

Simulador de Vistas Ortográficas para apoio pedagógico
Proposal of Orthographic Views Simulator for pedagogical support

Júlio C. P. Pires, Luana M. da Silva, Pablo C. Dallagnol

Vistas ortográficas, simulador paramétrico, desenho técnico

O ensino de Desenho Técnico, como suporte ao desenvolvimento de projetos, pode incluir novas ferramentas para melhorar o desempenho no processo de ensino/aprendizagem. Tornar tal conteúdo mais significativo é um dos desafios que professores encontram nessa área, pois a necessidade de entender como objetos tridimensionais se apresentam no espaço, bem como sua representação pictórica técnica, incluem processos de abstração que nem sempre ficam claros para os alunos. A partir dessa premissa, o presente artigo apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta computacional para auxiliar no ensino das Projeções Ortográficas em cursos de graduação. Foi implementado um aplicativo *web-based* composto de três versões: modelo simples para manipulação geométrica, modelo para interação em sala de aula e modelo para interação direto na interface, tipo *game*. O Aplicativo foi escrito em JavaScript, CSS e HTML, o que facilita sua utilização direta em navegadores de internet. Testes de funcionamento e de aplicabilidade foram conduzidos. Os resultados mostraram que em relação aos testes de funcionamento, o aplicativo apresentava inicialmente algumas falhas que foram sendo corrigidas até a versão atual. Em relação à utilização prática, o aplicativo foi usado em uma aula de projeções ortográficas na UFSM-CS. Os alunos interagiram com a versão de trabalho em sala de aula, projetando as vistas na lousa e construindo desenhos por cima da projeção. Apesar de ainda não se dispor de avaliações de uso do aplicativo com métricas qualitativas, considera-se que o primeiro objetivo foi alcançado.

Orthographic views, parametric simulator, technical drawing

The teaching of Technical Drawing, as support for the development of design, may include new tools to improve performance in the teaching / learning process. The teachers faces to make such content more meaningful as a challenge in that area, since the need to understand how three-dimensional objects appear in space, as well as their pictorial technical representation, include processes of abstraction that are not always clear to students. From this, the article presents the development of a computational tool to aid in the orthographic projections learning process in undergraduate courses. A web-based application composed of three versions was implemented as follows: simple model for geometric manipulation, model for classroom interaction and model for direct interface interaction (game type). The application was programed in JavaScript, CSS and HTML, which facilitates its direct use in Internet browsers. Functional and applicability tests were conducted. The results showed that in relation to the functional tests, the application initially presented some failures that were being fixed until the current version. Regarding the practical use, the application was used in an orthographic projection class at UFSM-CS. The students interacted with the working version in the classroom, projecting the views on the blackboard and building drawings over the projection. Although it do not yet have use assessments of the application with qualitative metrics, it is considered that the first objective was reached.

1 Introdução

A representação de artefatos ou edificações, seja de maneira técnica através de regras e normas, seja de maneira mais livre no formato de croqui, sempre será necessária para o entendimento e para execução ou construção. Dessa maneira o desenho técnico deve ser observado como a principal maneira de transferir a parte mental do projeto para execução do mesmo.

Nos cursos de graduação que contam com disciplinas de projeto, a parte gráfica normalmente encontra-se nos semestres iniciais, pois serve como uma base de conhecimento, instrumentalizando alunos e capacitando-os a propor diretrizes e respostas de projetos de maneira gráfica.

Anais do 9º CIDI e 9º CONGICLuciane Maria Fadel, Carla Spinillo, Anderson Horta,
Cristina Portugal (orgs.)**Sociedade Brasileira de Design da Informação – SBDI**

Belo Horizonte | Brasil | 2019

ISBN 978-85-212-1728-2

Proceedings of the 9th CIDI and 9th CONGICLuciane Maria Fadel, Carla Spinillo, Anderson Horta,
Cristina Portugal (orgs.)**Sociedade Brasileira de Design da Informação – SBDI**

Belo Horizonte | Brazil | 2019

ISBN 978-85-212-1728-2

As principais convenções de desenho técnico adotadas no Brasil são a ABNT NBR 6492 (Representação de projetos de arquitetura) e ABNT NBR 10067 (Princípios gerais de desenho técnico), entre outras. As representações em projetos normalmente dependem do tipo de projeto. Em projetos de arquitetura usam-se representações planas em 2d para plantas baixas, cortes, fachadas e outras projeções. Em projetos de engenharia normalmente usam-se, mais para peças e artefatos, as vistas ortográficas e a perspectiva axonométrica isométrica. Deve-se sempre evidenciar também que esses tipos de representação não se configuram as únicas formas de retratar projetos.

