesmo o cancelamento do projeto.

É importante saber equilibrar a formalidade e frequência desses eventos, visto que eles envolvem diferentes partes interessadas, gestores e especialistas, e além disso as decisões devem ser guiadas por dados tomados nos estágios do ciclo de vida e nos artefatos que são gerados para esse momento. Isso evita considerações desnecessárias e inadequadas que podem prejudicar futuramente.

As três abordagens principais trazidas pelo livro para os ciclos de vida são, sequencial, incremental e evolucionário. As principais características dessas três abordagens podem ser resumidas na Tabela 2.1 apresentada.

Tabela 2.1: Características das abordagens de um ciclo de vida

Abordagem	Requisitos definidos no início	Iterações planejadas	Múltiplas instalações
Sequencial	Todos os requisitos	Apenas uma	Não
Incremental	Todos os requisitos	Múltiplas	Potencialmente
Evolucionário	Parte dos requisitos	Múltiplas	Tipicamente

Durante a execução dos estágios do ciclo de vida várias tarefas são executadas, e para isso alguns processos precisam ser realizados para garantir a consistência das atividades. Um conjunto de processos é definido no livro e a execução de cada um deles varia de acordo com os estágios existentes no ciclo de vida do sistema.

2.2 Arquitetura do sistema

Como mencionado na seção 2.2 existem diferentes processos durante o ciclo de vida de um sistema ou projeto. Um deles é o *Processo de Definição da Arquitetura do Sistema*. A existência de um *Estilos de Arquitetura* é de extrema importância para que esse processo seja executado com êxito. Ele atua como um modelo, ou guia, para se construir a arquitetura do sistema. Os *Estilos de Arquitetura* podem ser definidos com base no ponto de vista da arquitetura, no elementos do sistema e seus relacionamentos, nas conexões, interfaces, mecanismos de interação e possíveis restrições.

Além dos *Estilos de Arquitetura*, outro conceito importante é o de *Padrões de Arquitetura*. Eles são modelos simplificados mas completos no que diz respeito aos elementos do sistema e são reutilizáveis para diferentes tipos cenários. O uso de *Padrões de Arquitetura* agiliza a documentação, facilita a comunicação, promove o reúso, melhora a produtividade e eficiência e serve como um ponto de início para o desenvolvimento de novos sistemas.

Como o conceito de arquitetura pode ser muito abrangente, o SEBOK mostra três segmentações de arquitetura, a arquitetura funcional, lógica e a física.

A arquitetura funcional compreende as funcionalidades do sistema, ou seja, quais funções ou comportamentos aquele sistema executa ou possui em diferentes contextos para atingir os

objetivos esperados.

Capítulo 3

Metodologia

Como fundamento do desenvolvimento desse trabalho, está a utilização das técnicas de engenharia de sistemas para tornar o dia a dia de trabalho e gestão de atividades mais claros e concisos. Além disso, serão especificadas deficiências no processo ou ciclo de vida, que apesar de já serem conhecidas não estão bem colocadas ou esclarecidas.

Pode ser definido como primeira etapa de trabalho a definição do ciclo de vida como é hoje. Através do estudo do fluxo atual, são definidos os eventos de cada estágio, os entregáveis de cada estágio e os “decision gates” ou pontos de decisão entre os estágios.

Recapitulando, o serviço prestado é basicamente a concepção de diferentes sistemas para atender requisitos específicos em cada caso trazido ao nosso time, para desenvolvimento e/ou sustentação.

Para ajudar a construir esse ciclo de vida será desenvolvida a arquitetura dos elementos do sistema e estabelecida a relação com as funcionalidades. Assim, pode ser definido todas as opções de possíveis sistemas do serviço prestado, através das combinações de elementos do sistema e das funcionalidades.

Após essa primeira parte do trabalho, com os artefatos e documentações já produzidas, será feita a análise e listagem, dos problemas e deficiências encontradas agora. Focado na parte de gestão de requisitos e rastreabilidade dos sistemas desenvolvidos, serão dados mais detalhes e especificações dos problemas identificados bem como apresentada uma proposta de solução.

Sobre a proposta mencionada anteriormente, se trata do desenvolvimento de uma aplicação “low code” utilizando as ferramentas e recursos da “Power Platform” para correlacionar os elementos do sistema e os requisitos levantados.

Depois de desenvolvida a aplicação, ela será colocada em operação para a coleta de dados de utilização, bem como a percepção dos outros integrantes do time sobre pontos de melhoria ou críticas sobre ela. Métricas de estimação de esforço de novas funcionalidades ou alterações podem ser coletadas com mais precisão após essa implementação, pois as relações entre os componentes estão definidas com clareza. Esse resultado poderá ser coletado com uma comparação entre as estimativas para uma mesma tarefa utilizando ou não a ferramenta desenvolvida.

Por fim, será concatenados todos os resultados colhidos para uma análise e avaliação do trabalho realizado. Pontos de melhoria notados no decorrer das atividades realizadas, mas fora do escopo definido, serão indicados para futuras evoluções ou prosseguimento do trabalho.

- **Introdução à Metodologia:** Comece com uma breve introdução que esclareça o propósito do capítulo e como ele contribui para os objetivos gerais da pesquisa.
- **Descrição da Pesquisa:** Especifique o tipo de pesquisa realizada (qualitativa, quantitativa, mista) e justifique a escolha. Explique como essa abordagem é adequada para responder às perguntas de pesquisa ou hipóteses.
- **Participantes ou Dados:** Descreva a população-alvo, critérios de inclusão e exclusão, e como os participantes ou dados foram selecionados. Para pesquisas experimentais, explique como os grupos de controle e experimentais foram formados.
- **Instrumentos e Materiais:** Liste os instrumentos, ferramentas, ou materiais utilizados na coleta de dados, incluindo questionários, entrevistas, software, etc. Descreva como e por que cada instrumento foi escolhido.
- **Procedimento:** Detalhe todos os passos seguidos durante a coleta de dados. Para experimentos, descreva as condições sob as quais foram realizados, incluindo variáveis controladas e não controladas.
- **Análise de Dados:** Explique as técnicas estatísticas, métodos de análise qualitativa, ou modelos utilizados para analisar os dados coletados. Justifique a escolha desses métodos e discuta sua adequação para o tipo de dados coletados.
- **Validade e Confiabilidade:** Discuta as medidas tomadas para garantir a validade e confiabilidade dos resultados. Isso pode incluir a validação de instrumentos, triangulação de dados, ou testes piloto.
- **Limitações:** Reconheça quaisquer limitações metodológicas que possam afetar os resultados ou a interpretação da pesquisa.
- **Ética:** Se aplicável, descreva as considerações éticas relacionadas à pesquisa, incluindo aprovações de comitês de ética, consentimento informado dos participantes, e como a privacidade e a confidencialidade foram mantidas.
- **Resumo:** Conclua o capítulo com um resumo dos pontos-chave, reforçando como a metodologia adotada permite abordar as perguntas de pesquisa ou testar as hipóteses.

