



AMBIENTE VIRTUAL PARA APRENDIZAGEM DA REPRESENTAÇÃO EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO

Alexandre Müller

Leticia Diesel

UNISC - Universidade de Santa Cruz do Sul, Departamento de Engenharia,
Arquitetura e Ciências Agrárias.
alexandrem@unisc.br, ldiesel@unisc.br

RESUMO

Ambientes virtuais de aprendizagem vêm sendo desenvolvidos para o ensino de disciplinas na área gráfica como forma de estimular e auxiliar os estudantes de Arquitetura e Engenharia Civil. Neste contexto, neste trabalho busca-se desenvolver um módulo básico de ambiente virtual com exemplos de aplicações práticas da representação gráfica em projetos na construção civil, direcionado para estudantes de Geometria Descritiva e Desenho Técnico I. Além disso, busca-se desenvolver um módulo avançado para aprendizagem da representação em projetos na construção civil enfatizando aspectos da projeção ortogonal e símbolos, além de considerações gerais de projeto, direcionado para estudantes de disciplinas de Desenho Técnico Aplicado e de Projeto. No estágio atual do trabalho foram estruturadas telas do ambiente em formato html que conduzem a opções dos módulos básico e avançado, conforme o interesse do aluno. No módulo básico têm-se as opções de acessar considerações teóricas sobre o sistema de projeção ortogonal ou ainda aplicações do sistema em projetos de edificações.

Palavras-chave: ambiente virtual; projeção ortogonal; projetos; construção civil.

ABSTRACT

Virtual Environments of learning for graphical area disciplines has been developed to stimulate and to assist the Civil Engineering and Architecture students. In this context, the development of a basic virtual environment module with practical applications examples of graphical representation in civil construction projects, directed to Technical Drawing I and Descriptive Geometry students is the aim of this work. Moreover, an advanced module of learning for representation in civil

construction projects is the aim of this work, emphasizing aspects of orthogonal projection and symbols beyond general project considerations, directed to Applied Technical Drawing and Project discipline students. In the actual stage of the work, environment screens in html format had been structured, which lead to the basic and advanced modules options, as the student interest. In the basic module, there are access options of theoretical considerations about the orthogonal projection system or the system applications in buildings projects.

Keywords: virtual environment; orthogonal projection; projects; civil construction

1 Introdução

Atualmente, novos recursos tecnológicos estão disponíveis para o ensino/aprendizagem de disciplinas na área gráfica. Na área de software existem programas para geometria, como os sistemas CAD (Computer Aided Design) e pacotes de geometria dinâmica (produtos como o Cabri-Géomètre e o Geometer's Sketchpad) além de aplicativos como mundos VRML (Virtual Reality Modeling Language), applets Java, etc. A geometria dinâmica possibilita a construção de configurações precisas no computador, permitindo a alteração de ângulos, dimensões e posições. A linguagem VRML permite a construção de mundos virtuais, tridimensionais e interativos (Santos et al., 2000).

Ambientes computacionais de aprendizagem vêm sendo desenvolvidos para o ensino de disciplinas na área gráfica, principalmente de Geometria Descritiva, como forma de estimular e auxiliar os estudantes. Também se tem buscado a demonstração de aplicações práticas no exercício profissional dos conceitos estudados nas disciplinas de formação básica como Geometria Descritiva e Desenho Técnico I (conteúdo de vistas ortográficas e perspectivas), para estimular a aprendizagem dos alunos dos Cursos de Arquitetura e Engenharia Civil. Neste contexto, um módulo básico de ambiente virtual de aprendizagem com exemplos de aplicações práticas da representação gráfica em projetos na construção civil mostra-se como uma forma para auxiliar e estimular a aprendizagem do sistema de projeção ortogonal pelos estudantes de Geometria Descritiva e Desenho Técnico I, nos cursos de Arquitetura e Engenharia Civil.

O sistema de projeção cilíndrica ortogonal é a base do método da dupla projeção ortogonal de Gaspar Monge utilizado na Geometria Descritiva para representação das figuras no espaço. Da mesma forma, a representação gráfica de objetos por meio de vistas e perspectiva isométrica no Desenho Técnico I é baseada neste sistema de projeção. Contudo, o ensino do sistema de projeção cilíndrica ortogonal torna-se abstrato para o estudante ao utilizar-se apenas sua aplicação na representação de pontos, retas, planos, sólidos e objetos imaginários. Desta forma, torna-se difícil a percepção da aplicação prática dos conceitos no exercício profissional.