O ensino de Desenho Técnico e Geometria Descritiva está presente nos currículos dos cursos já referidos. Dentre os conteúdos abordados nessas disciplinas estão as projeções ortográficas. Através de descrição gráfica de objetos/artefatos/edificações em suas vistas ortogonais, bem como plantas e perspectivas, torna-se possível sua execução. No caso das Projeções ou Vistas Ortográficas, usam-se, no Brasil, o primeiro diedro.

No entanto, segundo Teixeira e Santos (2013), há quem considere que os avanços e desenvolvimento dos sistemas CAD (Computer Aided Design) podem substituir conhecimentos de teorias de sistemas gráficos e raciocínio espacial para projetar em 3D.

Dificuldades de projetar, limitações e até erros de projetos podem estar associados à sua representação ou forma de representar. As maneiras tradicionais de ensino de projeções ortográficas têm um nível de eficiência adequado, porém não para todos os alunos. Algumas deficiências de entendimento, principalmente a falta de entendimento tridimensional, podem afetar o desempenho de alguns. Dessa maneira entende-se que há um problema delimitado e que é possível minimizá-lo com a produção de um aplicativo, pois resolução de problema com tecnologia computacional consiste em um processo complexo de descrever um problema e desenvolver um programa de computador para resolver este problema (AGUILAR, 2008).

O presente artigo apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta computacional, baseando-se em design da informação, para interferir nesse processo de aprendizagem, suprimindo a falta de maior interação com elementos de representação técnica caracterizados como significativos no processo de ensino-aprendizagem das projeções ortográficas. Design da informação, segundo Horn (1999), é a arte e a ciência de preparação da informação, possibilitando seu uso pelo homem. A ferramenta de auxílio ao ensino de projeções ortográficas foi utilizada em algumas aulas do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Maria no primeiro semestre de 2019.

2 Desenvolvimento do aplicativo

As Vistas ou Projeções Ortográficas podem ser estudadas a partir de abordagens mais interativas. Uma vez que o conteúdo passe a ser mais atrativo e significativo, sua apreensão pode ser feita de maneira mais eficiente.

A partir dessa constatação iniciou-se o desenvolvimento de um aplicativo com algumas características específicas. Os principais requisitos levados em conta nessa etapa do processo foram:

- Aplicativo *web-based*: funcionar em qualquer browser, tornando-se inclusive ubíquo;
- Ter características informativas e didáticas;
- Leveza: não levar em conta framework, banco de dados, bibliotecas ou compilações;
- Intuitivo: facilidade de aprender a usar;
- Interface mínima: máxima funcionalidade com mínimo de elementos;
- Flexível: permitir uso em PC e com projeções em sala de aula;
- Uso de linguagem de programação simples: JavaScript, CSS e HTML.

