

**SIMPLEX WEB:
FERRAMENTA WEB PARA AUXÍLIO NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS
PADRÕES EM PROGRAMAÇÃO LINEAR.**

**SIMPLEX WEB:
WEB TOOL FOR GUIDING AND SOLVING STANDARD FORM LINEAR
PROGRAMMING PROBLEMS.**

André Pereira Constancio
<https://orcid.org/0000-0002-1656-9803>
Centro Paula Souza – Fatec Sorocaba/SP
andre.constancio@fatec.sp.gov.br

Orientadora: Prof.^a Me. Ana Carolina Camargo Francisco
<https://orcid.org/0000-0002-1884-3722>
Centro Paula Souza – Fatec Sorocaba /SP
ana.francisco2@fatec.sp.gov.br

Coorientadora: Prof.^a Dra. Maria das Graças J. M. Tomazela
<https://orcid.org/0000-0002-5471-2658>
Centro Paula Souza – Fatec Sorocaba/SP
graca.tomazela@fatec.sp.gov.br

Resumo: Com o crescente avanço e inovação da tecnologia, acompanhado da gradual viabilização do acesso a dispositivos digitais, diversas formas distintas de ensino passaram a integrar ou substituir metodologias tradicionais na educação. No ambiente digital, muitos aplicativos apresentam formas interativas de ensinar os conteúdos normalmente ensinados na sala de aula. Neste sentido, este trabalho teve por objetivo desenvolver uma aplicação web e mobile que auxilie os alunos no aprendizado do algoritmo Simplex, ensinado na disciplina de Programação Linear no curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas na FATEC Sorocaba. O algoritmo é utilizado na resolução de problemas de otimização, normalmente na busca de uma solução ótima para a maximização de lucros ou minimização de custos utilizando o mínimo de recursos possíveis sob um conjunto de restrições específicas, representados por inequações lineares. O embasamento teórico desta pesquisa envolve conceitos de Pesquisa Operacional, Programação Linear, o algoritmo Simplex, Interação Humano Computador, *User Interface* e *User Experience* com foco na didática e usabilidade pedagógica. A pesquisa inicialmente consistiu em avaliar uma ferramenta já existente, anteriormente desenvolvida e disponível aos alunos, para determinar os pontos-chaves passíveis de melhoria, como a arquitetura da informação, a disponibilidade da ferramenta num ambiente WEB e a possibilidade de utilizá-la em vários dispositivos. Em seguida, para o desenvolvimento da aplicação, foi criado um produto mínimo viável, utilizando as linguagens HTML, CSS e JavaScript, então disponibilizado para dispositivos desktop e mobile. A fim de validar a aplicação como produto mínimo viável, avaliar sua usabilidade pedagógica e receber *feedback* por parte dos alunos, foi

aplicado um questionário de usabilidade e avaliação entre todos os usuários da ferramenta.

Abstract: *With constant advancements and innovations in technology, followed by the gradual attainability of digital devices, several ways of teaching have integrated or replaced more traditional methods in education. On the ‘digital world’, several ‘apps’ showcase interactive ways of teaching topics usually taught in a classroom. In this regard, the purpose of this research was to develop a web and mobile application that helps the students on learning the Simplex algorithm, taught in the discipline of Linear Programming, part of the System Analysis and Development course at FATEC Sorocaba. The algorithm is used to solve optimization problems, expressed by linear algebraic inequations, usually to find the optimal solution that maximize income or minimizes costs, within a specific set of restrictions, by using the available resource as less as possible. The theoretical basis of this research surrounds concepts of Operational Research, Linear Programming, the Simplex algorithm, Human-computer Interaction, User Interface and User Experience, focusing on didactics and pedagogical usability. The research, at first, consisted of evaluating an old existing software, currently being used by the students, and determine the key points susceptible of improvement, such as its interface information architecture and both WEB and multi-device availability. Then, for the development of the application, a minimum viable product was developed, using the languages HTML, CSS and JavaScript, which was then made available for desktop and mobile devices. To validate the application as a minimum viable product, evaluate its pedagogical usability and receive feedback from the students, a usability test and a satisfaction survey was applied amongst all users of the tool.*

Palavras-chave: Programação Linear, Simplex, User Experience.

Keywords: Linear Programming, Simplex, User Experience.