Além disso, pode-se desenvolver um módulo avançado de ambiente virtual para aprendizagem da representação gráfica em projetos na construção civil (projeto arquitetônico, projeto hidro-sanitário,...) enfatizando aspectos da projeção ortogonal e símbolos

convencionais, além de considerações gerais de projeto. Assim, contribui-se para a aprendizagem de estudantes de disciplinas de Desenho Técnico Aplicado (Desenho Arquitetônico, Desenho de Instalações,...) e de disciplinas de Projeto nos cursos de Arquitetura e Engenharia Civil. Contribui-se também com material educacional para cursos de ensino à distância na área.

O domínio do sistema de projeção ortogonal e símbolos convencionais é uma necessidade fundamental para os profissionais de Arquitetura e Engenharia Civil, para uma utilização adequada na representação gráfica dos projetos na construção civil. Outro aspecto é que a utilização de modelos tridimensionais neste módulo avançado de ambiente virtual de aprendizagem colabora para a visualização pelos estudantes das representações gráficas bidimensionais envolvidas nos projetos na construção civil.

Em relação aos projetos de edificações a serem considerados no ambiente virtual, deve-se considerar que no Brasil a prática corrente na construção civil é projetos de edificações com estrutura em concreto armado. No entanto, nas últimas décadas verificou-se uma utilização crescente do processo construtivo em alvenaria estrutural. A alvenaria estrutural é um processo construtivo que se caracteriza pela utilização de paredes de alvenaria para resistir às cargas, em substituição aos pilares e vigas utilizados nos sistemas de concreto armado, aço ou madeira. Os projetos de alvenaria estrutural envolvem a utilização de conceitos normalmente pouco difundidos como a coordenação modular que implica na utilização de um reticulado modular de referência na elaboração das representações gráficas (figura 1). Além disso, nas últimas décadas os conceitos de construção de fachadas tiveram uma revolução tecnológica acentuada, com o desenvolvimento de diferentes sistemas de fachada-cortina que vêm sendo usados gradativamente no Brasil.

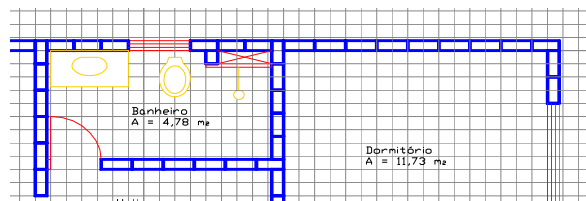


Figura 1. Coordenação modular em projeto de edificação em alvenaria estrutural.

Deste modo, justifica-se o desenvolvimento de módulo básico de ambiente virtual demonstrando a aplicação prática do sistema de projeção ortogonal na representação gráfica em projetos de edificações com estrutura em concreto armado, projetos de edificações em alvenaria estrutural e projetos de fachadas-cortina. Além disso, justifica-se desenvolver um módulo avançado de ambiente virtual para aprendizagem da representação gráfica 2D e 3D no projeto de edificações com estrutura em concreto armado e no projeto de edificações em alvenaria estrutural, com ênfase na demonstração da aplicação do sistema de projeção ortogonal e símbolos convencionais, contemplando ainda aspectos gerais da execução do projeto.

Contribui-se assim para o desenvolvimento de material educacional com estas tecnologias relativamente recentes e novas necessidades decorrentes para a formação de profissionais de Arquitetura e Engenharia Civil. Com o desenvolvimento deste ambiente virtual, contribui-se também para uma maior disseminação dos conceitos de alvenaria estrutural e fachadas-cortina entre os estudantes.

2 Revisão bibliográfica

Estudos relativos à ambientes computacionais de aprendizagem voltados para o ensino de disciplinas na área gráfica, principalmente Geometria Descritiva, vêm sendo desenvolvidos por diferentes autores. Dentre estes ambientes computacionais estão os ambientes hipermídia de aprendizagem. O *Visual GD* é um ambiente hipermídia de aprendizagem idealizado por Ulbricht (1997). Na concepção deste ambiente hipermídia o autor utilizou modelos dinâmicos, de modo que se modifiquem as informações iniciais que o aluno dispõe por meio da interação deste com o sistema. Neste ambiente hipermídia inicialmente são apresentados os conceitos básicos da Geometria Descritiva. O autor idealizou também um ambiente para resolução de problemas e um outro para aprendizagem pela ação. O modelo do ambiente hipermídia é baseado nas teorias construtivistas, onde cada estudante sedimenta seus conhecimentos conforme seu ritmo e interesse. Gonçalves (1999) implementou no *Visual GD* os conteúdos relativos ao estudo da reta e do plano e suas posições em relação aos planos de projeção. Bulhões (2004) desenvolveu o conteúdo de posições relativas de duas retas no espaço para o *Visual GD*.