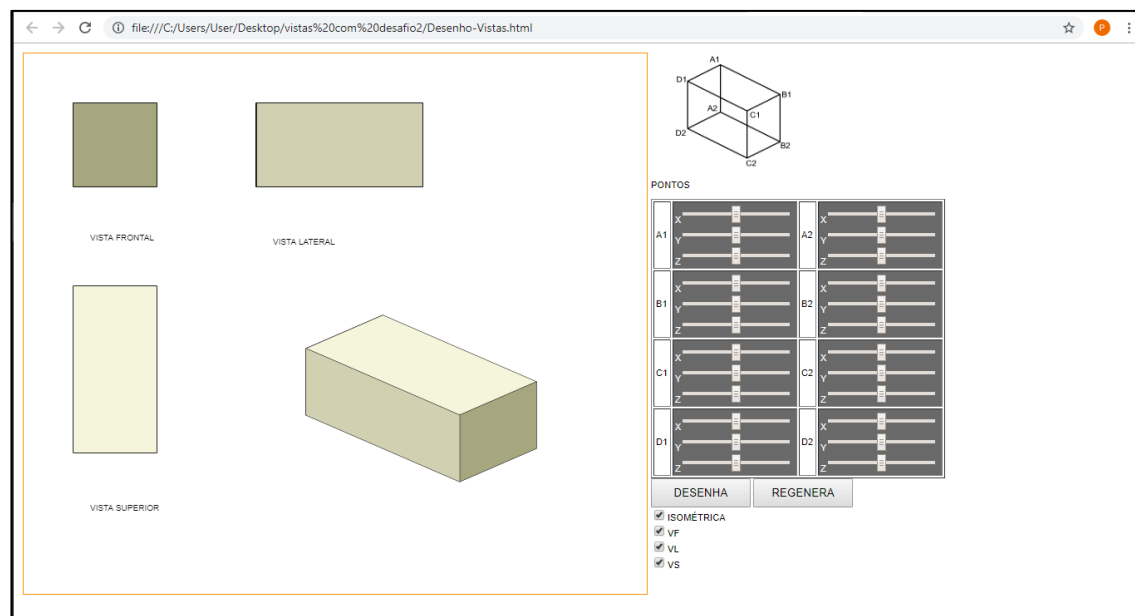
Após elencar essas características pretendidas, o aplicativo começou a ser produzido inicialmente pela interface. Para esse processo utilizou-se o software Notepad++.

A interface

A simplicidade pretendida para a interface pode traduzir-se em um *lay-out* mais limpo, com poucos elementos. Somente o necessário. Assim buscou-se distanciar a visão inicial do usuário de um aplicativo composto por muitas possibilidades ou recursos. Essa estratégia teve como objetivo encorajar usuários ao invés de inibir, atribuindo característica de intuição já no primeiro uso.

A primeira versão da interface é apresentada na figura 1.

Figura 1: primeira versão da interface



A interface apresenta um retângulo (canvas) à esquerda e outros elementos à direita. O canvas é um elemento da linguagem HTML onde pode-se construir gráficos com linhas, retângulos, polígonos, círculos entre outros. Pode-se também inserir textos, cores, texturas, transparências e etc. Todas as características dos elementos no canvas podem ser controladas por *scripts* escritos em JavaScript.

JavaScript foi a principal linguagem de programação utilizada neste aplicativo, porém, como serviu mais para criar a lógica de funcionamento do programa, a mesma será descrita no próximo subtítulo deste artigo.

No retângulo do canvas foram desenhadas as Projeções Ortográficas, no primeiro diedro, de um sólido no formato de paralelepípedo. Além disso foi desenhada uma perspectiva isométrica do mesmo sólido. Todos os pontos dos vértices do sólido foram parametrizados entre as vistas e a perspectiva, de modo que se um vértice é modificado, tal modificação se refletirá em todos os desenhos.

O elemento canvas do HTML conta com um contexto 2D, ou seja, tem intrínseco um sistema cartesiano de coordenadas (eixo X e eixo Y), sendo sua origem no canto superior direito. Isso possibilita desenhar por coordenadas, entretanto o desenho tridimensional, de certa forma, fica inviabilizado pela falta da coordenada Z. Por esse motivo foi implementado um método para emular esta coordenada e tornar possível o desenho da isométrica. Tal método também será descrito no próximo subtítulo.