Lembre-se de que a clareza e a precisão são cruciais neste capítulo. O objetivo é fornecer informações suficientes para que outros pesquisadores possam entender como o estudo foi conduzido e, se desejado, replicar a pesquisa.

3.1 Instrumentos e Materiais

Documentação do ciclo de vida atual do sistema de serviço: será desenhado os diagramas dos estágios e etapas do ciclo de vida do serviço de desenvolvimento prestado, onde serão destacados as saídas e entradas de cada etapa. O diagrama será confeccionado na ferramenta

online Draw.io, que é uma ferramenta gratuita para o desenho de diagramas de diferentes tipos e não impõe restrições de salvamento do arquivo final, mantendo assim a alta qualidade dos diagramas com imagens vetorizadas. Documentação dos blocos de funcionalidade das soluções desenvolvidas: será mapeada a arquitetura completa das possíveis funcionalidades das soluções desenvolvidas. Onde couber, serão estabelecidos os relacionamentos entre as funcionalidades. O desenvolvimento será também na ferramenta online Draw.io. Criação da arquitetura geral das soluções desenvolvidas: serão mapeados todos os possíveis elementos do sistema, sendo esses atômicos ou subsistemas, cobrindo todos os recursos disponíveis para o desenvolvimento das soluções. Também será feito o relacionamento entre esses elementos e suas designações dentre as funcionalidades mapeadas anteriormente. Novamente, o desenvolvimento será também na ferramenta online Draw.io. Levantamento e especificação dos problemas do ciclo de vida atual: esta etapa não requer a utilização de uma ferramenta específica. Consiste na análise das entregas das tarefas anteriores, bem como da experiência vivida na rotina em estudo para a definição desses problemas, e então seus detalhamentos. Sendo que a deficiência da gestão de requisitos e da rastreabilidade, já levantada previamente, terá um desenvolvimento mais aprofundado nos conceitos teóricos e referências. Criação da arquitetura e projeto conceitual do aplicativo: nessa etapa todas as definições e funcionalidades do aplicativo serão definidas, bem como será registrada sua arquitetura e modelagem dos bancos de dados. Para o registro da arquitetura e da estrutura do banco de dados será utilizado mais uma vez a ferramenta online Draw.io. Desenvolvimento da aplicação: para o desenvolvimento da aplicação serão utilizadas as ferramentas e recursos disponíveis na “Power Platform”. Para a interface de usuário será utilizado o Power Apps, para automações assíncronas e integrações com sistemas externos será utilizado o Power Automate, para a criação do banco de dados será utilizado o Dataverse, que suporta bancos relacionais, e para envios de notificações é utilizado o Outlook.

Capítulo 4

Resultados

Escrever um capítulo de resultados em trabalhos acadêmicos é uma etapa crucial, pois comunica as descobertas da pesquisa. Aqui estão algumas sugestões para estruturar e redigir este capítulo de forma eficaz:

- **Introdução Breve:** Comece com uma introdução curta que reitere os objetivos da pesquisa e explique o que será apresentado no capítulo.
- **Organização Lógica:** Estruture o capítulo de forma lógica, geralmente seguindo a ordem das perguntas de pesquisa ou hipóteses. Isso ajuda os leitores a acompanhar facilmente as descobertas.
- **Apresentação Clara dos Dados:** Apresente os resultados de maneira clara e concisa. Use tabelas, gráficos e figuras para ilustrar os dados de forma eficaz, garantindo que cada um seja claramente rotulado e acompanhado de uma legenda explicativa.
- **Descrição dos Resultados:** Forneça uma descrição textual dos resultados, destacando as descobertas principais.
- **Referência aos Objetivos e Hipóteses:** Faça referência explícita aos objetivos da pesquisa ou hipóteses ao apresentar os resultados, indicando como cada resultado se relaciona com eles.
- **Precisão e Objetividade:** Mantenha a precisão e objetividade ao relatar os resultados. Evite usar linguagem emotiva ou fazer inferências sem suporte dos dados.
- **Tratamento de Dados Negativos ou Inesperados:** Se houver resultados negativos ou inesperados, inclua-os e ofereça uma breve descrição. Esses resultados podem ser tão informativos quanto os positivos.
- **Uso de Subseções:** Divida o capítulo em subseções, se necessário, para manter a organização e facilitar a leitura. Cada subseção pode abordar diferentes aspectos dos resultados.
- **Consistência com Metodologia:** Garanta que a apresentação dos resultados seja consistente com a metodologia descrita anteriormente. Isso inclui o uso dos mesmos termos e definições.
- **Sumário dos Resultados:** Conclua o capítulo com um sumário dos principais resultados.

Capítulo 5

Conclusão

Escrever um bom capítulo de conclusão em trabalhos acadêmicos envolve sintetizar os principais achados da pesquisa, refletir sobre o significado desses resultados, e sugerir direções futuras. Aqui estão algumas diretrizes para estruturar este capítulo:

- **Resumo dos Principais Achados:** Comece recapitulando os principais resultados da pesquisa. Destaque como esses resultados atendem aos objetivos do estudo ou respondem às perguntas de pesquisa.
- **Contextualização:** Discuta a importância dos resultados no contexto do campo de estudo. Isso inclui como seus achados se alinham ou divergem de estudos anteriores.
- **Reflexão Crítica:** Inclua uma autoavaliação da pesquisa, abordando limitações e como elas podem ter afetado os resultados. Isso demonstra integridade acadêmica e compreensão das nuances da pesquisa.
- **Implicações Práticas e Teóricas:** Explique as implicações dos seus resultados para a prática, teoria ou política. Isso mostra a relevância e o valor do seu trabalho.
- **Sugestões para Pesquisas Futuras:** Baseando-se nas limitações e nos achados da sua pesquisa, sugira áreas para futuras investigações. Isso ajuda a avançar o campo de estudo.
- **Conclusão Final:** Termine com uma conclusão forte que reafirme a contribuição do seu trabalho para o campo de estudo. Isso pode incluir uma declaração poderosa sobre o significado dos seus achados ou uma visão para o futuro da área de pesquisa.
- **Produção Bibliográfica:** Se aplicável, liste as publicações geradas a partir da sua pesquisa. Isso pode incluir artigos, apresentações em conferências, ou outros materiais acadêmicos.