Teixeira et alii. (2000) descrevem um trabalho inserido em um projeto de modernização das disciplinas de Expressão Gráfica para a Engenharia, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com objetivo de criação de ambientes informatizados de aprendizagem que auxiliem o ensino de Geometria Descritiva. Em um protótipo inicial contemplou-se o conteúdo referente ao estudo de superfícies, que é ministrado na disciplina Geometria Descritiva III. Neste estágio, o ambiente hipermídia denominado de HyperCAL^{GD} continha textos, imagens, animações e realidade virtual.

Em uma fase mais adiantada de desenvolvimento do ambiente hipermídia, Teixeira et alii. (2003) descrevem que no mesmo utiliza-se modelos virtuais em animações 2D, 3D e VRML, em conjunto com textos explicativos em páginas html. O ambiente hipermídia de aprendizagem é organizado de forma a apresentar inicialmente um exemplo concreto por meio de um modelo virtual e depois a representação em épura. A Figura 2 apresenta a planificação de um modelo virtual através de animações e realidade virtual.

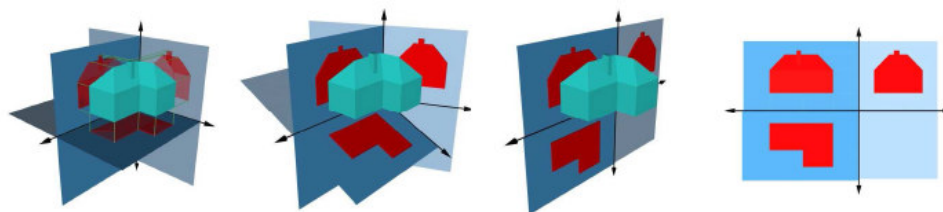


Figura 2: Seqüência da planificação do espaço Mongeano.

Silva (2005) buscou avaliar a metodologia de ensino da Geometria Descritiva segundo uma abordagem cognitivista na utilização do ambiente hipermídia HyperCAL^{GD}. A metodologia de ensino considerada se fundamenta na teoria da assimilação ou da aprendizagem significativa de Ausubel. Os resultados obtidos em um experimento realizado com estudantes da disciplina Geometria Descritiva III mostram que, em uma avaliação geral, a metodologia de ensino cognitivista fundamentada na teoria da aprendizagem significativa traz bons resultados, principalmente em relação à diferenciação de conceitos da disciplina.

O desenvolvimento de um ambiente *on-line* para aprendizagem de Geometria Descritiva é descrito por Santos et al. (2003). Trata-se de um sistema composto por um conjunto de módulos, incluindo um Tutor Inteligente. Em Valente et al. (2004), descreve-se o ambiente em uma fase mais adiantada. No sistema proposto, o aluno interage via Internet e desenvolve seu aprendizado por meio da resolução de exercícios. Este Ambiente é apresentado com a denominação de WebGD em Valente (2005).

Monice et alii. (2003) relatam a utilização de técnicas de ensino à distância e recursos avançados de animação e modelagem na *Web* para apoio ao ensino presencial na disciplina Desenho para Engenharia, ministrada na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Foram utilizados recursos de comunicação com os alunos através da Internet e de um LMS (*Learning Management System*), bem como a realidade virtual e animações. Harris (2005) trata sobre a construção de materiais didáticos para veiculação pela Internet, de forma a servirem de apoio ao ensino presencial. Os materiais didáticos incluem conteúdos de Desenho Geométrico e Desenho Técnico.

Pereira et alii. (2003) descrevem pesquisa sobre forma desenvolvida no laboratório HIPERLAB da Universidade Federal de Santa Catarina. Esta pesquisa está inserida em um projeto de pesquisa maior chamado Ambiente Virtual de Aprendizagem em Arquitetura e Design, AVA_AD. Por meio de técnicas de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) são apresentados problemas que têm por objetivo contribuir para a aquisição dos conhecimentos e competências essenciais pelos alunos com relação à Percepção da Forma.