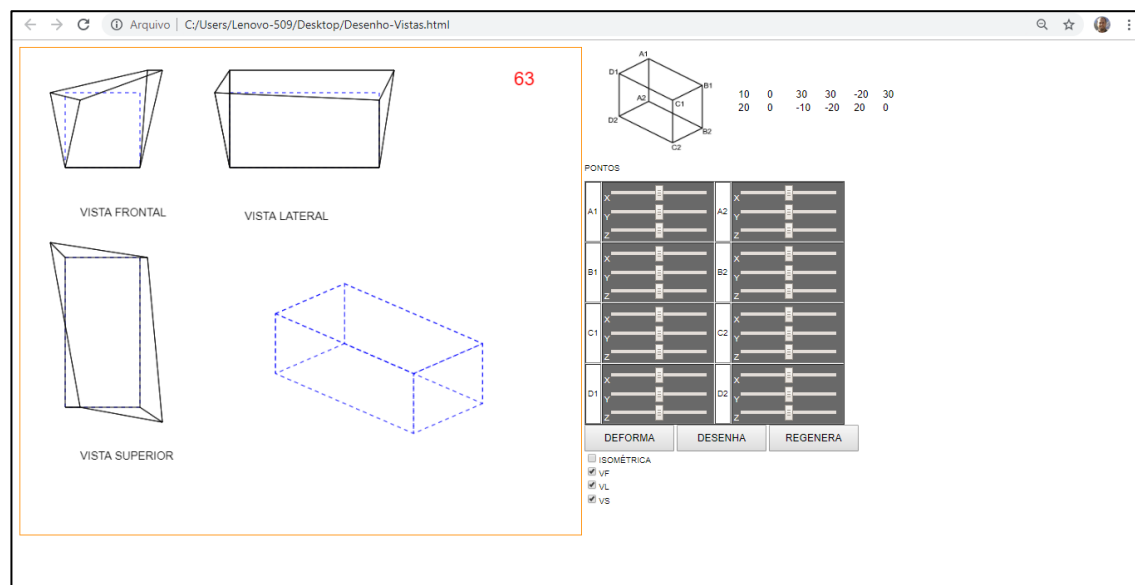
Ainda neste *lay-out*, ao lado do canvas foram inseridos uma série de ranges (controles deslizantes) para manipular os vértices da geometria desenhada, nos três eixos (X, Y e Z). Foi

também inserida uma figura onde aparecem os nomes dos pontos (vértices) correspondentes aos nomes dos ranges. Assim pode-se associar os nomes aos vértices e saber qual será manipulado.

Abaixo do conjunto de ranges (três para cada vértice) foram projetados dois botões e alguns *inputs* do tipo *checkbox*. Um botão inicia o desenho e o outro regenera, limpando o canvas para um novo desenho. Os *checkbox* ativam ou desativam a visualização dos desenhos no canvas. A interatividade do aplicativo, bem como seu potencial pedagógico depende dessa funcionalidade.

Alguns testes foram realizados com a primeira versão do aplicativo. Uma atualização foi feita para corrigir alguns problemas e melhorar alguns aspectos. A figura 2 mostra a segunda versão.