1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, a forma pela qual a sociedade adquire conhecimento muda constantemente. Já é incomum o uso de jornais, revistas e livros quando muitos têm acesso a computadores ou *smartphones* capazes de apresentar todo o conteúdo informativo que a internet pode oferecer. Plataformas e ferramentas de estudo oferecem diversos cursos e ensino a distância, permitindo desde o aprendizado de habilidades simples como *hobbies* até formações acadêmicas completas que abrem portas para o mercado de trabalho. Isto ocorre graças a

migração de muitas ferramentas ou *softwares*, antes instalados localmente, computador por computador, para um ambiente *online* compartilhado, onde qualquer usuário pode acessá-los (WELSH, 2018).

Muitas iniciativas de ferramentas *web* para navegadores ou de aplicativos de celulares que buscam ensinar novos tópicos em geral surgem cada vez mais seja no mercado ou em ambientes acadêmicos. Na FATEC Sorocaba, em 2012 foi desenvolvido um software para Windows® que tinha por objetivo auxiliar os alunos da disciplina de Programação Linear (PL) a compreender e aplicar os conceitos ensinados em aula acerca do algoritmo Simplex. Porém, com o tempo a aplicação tornou-se obsoleta e carente de aspectos importantes relacionados a conceitos de Interação Humano-Computador (IHC). Diante dos pontos observados acima, o objetivo deste trabalho, foi utilizar das funcionalidades já encontrados na ferramenta desenvolvida reproduzindo-a em ambiente *web*, aprimorando principalmente sua usabilidade, e seu desempenho como ferramenta prioritariamente educativa.

2. METODOLOGIA

A abordagem de pesquisa utilizada foi a experimental, que consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto (GIL, 2007).

Para o desenvolvimento da ferramenta, foi utilizado o modelo ou metodologia clássica ou ‘cascata’ para desenvolvimento de softwares.

Após os testes unitários e de integração, a aplicação foi submetida a uma avaliação por parte dos usuários, sendo esta avaliação uma adaptação do questionário proposto por Reitz (2011) que, por sua vez, considera questões de distintos questionários de usabilidade e pedagogia elaborados por Nokelainen (2006) e Ssemugabi (2007) e conceitos das 10 heurísticas de usabilidade propostas por Jakob Nielsen (1994). As categorias consideradas para as questões do questionário foram usabilidade geral da interface, a usabilidade técnica e pedagógica específica para *websites* e a usabilidade pedagógica geral. A avaliação foi composta por um questionário de usabilidade objetivo, composta de 21 questões, e uma avaliação subjetiva simples. O questionário foi organizado

em um formulário de múltipla escolha, onde as questões puderam ser respondidas sob uma métrica baseada na escala de Likert, que consiste em adotar pesos a diferentes diferenciais semânticos (RUBIN; CHISNELL, 2008).

3. DESENVOLVIMENTO

O Algoritmo Simplex é utilizado na resolução de problemas de PL, e sua aplicação consiste na busca da melhor solução para problemas que possam ser expressos por modelos representados por inequações lineares (CARDOSO, 2011). Um problema padrão de PL normalmente consiste em uma solução ótima para a maximização de lucros ou minimização de custos utilizando o mínimo de recursos possíveis sob um conjunto de restrições específicas. É um procedimento sistemático iterativo, onde em cada uma das iterações é encontrada uma solução viável e caso esta seja ótima, cessam-se as iterações (HILLIER; LIEBERMAN, 2006). O método é estruturado em etapas, cada uma com critérios específicos de decisão, de forma que a cada iteração, a solução obtida seja melhor que a anterior.

Por meio da análise dos requisitos, foi identificado que a ferramenta poderia ser feita considerando-se apenas um caso de uso, no qual ao utilizar a aplicação o aluno pudesse tanto ler a descrição teórica de cada um dos passos do algoritmo, quanto resolver propriamente um problema. A ferramenta anteriormente desenvolvida já apresentava uma estrutura que seguia esta organização semelhante a uma apresentação de slides, onde o aluno poderia livremente ir e voltar entre os passos dentro das etapas do cálculo. Os pontos passíveis de melhoria analisados foram, inicialmente: a disponibilidade da ferramenta, que deveria ser atualizada para plataformas *web* e *mobile* uma vez que a ferramenta original era exclusivamente compatível com os sistemas Windows®, sua usabilidade e apresentação em geral.