3 Desenvolvimento do trabalho

O desenvolvimento completo do trabalho inclui os seguintes itens:

- a) Desenvolvimento de um projeto de um prédio residencial de três pavimentos com estrutura em concreto armado (projeto arquitetônico, projeto hidro-sanitário e projeto elétrico), realizando as representações gráficas (2D e 3D) com o *software* AutoCAD;
- b) Desenvolvimento de um projeto de um prédio residencial em alvenaria estrutural de três pavimentos (projeto arquitetônico, projeto hidro-sanitário e projeto elétrico), similar à edificação com estrutura em concreto armado, realizando as representações gráficas (2D e 3D) com o *software* AutoCAD;
- c) Preparação do material a ser inserido no ambiente virtual de aprendizagem (imagens, animações e textos), conforme estruturação a seguir:

i) Apresentação do ambiente virtual, caracterizando os módulos básico e avançado;

ii) Módulo básico do ambiente virtual:

- Tela inicial para mostrar as opções do módulo básico;
- Considerações teóricas sobre o sistema de projeção ortogonal;
- Considerações gerais sobre edificações com estrutura em concreto armado;
- Demonstração da aplicação do sistema de projeção ortogonal para obtenção da planta baixa do pavimento tipo e cortes da edificação com estrutura em concreto armado, a partir de modelo em 3D desta;
- Considerações gerais sobre edificações em alvenaria estrutural;
- Demonstração da aplicação do sistema de projeção ortogonal para obtenção da planta baixa do pavimento tipo e cortes da edificação em alvenaria estrutural, a partir de modelo em 3D desta, mostrando a utilização da modulação e do reticulado espacial modular de referência;
- Considerações gerais sobre fachadas-cortina;
- Demonstração da aplicação do sistema de projeção ortogonal nas vistas ortográficas de alguns componentes da estrutura metálica de fachada-cortina (pele de vidro);
- Em cada tela haverá possibilidade de acesso à tela de ajuda com *menu* para retorno às telas anteriores no caso de dúvidas sobre o conteúdo.
- Em cada tela haverá possibilidade de acesso à tela de ajuda com sugestões de bibliografia complementar em caso de dúvidas, bem como e-mail para contato com professores.

iii) Módulo avançado do ambiente virtual:

- Tela inicial para mostrar as opções do módulo avançado;
- Considerações teóricas sobre o sistema de projeção ortogonal;
- Considerações sobre edificações com estrutura em concreto armado;
- Procedimentos para elaboração de representações gráficas 2D e 3D no projeto de edificação com estrutura em concreto armado: projeto arquitetônico, projeto hidro-sanitário e projeto elétrico.
- Considerações sobre edificações em alvenaria estrutural;
- Procedimentos para elaboração de representações gráficas 2D e 3D no projeto de edificação em alvenaria estrutural: projeto arquitetônico, projeto hidro-sanitário, projeto elétrico e paginações.
- Será enfatizada a demonstração dos aspectos do sistema de projeção ortogonal e símbolos convencionais no desenvolvimento do módulo avançado, bem como serão inseridas considerações gerais de projeto;
- Em cada tela haverá possibilidade de acesso à tela de ajuda com *menu* para retorno às telas anteriores no caso de dúvidas sobre o conteúdo.
- Em cada tela haverá possibilidade de acesso à tela de ajuda com sugestões de bibliografia complementar em caso de dúvidas, bem como e-mail para contato com professores.

- Desenvolvimento de alguns exercícios relacionados à representação gráfica em projetos de edificações com estrutura em concreto armado e em projetos de edificações em alvenaria estrutural;

d) Montagem do ambiente no formato html para disponibilizá-lo em CD-ROM e na Internet;

No estágio atual do trabalho, foram estruturadas telas do ambiente em formato html, com imagens e textos, para posterior disponibilização em CD-ROM. Uma tela inicial foi estruturada com a apresentação do ambiente virtual **CONSTRUCTION PROJ** e caracterização dos módulos básico e avançado, conforme mostrado na figura 3.

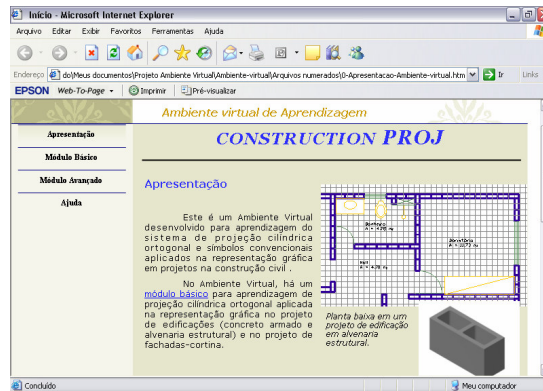


Figura 3. Apresentação do ambiente virtual, caracterizando os módulos básico e avançado.