Referências Bibliográficas

- Deb, K., Pratap, A., Agarwal, S. & Meyarivan, T. (2002). A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: Nsga-ii. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 6(2):182–197.
- Maxwell, J. C. (1865). Viii. a dynamical theory of the electromagnetic field. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, (155):459–512.
- Milgram, S., Bickman, L. & Berkowitz, L. (1969). Note on the drawing power of crowds of different size. *Journal of Personality and Social Psychology*, 13(2):79.
- Van Dyke, M. C. C., Teixeira, M. M. & Barker, B. M. (2019). Fantastic yeasts and where to find them: the hidden diversity of dimorphic fungal pathogens. *Current Opinion in Microbiology*, 52:55–63.

Apêndice A

Como fazer citações

Você pode fazer uma citação de diversas formas. Se você quiser fazer uma citação entre parênteses, você pode fazer assim: (Milgram et al., 1969). Se você quiser mencionar o número da página, você pode fazer assim: (Deb et al., 2002, p. 10). Agora, se você quiser fazer uma citação onde o autor é parte da sentença, você pode fazer assim: Maxwell (1865) afirma que... Se você quiser fazer uma citação com mais de um autor, você pode fazer assim: (Maxwell, 1865; Van Dyke et al., 2019). **Pode que ser, às vezes, você tenha que compilar o arquivo mais de uma vez para que as citações apareçam corretamente. Ou até escrever qualquer coisa a mais.**

Apêndice B

Como escrever equações

O LaTeX oferece uma ampla gama de recursos e pacotes para escrever e formatar equações de forma clara e profissional. Além disso, o LaTeX permite referenciar e numerar automaticamente as equações, facilitando a referência cruzada e a organização do conteúdo matemático. Aqui estão alguns exemplos de equações que você pode usar em seu trabalho.

Um exemplo básico de equação:

$$\mathcal{F}(\mathbf{r}, t) = \Re\{\mathbf{F}(\mathbf{r})e^{j\omega t}\} \quad (\text{B.1})$$

Um exemplo sobre como escrever múltiplas equações e o uso de fonte cursiva nas letras:

$$\nabla \times \mathcal{E}(\mathbf{r}, t) = -\frac{\partial \mathcal{B}}{\partial t}(\mathbf{r}, t) \quad (\text{B.2})$$

$$\nabla \times \mathcal{H}(\mathbf{r}, t) = \frac{\partial \mathcal{D}}{\partial t}(\mathbf{r}, t) + \mathcal{J}(\mathbf{r}, t) \quad (\text{B.3})$$

$$\nabla \cdot \mathcal{D}(\mathbf{r}, t) = \rho(\mathbf{r}, t) \quad (\text{B.4})$$

$$\nabla \cdot \mathcal{B}(\mathbf{r}, t) = 0 \quad (\text{B.5})$$

Um exemplo de desenvolvimento de equação:

$$\nabla \times \mathbf{H}(\mathbf{r}) = j\omega\epsilon_0\epsilon_r\mathbf{E}(\mathbf{r}) + \sigma(\mathbf{r})\mathbf{E}(\mathbf{r}) + \mathbf{J}_i(\mathbf{r}) \quad (\text{B.6})$$

$$= j\omega\epsilon_0 \left(\epsilon_r(\mathbf{r}) - j\frac{\sigma(\mathbf{r})}{\omega\epsilon_0} \right) \mathbf{E}(\mathbf{r}) + \mathbf{J}_i(\mathbf{r}) \quad (\text{B.7})$$

$$= j\omega\mathcal{E}(\mathbf{r})\mathbf{E}(\mathbf{r}) + \mathbf{J}_i(\mathbf{r}) \quad (\text{B.8})$$

Um exemplo de equação quebrada em mais de uma linha:

$$\begin{aligned} \chi(\boldsymbol{\rho})E_{zi}(\boldsymbol{\rho}) = J_{zeq}(\boldsymbol{\rho}) + \frac{jk_b^2}{4}\chi(\boldsymbol{\rho}) \int_S dS' J_0(k_b|\boldsymbol{\rho} - \boldsymbol{\rho}'|)J_{zeq}(\boldsymbol{\rho}') \\ + \frac{jk_b^2}{4}\chi(\boldsymbol{\rho}) \int_S dS' Y_0(k_b|\boldsymbol{\rho} - \boldsymbol{\rho}'|)J_{zeq}(\boldsymbol{\rho}') \end{aligned} \quad (\text{B.9})$$

Um exemplo de equação com somatórios e integrais:

$$\begin{aligned} \iint_D E_{z_s}(\boldsymbol{\theta}, \boldsymbol{\phi}) w_u^{(\boldsymbol{\theta})}(\boldsymbol{\theta}) w_v^{(\boldsymbol{\phi})}(\boldsymbol{\phi}) d\boldsymbol{\theta} d\boldsymbol{\phi} = \\ - \frac{jk_b^2}{4} \sum_{i=1}^{N_I} \sum_{j=1}^{N_J} \sum_{p=1}^{N_P} \sum_{q=1}^{N_Q} \sum_{r=1}^{N_R} a_{ij} b_{pqr} \iint_D \iint_S d\boldsymbol{\theta} d\boldsymbol{\phi} dx dy \left[G_{2D}^D(\boldsymbol{\theta}, x, y) \right. \\ \left. f_i^{(x)}(x) f_j^{(y)}(y) g_p^{(x)}(x) g_q^{(y)}(y) g_r^{(\boldsymbol{\phi})}(\boldsymbol{\phi}) w_u^{(\boldsymbol{\theta})}(\boldsymbol{\theta}) w_v^{(\boldsymbol{\phi})}(\boldsymbol{\phi}) \right], \\ u = 1, \dots, N_U, v = 1, \dots, N_V \quad (\text{B.10}) \end{aligned}$$