No aspecto da usabilidade e experiência do usuário em geral, adotou-se uma visão de produto à aplicação, para que a conclusão de seu projeto não se desse também em aspectos de entrega, uso e experiência dos alunos para com a ferramenta. Diante disso o design da aplicação foi desenvolvido a fim de permitir o uso da mesma ferramenta tanto em dispositivos *desktop*, quanto para dispositivos *mobile*. Uma vez desenvolvido um produto mínimo viável, validado

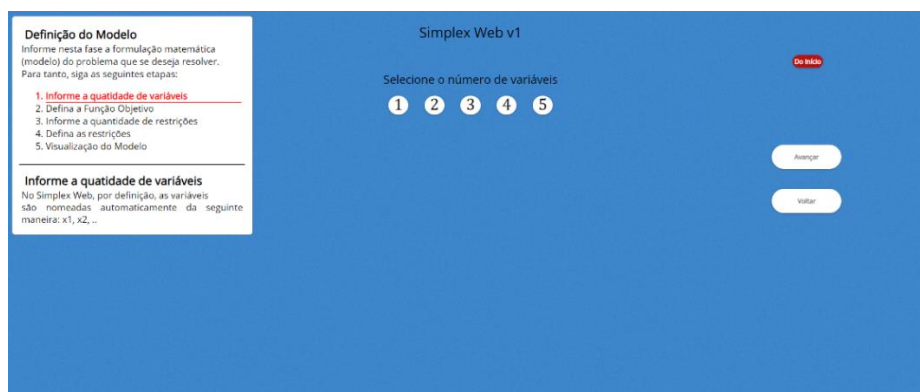
por meio de testes unitários e de integração, a próxima etapa foi avaliar sua usabilidade e a experiência dos alunos por meio do uso da ferramenta e a aplicação de um teste e questionário.

Considerando que a forma de avaliação da ferramenta foi por meio de um questionário, foram considerados conceitos de técnicas de avaliações prospectivas, que consistem em pesquisar as opiniões objetivas dos usuários, após o uso de um sistema, por meio da aplicação de questionários ou por meio de entrevistas, a fim de avaliar sua satisfação e experiência em relação ao uso (ABREU, 2010).

4. RESULTADOS OBTIDOS

A ferramenta foi dividida em três telas principais, indicadas pelas figuras 1 a 3, nas quais a primeira tela, figura 1, “Definição do Modelo”, apresenta cinco passos iniciais para a definição do modelo do problema:

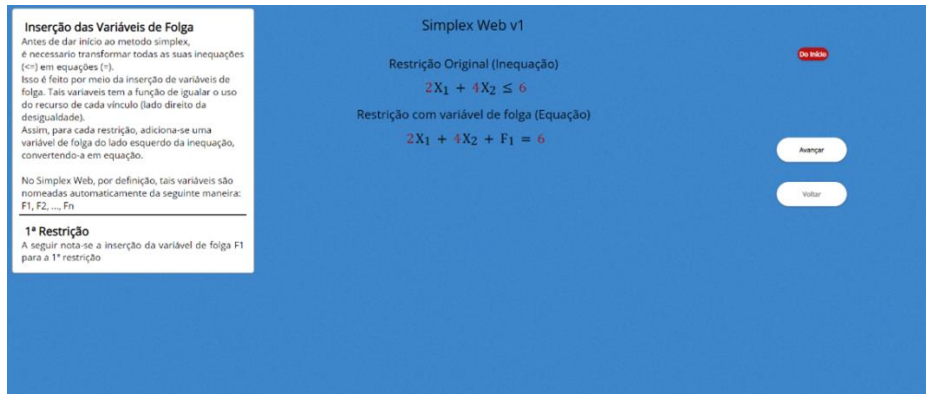
Figura 1 – Definição do Modelo – (Desktop).



Fonte: Próprio autor.

A tela seguinte, figura 2, “Inserção das Variáveis de Folga”, apresenta um passo para cada restrição definida:

Figura 2 – Inserção das Variáveis de Folga – (*Desktop*).



Inserção das Variáveis de Folga
Antes de dar início ao método simplex, é necessário transformar todas as suas inequações (<math>($=$) em equações ($=$). Isso é feito por meio da inserção de variáveis de folga. Tais variáveis tem a função de igualar o uso do recurso de cada vínculo (lado direito da desigualdade). Assim, para cada restrição, adiciona-se uma variável de folga do lado esquerdo da inequação, convertendo-a em equação.

No Simplex Web, por definição, tais variáveis são nomeadas automaticamente da seguinte maneira: F1, F2, ..., Fn

1ª Restrição
A seguir nota-se a inserção da variável de folga F1 para a 1ª restrição

Simplex Web v1

Restrição Original (Inequação)
$$2X_1 + 4X_2 \leq 6$$

Restrição com variável de folga (Equação)
$$2X_1 + 4X_2 + F_1 = 6$$

Do Webto

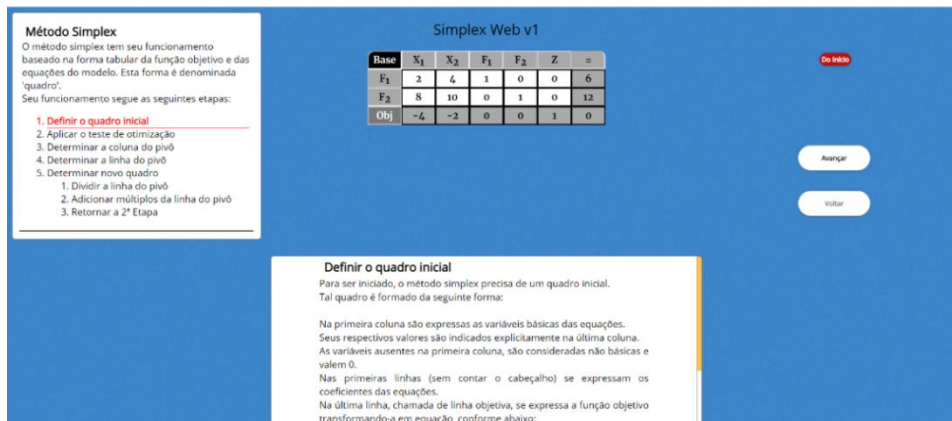
Avançar

Voltar

Fonte: Próprio autor.

Ao fim, indicadas pela figura 3, são demonstradas todas as iterações do algoritmo por meio dos cinco passos na aplicação do método Simplex.

Figura 3 – Método Simplex – (*Desktop*).



Método Simplex
O método simplex tem seu funcionamento baseado na forma tabular da função objetivo e das equações do modelo. Esta forma é denominada 'quadro'. Seu funcionamento segue as seguintes etapas:

1. Definir o quadro inicial
2. Aplicar o teste de otimização
3. Determinar a coluna do pivô
4. Determinar a linha do pivô
5. Determinar novo quadro
 1. Dividir a linha do pivô
 2. Adicionar múltiplos da linha do pivô
 3. Retornar a 2ª Etapa

Simplex Web v1

Base	X ₁	X ₂	F ₁	F ₂	Z	=
F ₁	2	4	1	0	0	6
F ₂	8	10	0	1	0	12
Obj	-4	-2	0	0	1	0

Do Webto

Avançar

Voltar

Definir o quadro inicial
Para ser iniciado, o método simplex precisa de um quadro inicial. Tal quadro é formado da seguinte forma:

Na primeira coluna são expressas as variáveis básicas das equações. Seus respectivos valores são indicados explicitamente na última coluna. As variáveis ausentes na primeira coluna, são consideradas não básicas e valem 0.

Nas primeiras linhas (sem contar o cabeçalho) se expressam os coeficientes das equações.

Na última linha, chamada de linha objetiva, se expressa a função objetivo transformando-a em equação, conforme abaixo:

Fonte: Próprio autor.

O resultado do questionário contou com a avaliação de 14 alunos, que poderiam avaliar as questões com nota de 0 a 5. Foram divididas as questões estritamente relacionadas a um tipo de dispositivo específico, devido a distinção das interfaces. Neste sentido, os 4 alunos que avaliaram a “Usabilidade Geral” em dispositivos *desktop* somaram 17,14 pontos, em porcentagem, 17,14/20. Os outros 10 alunos que avaliaram a interface *mobile* para a mesma categoria somaram 39,69 pontos, em porcentagem, 39,69/50. Considerando todos os 14 alunos, as demais categorias “Usabilidade técnica e Pedagógica Específica para Websites” e “Usabilidade Pedagógica” somaram respectivamente 53,33 e 42,61 pontos, em porcentagem, 53,33/70 e 42,61/70.

Tabela 1 – Média de Pontuação por Categoria.

Média de Pontuação por Categoria			
Usabilidade Geral da Interface		Usabilidade técnica e pedagógica específicas à websites	Usabilidade pedagógica
<i>Desktop</i>	<i>Mobile</i>	53,33	42,61
17,14	39,69		

Fonte: Próprio autor.

A partir das respostas da avaliação foi verificado que a maioria dos participantes avaliaram positivamente a ferramenta, descrevendo-a como “útil” (20%), “funcional” (20%) ou “boa/excelente” (50%).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho que aqui se apresenta buscou desenvolver uma ferramenta educativa para a resolução de problemas padrões de Programação Linear, pela aplicação do método Simplex, levando em consideração a aplicação de um teste de usabilidade e avaliação para avaliação e validação da proposta de solução entregue.

Foi reconhecida a importância da constante avaliação e apresentação da ferramenta e observou-se que há uma tendência maior, da parte do desenvolvedor, em preocupar-se mais com o simples funcionamento do programa do que com seu resultado, e se este atende o problema que a solução desenvolvida se propôs a resolver inicialmente.

O *feedback*, proveniente dos alunos, não só por meio de questionário, mas também pessoalmente, foi muito importante para verificar pontos relevantes nos quais a ferramenta ainda poderia ser melhorada. Os comentários também permitiram identificar pontos fortes da ferramenta e como esta logrou ser integrada com o conteúdo da disciplina.

REFERÊNCIAS

ABREU, Ana Célia Bastos de. **Avaliação de usabilidade em softwares educativos**. Fortaleza, CE: UECE, 2010.

Disponível em:
<http://www.uece.br/mpcomp/index.php/arquivos/doc_download/231-dissertacao-72-avaliacao-de-usabilidade-em-softwares-educativos>

Acesso em 15 out. 2019.

CARDOSO, Andréa. **Fundamentos da PESQUISA OPERACIONAL**. Minas Gerais: Unifal, 2011. Disponível em

<<https://www.yumpu.com/pt/document/view/12628711/fundamentos-da-pesquisa-operacional>> Acesso em: 02 jun. 2019

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 8. ed. São Paulo: Mcgraw-hill Interamericana do Brasil Ltda., 2006.

NIELSEN, JAKOB. **Ten Usability Heuristics**. 1994. Disponível em
<<http://courses.ischool.utexas.edu/rbias/2014/Spring/INF385P/files/10%20Usability%20Heuristics%20for%20User%20Interface%20Design.docx>>, acesso em 26 out. 2019.

NOKELAINEN, Petri. **“An emprical assessment of pedagogical usability criteria for digital learning material with elementary school students”**. Educational Technology & Society, v.9 (2), p. 178 – 197, 2006. Disponível em<
<https://pdfs.semanticscholar.org/ea96/b628f440642d72026c14710a67ccd06f41f1.pdf> >
Acesso em: 16 out. de 2019.

RUBIN, Jeff, CHISNELL, Dana. **Handbook of Usability Testing** - How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests. Second Edition. Wiley Publishing, Inc., 2008 Disponível em:<<http://ccftp.scu.edu.cn:8090/Download/efa2417b-08ba-438a-b814-92db3dde0eb6.pdf>> Acesso em: 26 out. 2019.

REITZ, Doris Simone et al. **Avaliação da Usabilidade Técnica e Pedagógica no Desempenho de Alunos em E-Learning**. Cadernos de Informática, Rio Grande do Sul, v. 6, n. 1, p.125-132, 2011. Disponível em:<<https://pdfs.semanticscholar.org/14eb/70be391d12c68a23ac23e019745381d166e1.pdf>> Acesso em 15 Out. 2019.

SSEMUGABI, Samuel; VILLIERS, Ruth de. **A comparative study of two usability evaluation methods using a web-based e-learning application**. In: SAICSIT, 07., 2007, Port Elizabeth, Africa do Sul. New York, Ny, Usa: Acm, 2007. p. 132 - 142. Disponível em:<<http://uir.unisa.ac.za/handle/10500/13200>> Acesso em: 15 out. 2019.

WELSH, Albina. **How internet affected the modern educational process**. Education Beyond Borders, 2018. Disponível em:
<<http://www.educationbeyondborders.org/profiles/blogs/how-internet-affected-the-modern-educational-process>> Acesso em: 15 Out. 2019.