A partir desta tela de apresentação pode-se acessar o módulo básico do ambiente virtual, o qual apresenta uma tela inicial para mostrar as opções deste módulo, conforme a figura 4. O módulo básico é direcionado para alunos de disciplinas de Geometria Descritiva e Desenho Técnico I, nos cursos de Arquitetura e Engenharia Civil. Outra opção é o acesso ao módulo avançado, direcionado para alunos de disciplinas de Desenho Técnico Aplicado e de disciplinas de Projeto. O desenvolvimento deste módulo avançado será realizado em uma etapa posterior.

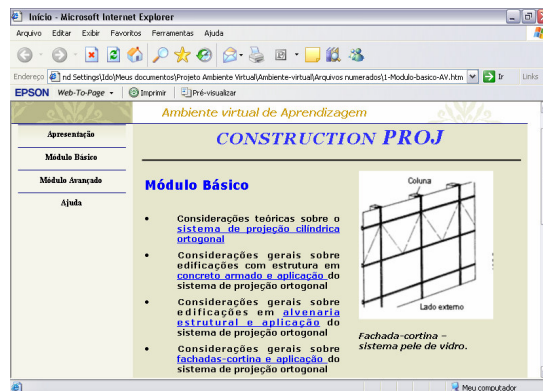


Figura 4. Tela com as opções do módulo básico.

A tela com as opções do módulo básico permite o acesso, de acordo com o interesse do aluno, a considerações teóricas sobre o sistema de projeção ortogonal ou considerações gerais sobre projetos relacionados à construção civil, ou seja, edificações com estrutura em concreto armado, edificações em alvenaria estrutural e fachadas-cortina. Após apresentar ao aluno alguns aspectos gerais sobre estes temas, o aluno é conduzido a aplicações do sistema de projeção ortogonal nestes projetos na construção civil.

A figura 5 mostra uma das telas que o aluno pode acessar para reforçar seu conhecimento sobre o sistema de projeção ortogonal, de modo que se pode visualizar com a seqüência de telas as projetantes incidindo em segmentos de reta que constituem um triângulo retângulo e a planificação dos planos de projeção. Salienta-se que em cada uma das telas está sendo implementada a possibilidade de acesso à tela de ajuda com *menu* para retorno às telas anteriores no caso de dúvidas sobre o conteúdo. Ainda, nas telas haverá possibilidade de acesso à tela de ajuda com sugestões de bibliografia complementar em caso de dúvidas, bem como e-mail para contato com professores.

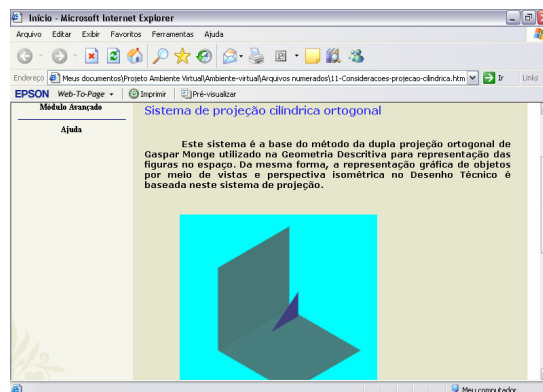


Figura 5. Considerações teóricas sobre o sistema de projeção cilíndrica ortogonal.

Prosseguindo com o trabalho, está sendo desenvolvido o projeto de um prédio residencial de três pavimentos com estrutura em concreto armado, incluindo projeto arquitetônico, projeto hidro-sanitário e projeto elétrico. Além disso, está sendo desenvolvido um projeto de uma edificação em alvenaria estrutural similar à edificação com estrutura em concreto armado. As representações gráficas 2D e 3D estão sendo realizadas com o *software* AutoCAD.

4 Conclusões

No desenvolvimento do ambiente virtual de aprendizagem foram estruturadas telas do ambiente em formato html, com imagens e textos, para disponibilização em CD-ROM, posteriormente. Neste ambiente há uma tela inicial com a apresentação do ambiente virtual e caracterização dos módulos básico e avançado, permitindo o acesso do aluno de acordo com seu interesse.

Ao acessar o módulo básico, há inicialmente uma tela com as opções deste módulo e que permite o acesso a considerações teóricas sobre o sistema de projeção ortogonal ou

considerações gerais sobre projetos de edificações com estrutura em concreto armado, edificações em alvenaria estrutural e fachadas-cortina. Após a apresentação de aspectos gerais sobre estes projetos na construção civil, o aluno é conduzido a aplicações do sistema de projeção ortogonal nestes projetos.