Um exemplo de definição de matriz:

$$\bar{\boldsymbol{\Lambda}} = \begin{bmatrix} \Lambda_{11} & \Lambda_{12} & \cdots & \Lambda_{1N_V} \\ \Lambda_{21} & \Lambda_{22} & \cdots & \Lambda_{2N_V} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \Lambda_{u1} & \Lambda_{u2} & \cdots & \Lambda_{uN_V} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \Lambda_{N_U1} & \Lambda_{N_U2} & \cdots & \Lambda_{N_UN_V} \end{bmatrix} \quad (\text{B.11})$$

Um exemplo de definição de casos:

$$w_{uv} = \begin{cases} 1, & \text{in } D_{uv}, \\ 0, & \text{outside, } D_{uv} \end{cases} \quad (\text{B.12})$$

Um exemplo para organização de três matrizes em uma mesma linha:

$$\bar{\boldsymbol{\chi}} = \begin{bmatrix} \chi_{11} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \chi_{12} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \chi_{N_I N_J} \end{bmatrix} \quad \bar{\boldsymbol{\beta}} = \begin{bmatrix} \beta_{11} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \beta_{12} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \beta_{N_I N_J} \end{bmatrix} \quad \bar{\mathbf{R}} = \begin{bmatrix} R_{11} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & R_{12} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & R_{N_I N_J} \end{bmatrix} \quad (\text{B.13})$$

Note que você pode referenciar equações das seguintes formas:

- Quando ela estiver no meio da frase, você pode usar simplesmente o comando `\eqref{}`.
Por exemplo: “...como mostrado em (B.2), ...”
- Quando você estiver no início da frase, você pode escrever: “A Eq. (B.2) mostra que...”

É claro que também é possível digitar equações através do comando `$$ $$$`, como por exemplo

$$a^2 + b^2 = c^2,$$

mas note que o LaTeX não irá numerar a equação e você não poderá referenciá-la.

Pode ser também que você queira usar o comando `\begin{equation}\end{equation}` e que o texto em seguida não comece em um novo parágrafo. Nesse caso, você pode usar o comando `\noindent` para evitar a quebra de linha. Por exemplo:

$$e^{j\pi} + 1 = 0 \tag{B.14}$$

a qual é a fórmula de Euler, uma das mais famosas equações da matemática.

Apêndice C

Como inserir figuras

Um exemplo sobre como inserir figuras simples pode ser visto em C.1. Você pode referenciar figuras através do comando `\ref{}` ou do comando `\autoref{}`. O primeiro comando apenas referencia o número da figura, enquanto o segundo comando referencia o número da figura e o nome dela. Por exemplo, você pode escrever: “...como mostrado na Figura C.1, ...”.

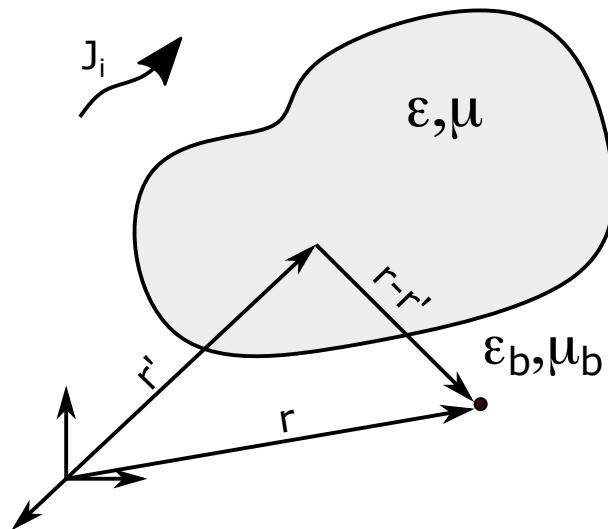


Figura C.1: General scattering problem.

Os comandos de posicionamento de figuras no LaTeX são usados para controlar a posição das figuras em relação ao texto. Existem alguns comandos de posicionamento comumente usados:

- `[h]`: Posiciona a figura “aqui”(here), ou seja, o mais próximo possível do local onde o comando é inserido no código. No entanto, o LaTeX pode ignorar esse comando se não houver espaço suficiente na página atual para acomodar a figura.
- `[t]`: Posiciona a figura no topo (top) da página.
- `[b]`: Posiciona a figura na parte inferior (bottom) da página.
- `[p]`: Posiciona a figura em uma página separada (page) exclusivamente para figuras.
- `[!htb]`: Combina os comandos `[h]`, `[t]` e `[b]`, permitindo que o LaTeX escolha a melhor

posição para a figura entre o topo, a parte inferior e o local onde o comando é inserido.

É importante observar que esses comandos são sugestões para o LaTeX e não garantem que a figura será posicionada exatamente onde você deseja. O LaTeX tentará encontrar a melhor posição para a figura com base em vários fatores, como espaço disponível na página e ajuste do layout.

Um exemplo de múltiplas figuras pode ser visto na Figura C.2. Um outro exemplo de múltiplas figuras pode ser visto na Figura C.3. Um exemplo para inserir duas figuras horizontais é a Figura C.4.

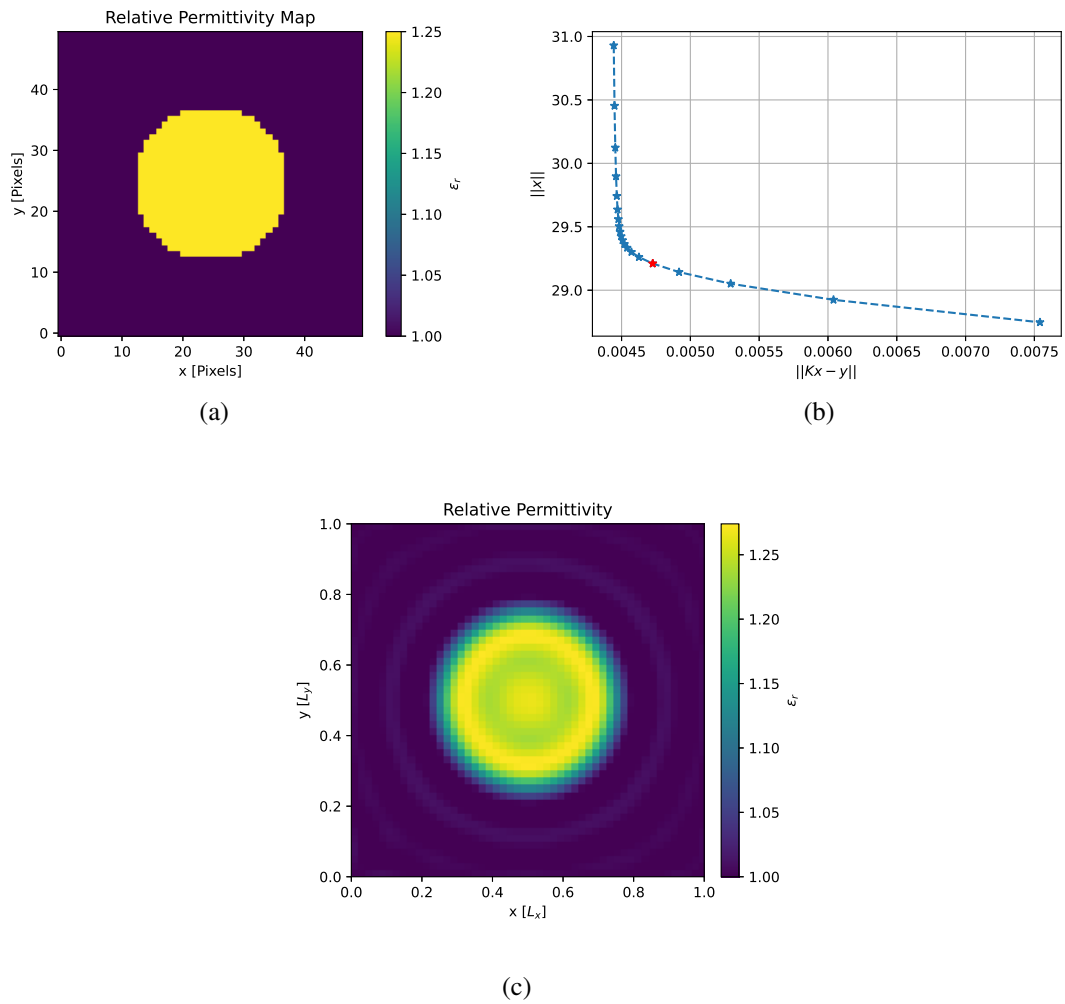


Figura C.2: Example of applying the L-curve Method to a linear problem where it presupposes knowledge of the total field. (a) A simple instance of a contrast dielectric circle $\chi = 0.25$ and radius $0.8\lambda_b$. Respecting the degrees of freedom, the scattered field was sampled in 45 positions for 45 incidence angles at a distance of $10\lambda_b$ from the center of the image. (b) L-curve considering 20 values of α_T in a range of 10^{-5} a 10^{-2} . The red dot represents the solution with the shortest normalized distance to the origin. Its α_T value is approximately 2.3357×10^{-3} . (c) Reconstruction of the image using the α_T value from the red dot. No inverse crime was committed since the data were obtained from the analytical solution.

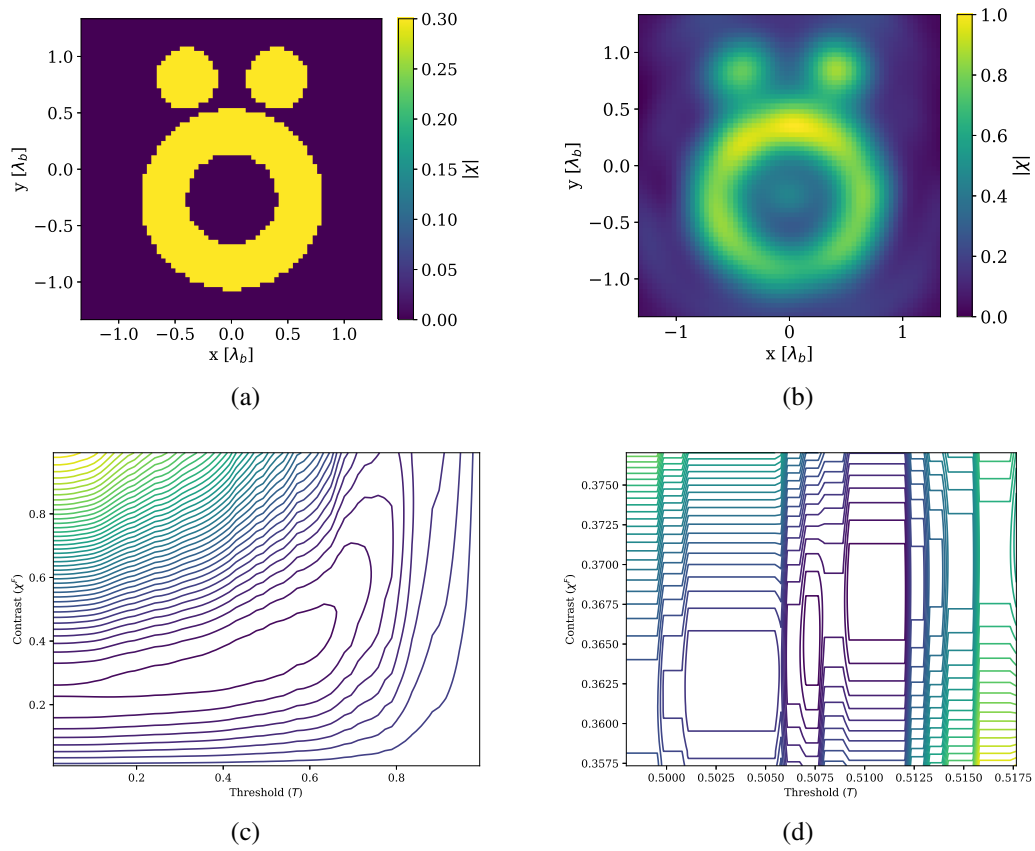
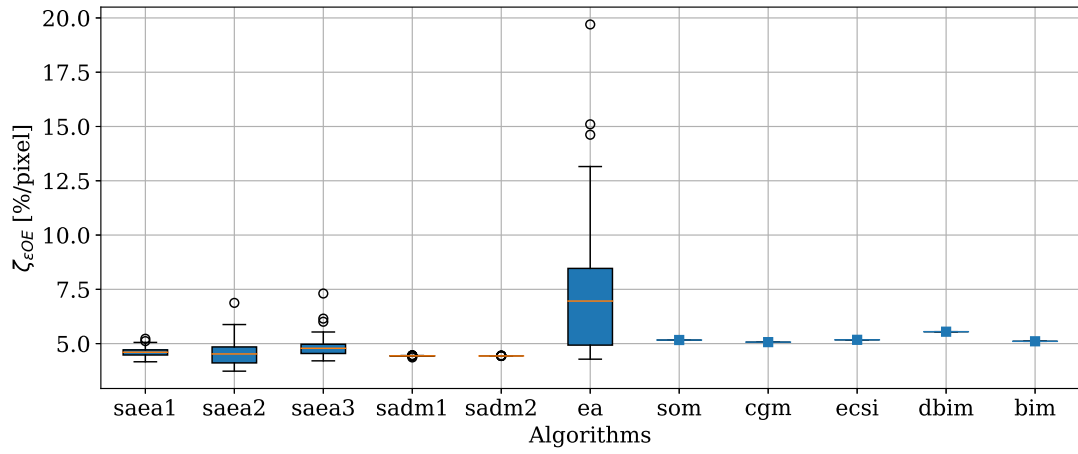
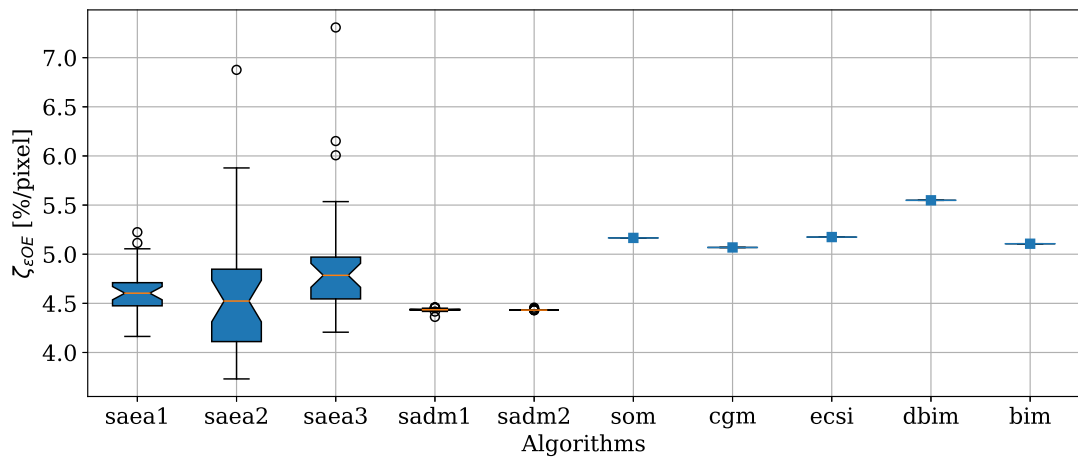


Figure C.3: Example of an objective function resulting from the transformation of the inversion problem into a two-dimensional optimization one: (a) the ground-truth image; (b) the image obtained by OSM; (c) the surface obtained by the transformation of the inversion problem into a two-dimensional optimization one; and (d) a zoom over the region close to the optimum.



(a)



(b)

Figura C.4: Performance of $\zeta_{\epsilon OE}$ indicator for various algorithms in the Austria profile. (a) Boxplots show quartiles of 30 executions for stochastic algorithms, and the solid line represents the deterministic algorithms. (b) Exclusion of the EA algorithm for better visualization of differences among algorithms.

Apêndice D

Como inserir tabelas

Um exemplo de tabela simples é a D.1.

Tabela D.1: Parameters for problem specification of Austria profile case study.

N_M	N_S	R_O	f	L_X, L_Y	ϵ_{rb}
32	16	6 [m]	400 [MHz]	2 [m]	1

O comando `\renewcommand{\arraystretch}{1.3}` redefine o espaçamento entre linhas da tabela. Ou você pode usar o comando `\setstretch{1.}` dentro do ambiente da tabela.

Um exemplo de tabela mais complicada pode ser visto na D.2. Você pode referenciar tabelas da mesma forma que você referencia figuras. Por exemplo, você pode escrever: “...como mostrado na Tabela D.2, ...”.

Se você tiver tabelas muito compridas e precisar colocá-las na horizontal, você pode fazer através do comando `\begin{landscape} . . . \end{landscape}`. Um exemplo de tabela na horizontal pode ser visto na Tabela D.3.

Tabela D.2: Classification of methods by their properties.

Classes		Methods		
Qualitative	Linear Sampling Method			
	Orthogonality Sampling Method			
Quantitative	Deterministic	Linear	Born Approximation	
			Rytov Approximation	
			Back-Propagation Method	
			Dominant Current Scheme	
		Forward and inverse subproblems	Born Iterative Method	
			Distorted Born Iterative Method	
			Variational Born Iterative Method	
			Level-Set Method	
	Nonlinear	Gradient-based	Conjugated-Gradient Method	
			Contrast Source Inversion	
			Subspace-based	Optimization Method
	Other	Compressive Sensing		
		Regularization on Lp Banach Spaces		
		Virtual Experiments		
		Deep learning methods		
Stochastic	Components	Types		
	Representation	Known geometries		
		Contours		
		Pixel-based		
	Objective function	Data equation residual		
		Data and state equation residual		
	Mechanism	GA		
		DE		
		PSO		
	Population Initialization	Random		
Born Approximation				

Tabela D.3: P-values for posthoc multiple pairwise comparisons considering the $\zeta_{\epsilon OE}$ indicator, with the compatible statistical test for each test set. The significance level has been corrected using the Bonferroni method, resulting in 0.0083. Detected differences are indicated in bold format. Confidence intervals are compute for means when Paired T-Test are evaluated and for medians when the Wilcoxon Signed-Rank Test is evaluated.

Pairs	$\chi = 0.5$				$\chi = 1$				$\chi = 2$				$\chi = 3$			
	Wilcoxon		Paired T-Test		Wilcoxon		Paired T-Test		Wilcoxon		Paired T-Test		Wilcoxon		Paired T-Test	
	p-value	Conf. In.	p-value	Conf. In.	p-value	Conf. In.	p-value	Conf. In.	p-value	Conf. In.	p-value	Conf. In.	p-value	Conf. In.	p-value	Conf. In.
SAEA1-SAEA2	0.2988	(-0.031, 0.034)	<0.0001	(0.322, 0.895)	<0.0001	(0.675, 1.576)	<0.0001	(0.4, 1.484)	<0.0001	(0.675, 1.576)	<0.0001	(0.4, 1.484)	<0.0001	(0.675, 1.576)	<0.0001	(0.4, 1.484)
SAEA1-SAEA3	0.1706	(0.012, 0.124)	<0.0001	(-2.5, -1.33)	<0.0001	(-2.165, -0.916)	<0.0001	(-2.574, -1.019)	<0.0001	(-2.165, -0.916)	<0.0001	(-2.574, -1.019)	<0.0001	(-2.165, -0.916)	<0.0001	(-2.574, -1.019)
SAEA1-SADM2	0.0577	(-0.089, 0.002)	0.003	(-1.99, -0.132)	0.6702	(-0.804, 0.842)	0.2054	(-1.35, 0.862)	0.6702	(-0.804, 0.842)	0.2054	(-1.35, 0.862)	0.6702	(-0.804, 0.842)	0.2054	(-1.35, 0.862)
SAEA2-SAEA3	0.2988	(-0.017, 0.148)	<0.0001	(-3.18, -1.87)	<0.0001	(-4.152, -2.3)	<0.0001	(-4.301, -2.237)	<0.0001	(-4.152, -2.3)	<0.0001	(-4.301, -2.237)	<0.0001	(-4.152, -2.3)	<0.0001	(-4.301, -2.237)
SAEA2-SADM2	0.0164	(-0.109, -0.009)	<0.0001	(-2.71, -0.634)	0.0008	(-1.542, -0.063)	0.0015	(-2.494, 0.137)	0.0008	(-1.542, -0.063)	0.0015	(-2.494, 0.137)	0.0008	(-1.542, -0.063)	0.0015	(-2.494, 0.137)
SAEA3-SADM2	0.1347	(-0.21, -0.023)	0.023	(-0.153, 1.86)	0.0113	(0.912, 3.128)	0.1642	(-0.886, 2.103)	0.0113	(0.912, 3.128)	0.1642	(-0.886, 2.103)	0.0113	(0.912, 3.128)	0.1642	(-0.886, 2.103)

Tabela D.4: P-values for posthoc multiple pairwise comparisons obtained by Wilcoxon Signed-Rank tests considering the ζ_S indicator. The significance level has been corrected using the Bonferroni method, resulting in 0.0083. Detected differences are indicated in bold format. The confidence interval for medians is also presented.

Pairs	$\chi = 0.5$				$\chi = 1$				$\chi = 2$				$\chi = 3$				$\chi = 4$			
	Wilcoxon		Paired T-Test		Wilcoxon		Paired T-Test		Wilcoxon		Paired T-Test		Wilcoxon		Paired T-Test		Wilcoxon		Paired T-Test	
	p-value	Conf. In.	p-value	Conf. In.	p-value	Conf. In.	p-value	Conf. In.	p-value	Conf. In.	p-value	Conf. In.	p-value	Conf. In.	p-value	Conf. In.	p-value	Conf. In.	p-value	Conf. In.
SAEA1-SAEA2	<0.0001	(0.34, 0.92)	<0.0001	(0.49, 1.09)	<0.0001	(1.02, 2.04)	0.0002	(0.67, 2.01)	0.0002	(1.02, 2.04)	0.0002	(0.67, 2.01)	0.0002	(1.02, 2.04)	0.0002	(0.67, 2.01)	0.0002	(1.02, 2.04)	0.0002	(0.67, 2.01)
SAEA1-SAEA3	0.0002	(-1.32, -0.49)	<0.0001	(-5.38, -3.52)	<0.0001	(-2.46, -1.34)	<0.0001	(-3.16, -1.28)	<0.0001	(-2.46, -1.34)	<0.0001	(-3.16, -1.28)	<0.0001	(-2.46, -1.34)	<0.0001	(-3.16, -1.28)	<0.0001	(-2.46, -1.34)	<0.0001	(-3.16, -1.28)
SAEA1-SADM2	0.0012	(0.02, 0.69)	0.0081	(-2.38, 0.37)	0.3931	(-0.85, 0.59)	0.1706	(-1.72, 1.16)	0.3931	(-0.85, 0.59)	0.1706	(-1.72, 1.16)	0.3931	(-0.85, 0.59)	0.1706	(-1.72, 1.16)	0.3931	(-0.85, 0.59)	0.1706	(-1.72, 1.16)
SAEA2-SAEA3	<0.0001	(-2.15, -0.97)	<0.0001	(-5.80, -3.40)	<0.0001	(-4.69, -1.97)	<0.0001	(-5.73, -2.71)	<0.0001	(-4.69, -1.97)	<0.0001	(-5.73, -2.71)	<0.0001	(-4.69, -1.97)	<0.0001	(-5.73, -2.71)	<0.0001	(-4.69, -1.97)	<0.0001	(-5.73, -2.71)
SAEA2-SADM2	0.1996	(-0.20, 0.15)	<0.0001	(-2.64, -0.17)	<0.0001	(-2.70, -0.66)	0.0007	(-3.61, 0.08)	0.0007	(-2.70, -0.66)	0.0007	(-3.61, 0.08)	0.0007	(-2.70, -0.66)	0.0007	(-3.61, 0.08)	0.0007	(-2.70, -0.66)	0.0007	(-3.61, 0.08)
SAEA3-SADM2	<0.0001	(0.51, 1.82)	0.0081	(0.91, 3.32)	0.0087	(0.83, 2.88)	0.2801	(-0.62, 1.93)	0.0087	(0.83, 2.88)	0.2801	(-0.62, 1.93)	0.0087	(0.83, 2.88)	0.2801	(-0.62, 1.93)	0.0087	(0.83, 2.88)	0.2801	(-0.62, 1.93)

Apêndice E

Como inserir algoritmos

No LaTeX também é possível inserir pseudo-algoritmos. Um exemplo de algoritmo é o Algoritmo 1. Para outras opções de pacotes para inserir algoritmos, você pode consultar o pacote usado, que é o *algorithm2e*. Nessa versão, o pacote *algorithm2e* foi configurado para usar o idioma português. Mas, se você estiver escrevendo em inglês, é só mudar a opção do pacote para *english*. Isso só muda o título. Os comandos em português são outros, como por exemplo: `\Entrada{}`, `\Saida{}`, `\Se{}`, `\Senao{}`, `\Enqto{}`, entre outros.

Algoritmo 1: Distorted Born Iterative Method.

Input: $\bar{\mathbf{E}}^s$, $\bar{\mathbf{G}}^{2D}$, $\bar{\mathbf{G}}^S$

Output: $\bar{\boldsymbol{\chi}}$, $\bar{\mathbf{E}}$

```

1 Compute an initial guess  $\bar{\boldsymbol{\chi}}^0$  based on available information
2  $t \leftarrow 0$ 
3 while some criterion is not reached do
4   Solve  $(\bar{\mathbf{I}} - \bar{\mathbf{G}}^S \bar{\boldsymbol{\chi}}^t) \bar{\mathbf{G}}^{\text{in},t} = \bar{\mathbf{G}}^{2D}$  for  $\bar{\mathbf{G}}^{\text{in},t}$ 
5   Solve the direct problem for  $\bar{\mathbf{E}}^t$  and  $\bar{\mathbf{E}}^{s,t}$ 
6    $\Delta \bar{\mathbf{E}}^s = \bar{\mathbf{E}}^s - \bar{\mathbf{E}}^{s,t}$ 
7   Solve the inverse linear problem  $\Delta \bar{\mathbf{E}}^s = \bar{\mathbf{G}}^{\text{in},t} \Delta \bar{\boldsymbol{\chi}} \bar{\mathbf{E}}^t$  for  $\Delta \bar{\boldsymbol{\chi}}$ 
8    $\bar{\boldsymbol{\chi}}^t \leftarrow \bar{\boldsymbol{\chi}}^{t-1} + \Delta \bar{\boldsymbol{\chi}}$ 
9    $t \leftarrow t + 1$ 
10 end
```

Apêndice F

Como inserir definições e outras coisas especiais

Nesse modelo, foram adicionados alguns ambientes para facilitar a escrita de definições, teoremas, lemas, corolários, entre outros. Você pode adicionar mais ambientes no arquivo *configuracoes.tex*. Aqui vai alguns exemplos de como usar esses ambientes.

Um exemplo de definição:

Definição 1. *Projection Operator*

Let X be a normed space over the field $\mathbb{K} = \mathbb{R}$ or $\mathbb{K} = \mathbb{C}$. Let $U \subset X$ be a closed subspace. A linear bounded operator $\mathcal{P} : X \rightarrow X$ is called a projection operator on U if

- $\mathcal{P}\{x\} \in U, \forall x \in X$ and
- $\mathcal{P}\{x\} = x, \forall x \in U$.

Um exemplo de teorema:

Teorema 2. *Let X be a pre-Hilbert space. The mapping $\|\cdot\| : X \rightarrow \mathbb{R}$ defined by*

$$\|x\| := \sqrt{\langle x, x \rangle}, x \in X$$

is a norm. Furthermore:

1. $|(x, y)| \leq \|x\| \|y\|, \forall x, y \in X$ (Cauchy-Schwarz inequality);
2. $\|x \pm y\|^2 = \|x\|^2 + \|y\|^2 \pm 2\Re\{\langle x, y \rangle\} \forall x, y \in X$ (binomial formula);
3. $\|x + y\|^2 + \|x - y\|^2 = 2\|x\|^2 + 2\|y\|^2 \forall x, y \in X$.

Note que, se você estiver escrevendo em inglês, você precisará mudar a definição desses ambientes no arquivo *configuracoes.tex*.

Outro recurso interessante é poder colocar códigos de programação. Nesses casos, você pode usar o ambiente *lstlisting*. Um exemplo de código em Python pode ser visto abaixo. Esse código foi escrito em outro arquivo *.tex* apenas para fins de organização. Como esse apêndice é adicionado no arquivo principal *main.tex* através do comando `\include{}`, então, para adicionarmos o arquivo do código, usamos o comando `\input{}`.

```
# Evaluate contours
```

```

co = measure.find_contours(original, 1.0, fully_connected='high')
cr = measure.find_contours(recovered, threshold)

# Converting scale of recovered contour
for i in range(len(cr)):
    cr[i][:, 1] = original.shape[1]*cr[i][:, 1]/recovered.shape[1]
    cr[i][:, 0] = original.shape[0]*cr[i][:, 0]/recovered.shape[0]

# Thresholding
masko = np.zeros(original.shape, dtype=bool)
maskr = np.zeros(recovered.shape, dtype=bool)
masko[original > 1] = True
maskr[recovered >= threshold] = True

# Evaluate centers
xo, yo = np.meshgrid(np.arange(0, original.shape[1]),
                     np.arange(0, original.shape[0]))
xr, yr = np.meshgrid(np.linspace(0, original.shape[1]-1,
                                 recovered.shape[1]),
                     np.linspace(0, original.shape[0]-1,
                                 recovered.shape[0]))

xco = np.sum(masko*xo)/np.sum(masko)
yco = np.sum(masko*yo)/np.sum(masko)
xcr = np.sum(maskr*xr)/np.sum(maskr)
ycr = np.sum(maskr*yr)/np.sum(maskr)

# Centralization
for i in range(len(co)):
    co[i][:, 0] = co[i][:, 0]-yco+original.shape[0]/2
    co[i][:, 1] = co[i][:, 1]-xco+original.shape[1]/2

# Centralization
for i in range(len(cr)):
    cr[i][:, 0] = cr[i][:, 0]-ycr+original.shape[0]/2
    cr[i][:, 1] = cr[i][:, 1]-xcr+original.shape[1]/2

# Verify points
masko = np.zeros(original.shape, dtype=bool)
counter = np.zeros(original.shape)

```

```

for i in range(len(co)):
    maskt = measure.grid_points_in_poly(original.shape, co[i])
    counter[maskt] += 1
    masko[np.mod(counter, 2) == 1] = True

# Verify points
maskr = np.zeros(original.shape, dtype=bool)
counter = np.zeros(original.shape)
for i in range(len(cr)):
    maskt = measure.grid_points_in_poly(original.shape, cr[i])
    counter[maskt] += 1
    maskr[np.mod(counter, 2) == 1] = True

# Xor operation
diff = np.logical_xor(masko, maskr)

# Area of the difference
zeta_s = np.sum(diff)/np.sum(masko)*100

# Figure
fig, axis = plt.subplots(ncols=3, figsize=[3*6.4,4.8])
fig.subplots_adjust(wspace=.5)
axis[0].imshow(masko, origin='lower')
axis[0].set_title('Original')
axis[1].imshow(maskr, origin='lower')
axis[1].set_title('Recovered')
axis[2].imshow(diff, origin='lower')
axis[2].set_title('Difference')

plt.show()

```