Figura 2: segunda versão do lay-out

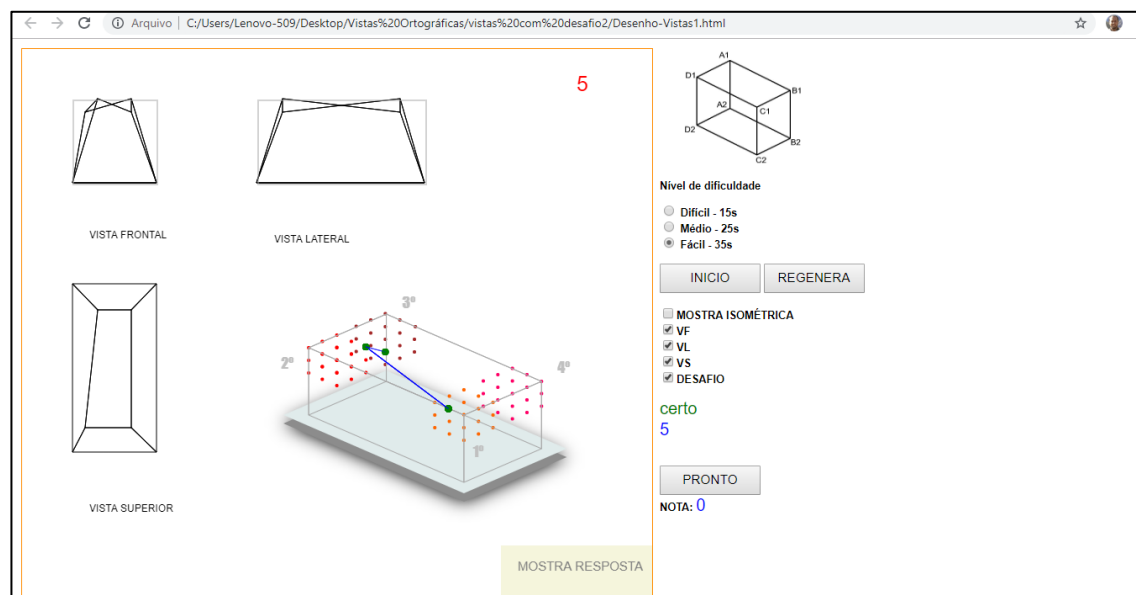


Na segunda versão pode-se ver que foi acrescentada uma funcionalidade. Foi implementado um código para criar aleatoriamente uma geometria distorcida em relação ao paralelepípedo original. Essa figura é criada a partir do click no botão “DEFORMA” que gera aleatoriamente o deslocamento dos pontos superiores (A1, B1, C1 e D1 na figura 2) em seus três eixos (x, y e z).

Esta funcionalidade permite que usuários exercitem conhecimentos de desenho técnico ao esconder uma das vistas ortográficas ou a própria isométrica. Ao ativar o *checkbox* o usuário pode ver o resultado da geometria ou escondê-lo. A interatividade do exercício e a repetição sempre com geometrias diferentes pode melhorar a percepção acerca dos sólidos estudados, mesmo que estes façam parte de peças reais ou mais complexas.

Por fim, foi implementada uma terceira versão similar à segunda, mas com funcionalidade diferente. Essa terceira versão (fig. 3) conta com uma interatividade através de click direto no canvas, como um jogo de computador.

Figura 3: terceira versão do lay-out



Nessa versão o usuário pode escolher o nível do desafio com as opções: fácil, médio ou difícil. Essa dificuldade é apenas em relação ao tempo disponível para realização da tarefa, que consiste em desenhar na perspectiva isométrica os pontos gerados aleatoriamente após o click em “INICIO”. Ao escolher e clicar nos pontos, o usuário verá uma linha azul sendo desenhada através dos pontos da poligonal que forma a face superior do paralelepípedo. Se conseguir finalizar corretamente antes do fim do tempo estipulado, o usuário pode clicar em “PRONTO” e saber qual sua nota. Se o usuário não finalizar a tarefa antes do tempo estipulado, ao final deste tempo aparecerá um retângulo vermelho ao redor do canvas e a resposta do exercício aparecerá automaticamente indicando como deveriam ser escolhidos os pontos.

Essa versão, assim como as anteriores, poderia ser disponibilizada para ser usada individualmente por qualquer pessoa com acesso à internet, uma vez que o aplicativo funciona em programas *browser*. Por esse motivo optou-se por reunir as versões do aplicativo em uma única interface composta por abas (figura 4).

Figura 4: interface atual do aplicativo



Na figura 4 pode-se ver um *lay-out* com o mínimo de complexidade e o máximo de informações para facilitar o uso, já que segundo Nielsen (2007), a boa usabilidade de um sistema está associada à facilidade de uso, eficiência, satisfação do usuário, baixa taxa de erro e boa ergonomia. Para Preece, Rogers e Sharp (2005), usabilidade é o fator que assegura que os produtos são fáceis de usar, eficientes e agradáveis, da perspectiva do usuário.

No sistema proposto foi projetado um cabeçalho com logotipo da instituição e um título. Logo abaixo foram dispostas as abas para o usuário interagir alternando para o local de sua escolha. O aplicativo inicia sempre na primeira aba, de introdução, onde é explicado do que se trata o aplicativo. A segunda aba contém instruções de como utilizar o aplicativo. As próximas três abas contêm as versões do aplicativo. A primeira apenas para manipulação dos ranges e visualização da deformação do sólido. A segunda versão conta com a possibilidade de interação, principalmente para uso em sala de aula com desenho na lousa branca. A terceira é o desafio tipo jogo onde o usuário pode interagir clicando diretamente no canvas para desenhar a face superior do sólido, gerado aleatoriamente.

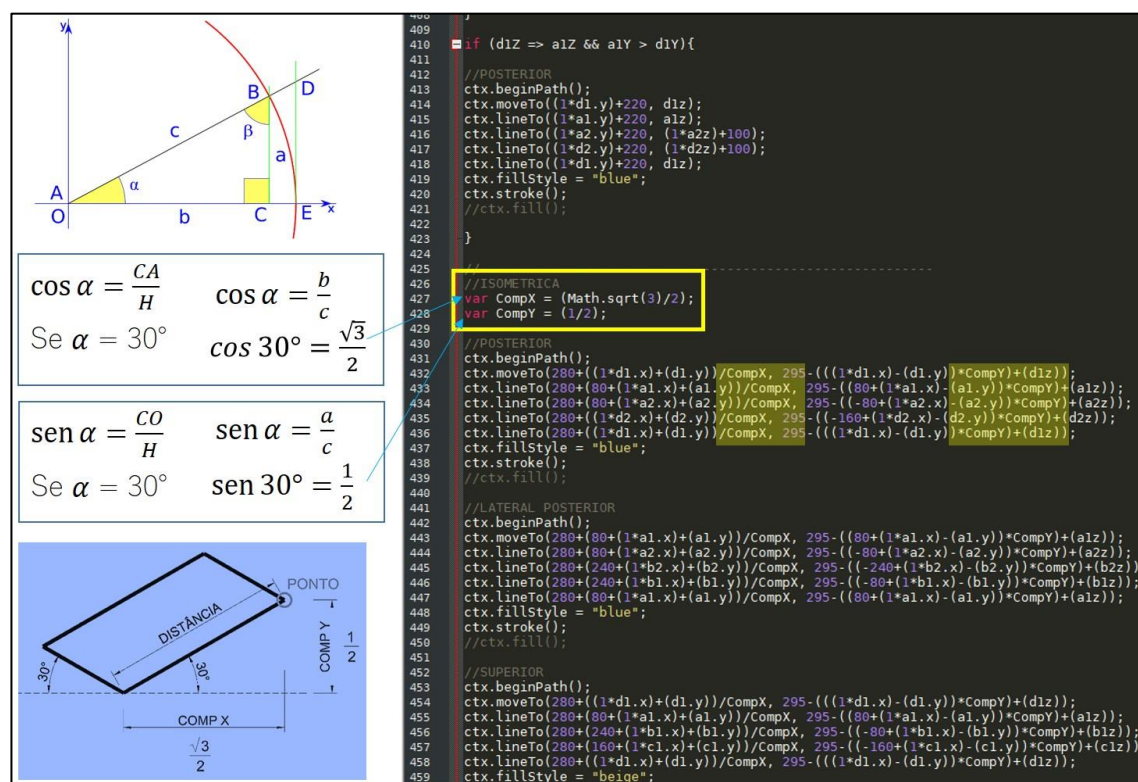
Lógica e programação

A parte lógica do aplicativo foi desenvolvida em linguagem JavaScript pela facilidade e adequação à aplicações *web-based*. Foram criados os elementos da interface em HTML e vinculados com a parte em JavaScript por nomes e IDs (identificadores).

Cada ponto de coordenada cartesiana conta com um conjunto de três variáveis constituindo os eixos x, y e z. Após a criação das variáveis, os desenhos foram implementados no canvas HTML e suas variáveis vinculadas principalmente aos *inputs* do tipo *ranges* na interface para permitir sua manipulação pelo usuário.

O elemento canvas HTML puro, como dito anteriormente, não conta com a coordenada z (eixo vertical para contexto tridimensional). Por isso foi implementado uma lógica usando-se trigonometria para emular esse eixo z (figura 5).

Figura 5: eixo z emulado por trigonometria



Na construção da perspectiva axonométrica isométrica usa-se o ângulo de 30 graus para arestas horizontais (para os dois lados) conforme visto na parte destacada em cor azul na figura 5. O desenho dessas linhas inclinadas deve ser feito com coordenadas X e Y no canvas HTML. Nesse caso criou-se duas componentes chamadas COMP X e COMP Y. Essas componentes são derivadas da lógica trigonométrica do triângulo retângulo. A figura 5 apresenta os desdobramentos até onde encontra-se os valores das componentes: $\frac{\sqrt{3}}{2}$ para a componente x e $\frac{1}{2}$ para a componente y. Assim torna-se possível inserir esse valor das componentes como variáveis no código JavaScript e encontrar os pontos cartesianos para qualquer tipo de linha em isométrica pretendida. A parte do código na figura 5 destacado com retângulo amarelo mostra essa aplicação.

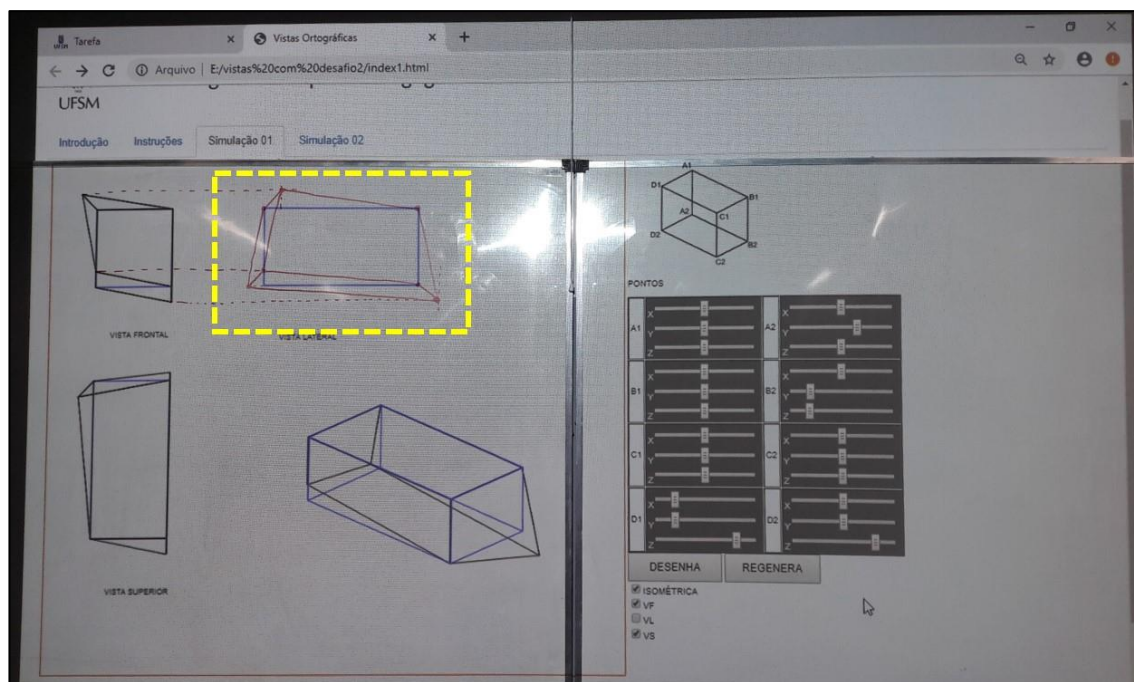
Além dessa manipulação de dados para desenhar em 3D, outros loops, condições e operações foram realizadas, principalmente na parte do aplicativo com desafio tipo jogo.

Após a conclusão da versão alfa do aplicativo, o mesmo passou por dois testes de uso.

3 Testes e uso

Os resultados da interface já mostrado nas figuras 1, 2, 3 e 4 e da lógica de funcionamento do aplicativo passaram por testes de utilização em dois níveis: primeiro pelos autores do aplicativo, onde foram submetidos ao uso em todas as possibilidades definidas no algoritmo, exceto aquelas relativas à deformação aleatória da geometria; segundo por alunos do terceiro semestre do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Maria, campus Cachoeira do Sul. O segundo teste se deu através da projeção do aplicativo na lousa (branca) permitindo que os alunos desenhassem por cima da projeção, tentando construir a vista com o *checkbox* desligado (figura 6).

Figura 6: projeção do aplicativo na lousa e execução de desenho



Na figura 6 notam-se as linhas de construção (tracejadas em vermelho) que foram desenhadas como auxiliares na construção da vista lateral da geometria. Assim que a aluna finalizou o desenho na lousa, o *checkbox* da vista lateral foi ligado o pôde-se ver o resultado, comparando-o com o desenho da aluna. Considera-se que nesta etapa é que se dá a maior

influência do aplicativo no processo de ensino/aprendizagem desta parte da disciplina. Os alunos interagem com o desenho na lousa e visualizam logo em seguida se sua construção da vista ou da perspectiva está correto. A facilidade de correção da construção a partir de um click para tornar visível uma vista é outro fator relevante que ajuda no processo pedagógico da ferramenta.

Uma sequência de uso do aplicativo deve ser promovida para consolidar a fase de testes. Também nota-se necessária a criação de critérios e métricas de avaliação, configurando-se assim um processo de validação da ferramenta.

Entretanto isso será realizado em uma próxima etapa utilizando-o como ferramenta de ensino inserida em disciplinas de desenho técnico para engenharia mecânica, agrícola e de transporte e logística e disciplinas do curso de arquitetura, todos da UFSM Cachoeira do Sul.

3 Conclusões

Representação de objetos tridimensionais no plano pictórico é uma tarefa incluída no processo de desenvolvimento de produtos, na fase de projeto. Essa disciplina está nos currículos de cursos de nível superior como engenharias, arquitetura, design, entre outras, onde desenvolvem-se projetos técnicos. O ensino de projeções ortográficas oferece desafios que, entre outros, envolvem aumentar a interatividade dos alunos com o conteúdo estudado assim como tornar este conteúdo mais significativo para melhor entendimento.

A partir dessa constatação desenvolveu-se uma ferramenta para suprir tais necessidades. A ferramenta consiste em um aplicativo *web-based* interativo com intuito de melhorar a relação de conhecimento e entendimento dos artefatos tridimensionais e como sua representação técnica se dá.

O aplicativo foi projetado e desenvolvido. As linguagens utilizadas foram HTML, JavaScript e CSS e foram, inicialmente, consideradas adequadas para esse tipo de aplicação, principalmente por ser a linguagem bastante compatível para aplicativos *web-based*. Com a primeira versão pronta, iniciaram-se a realização de alguns testes com intuito de encontrar e corrigir erros.

Após estes testes, foi implementado o segundo teste, de utilização. Neste teste o aplicativo foi utilizado em sala de aula com o professor explicando seu funcionamento e, posteriormente, alguns alunos utilizando.

Considera-se que o aplicativo se comportou de maneira adequada nos primeiros testes, uma vez que serviram apenas para correções e adequações. Em relação ao teste de uso, considera-se também que o aplicativo atingiu seu primeiro objetivo, de inserir-se no processo de ensino de projeções ortográficas. Ainda que sem resultados qualitativos ou com avaliações considerando interação com o aplicativo e sem interação.

Agradecimento

Os autores agradecem à UFSM pelo apoio financeiro mediante bolsa FIPE ARD 2019.

Referências

- Aguilar, L. J. (2008). *Fundamentos de Programação-: Algoritmos, estruturas de dados e objetos*. AMGH Editora.
- Horn, R. E. (1999). Information design: Emergence of a new profession. *Information design*, 2.
- NBR, A. (1994). 6492. Representação de projetos de arquitetura. Rio de Janeiro.

- NBR, A. (1995). 10067. Princípios Gerais de representação em desenho técnico. Rio de Janeiro.
- Nielsen, J., & Loranger, H. (2007). *Usabilidade na web*. Elsevier Brasil.
- Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2005). *Design de interação*. Bookma.
- Teixeira, F. G., & dos Santos, S. L. (2013). HyperCAL3D, uma ferramenta computacional para o apoio do processo de ensino-aprendizagem de geometria descritiva. *Design e Tecnologia*, 3(06), 20-32.

Sobre os autores

Júlio C. P. Pires, Dr, UFSM, Brasil <julio.pires@ufsm.br>

Luana M. da Silva, Acad. Arquitetura, UFSM, Brasil <luanam1990@gmail.com>

Pablo C. Dallagnol, Acad. Arquitetura, UFSM, Brasil <dallagnol97@gmail.com>