Nas telas do ambiente virtual está sendo implementado o acesso à tela de ajuda com *menu* para retorno às telas anteriores no caso de dúvidas sobre o conteúdo, bem como o acesso à tela de ajuda com sugestões de bibliografia complementar em caso de dúvidas e de e-mail para contato com professores. Na continuação do desenvolvimento do ambiente virtual de aprendizagem estão sendo desenvolvidos os projetos de prédios residenciais de três pavimentos com estrutura em concreto armado e em alvenaria estrutural, incluindo projeto arquitetônico, projeto hidro-sanitário e projeto elétrico.

5 Referências Bibliográficas

- [1] BULHÕES, G. A. **Ambiente hipermídia para aprendizagem de Geometria Descritiva: módulo do estudo das posições relativas de duas retas entre si a ser implementado no VISUAL GD.** Florianópolis, 2004. 98f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina.
- [2] GONÇALVES, M. M. **Ambiente hipermídia como auxiliar na aprendizagem de Geometria Descritiva.** Florianópolis, 1999. 82f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina.
- [3] HARRIS, A. L. N. C. Material didático no ensino do desenho hoje. In: XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO - VI INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN, 2005, Recife, PE. **Anais...** Recife: CD-Rom, 2005.
- [4] MONICE, S., SANTOS, E.T., PETRECHE, J.R.D. O uso de recursos da Internet para o ensino de desenho In: 16º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO - V INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN, 2003, Santa Cruz do Sul, RS. **Anais...** Santa Cruz do Sul: CD-Rom, 2003.
- [5] PEREIRA, A. T. C., BECK, E. O., HEIDRICH, F. E. Ambiente virtual de aprendizagem em Arquitetura e Design – AVA_AD – percepção da forma. In: 16º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO - V INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN, 2003, Santa Cruz do Sul, RS. **Anais...** Santa Cruz do Sul: CD-Rom, 2003.
- [6] SANTOS, E.T. Novas tecnologias no ensino de Desenho e Geometria. In: I ENCONTRO REGIONAL DO VALE DO PARAÍBA DE PROFISSIONAIS DO ENSINO DA ÁREA DE EXPRESSÃO GRÁFICA, 2000, Lorena, SP. **Anais...** Lorena: 2000, p. 71-81.
- [7] SANTOS, E. T., VALENTE, V. C. P. N. Um ambiente adaptativo de aprendizagem de Geometria Descritiva. In: 16º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO - V INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS

- ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN, 2003, Santa Cruz do Sul, RS. **Anais...** Santa Cruz do Sul: CD-Rom, 2003.
- [8] SILVA, R. P. **Avaliação da perspectiva cognitivista como ferramenta de ensino-aprendizagem da Geometria Descritiva a partir do ambiente hipermídia HyperCAL^{GD}**. Florianópolis, 2005. 213 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina.
- [9] TEIXEIRA, F. G.; SILVA, R. P.; SILVA, T. L. K. **Ambiente de aprendizagem hipermídia para Geometria Descritiva**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 6p. Trabalho apresentado no Graphica 2000, Ouro Preto.
- [10] TEIXEIRA, F.G., JACQUES, J.J., HOFFMANN, A.T., BRUNO, F.B. Desenvolvimento de ambiente de aprendizagem hipermídia (HyperCAL^{GD}) para ensino de Geometria Descritiva básica. In: 16º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO - V INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN, 2003, Santa Cruz do Sul, RS. **Anais...** Santa Cruz do Sul: CD-Rom, 2003.
- [11] VALENTE, V.C.P.N. Ações tutoriais de um sistema informatizado para o aprendizado de Geometria Descritiva. In: XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO - VI INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN, 2005, Recife, PE. **Anais...** Recife: CD-Rom, 2005.
- [12] VALENTE, V.C.P.N., SANTOS, E.T. Ambiente computacional para apoio ao aprendizado de Geometria Descritiva. In: CONAHPA – CONGRESSO NACIONAL DE AMBIENTES HIPERMÍDIA PARA APRENDIZAGEM, 2004, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: Internet, 2004.
- [13] ULBRICHT, V. R. **Modelagem de um ambiente hipermídia de construção do conhecimento em Geometria Descritiva**. Florianópolis, 1997. 211f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina.