

## Fotogrametria digital e técnicas de perspectiva para o domínio de croqui

Noélia de Moraes Aguirre<sup>1</sup> - [noeliademoraes@gmail.com](mailto:noeliademoraes@gmail.com)

Rafael K. Arnoni<sup>2</sup> - [rafael.arnoni@gmail.com](mailto:rafael.arnoni@gmail.com)

Adriane Borda A. S<sup>3</sup> - [adribord@ufpel.tche.br](mailto:adribord@ufpel.tche.br)

### Resumo

Este estudo, de interesse didático, busca estruturar práticas que acelerem o processo de desenvolvimento da capacidade do estudante de arquitetura em dominar o traçado, à mão livre, do croqui em perspectiva linear cônica. Até então, no contexto trabalhado, têm-se investido em exercícios de "restituição perspectiva", para que o estudante compreenda as relações entre as deformações da perspectiva e as proporções do objeto representado. Investiga-se a possibilidade de agilizar este processo de restituição a partir de técnicas informáticas, explorando-se as técnicas capazes de gerar modelos tridimensionais digitais a partir de fotografias, porém observando a possibilidade de substituir a imagem fotográfica por uma imagem do croqui. Os experimentos são realizados em dois softwares, *Google SketchUp* e *PhotoModeler*, com o propósito de comparar os modelos obtidos e os procedimentos necessários para estabelecer a atividade de restituição perspectiva. Os resultados obtidos permitem validar a proposta, delimitando uma metodologia de desenvolvimento da atividade de ensino de perspectiva.

**Palavras-chaves:** croqui, restituição perspectiva, fotogrametria digital, ensino/aprendizagem, perspectiva.

---

<sup>1</sup> Noélia de Moraes Aguirre é acadêmica de Arquitetura e Urbanismo pela UFPel e bolsista de iniciação científica PIBIC/CNPQ.

<sup>2</sup> Rafael K. Arnoni é Arquiteto e Urbanista (2001) pela UFPel. Atualmente é Professor Substituto na mesma instituição.

<sup>3</sup> Adriane Borda A. S é Arquiteta e Urbanista (1983) pela Universidade Federal de Pelotas e Doutora (2001) pela Universidade de Zaragoza. Atualmente é professora adjunta da Universidade Federal de Pelotas.

Revista Projectare 01/2008.

## Introdução

A produção de croquis em perspectiva à mão livre acompanha o processo de criação em arquitetura, onde são impressas proporções que o projetista quer transpor à realidade. Para isto, ele necessita dominar técnicas que permitam representar em perspectiva.

Com o propósito de formar profissionais capacitados para esta prática, no contexto de ensino/aprendizagem que se insere este estudo, junto à disciplina de Perspectiva e Sombras/DTGC/IFM/UFPel, ministrada para a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/UFPel, são abordadas técnicas de restituição perspectiva. Estas técnicas permitem estabelecer relações de proporções que possibilitam a identificação de ângulos e distâncias a partir da imagem em perspectiva linear cônica (Maestre; Irlles, 2000). Até então estas técnicas são abordadas a partir de processos tradicionais de representação gráfica, fundamentando-se no Método dos Pontos Medidores o qual permite desenvolver e disciplinar a atividade de restituição. Entretanto, o tempo necessário para o desenvolvimento de uma única atividade de restituição restringe a quantidade de exercícios a serem propostos.

Buscando-se alternativas para intensificar este processo de ensino/aprendizagem, investigamos as possibilidades de automatização dos procedimentos de restituição perspectiva e obtenção de modelos digitais tridimensionais, diretamente a partir de um croqui.

As ferramentas digitais permitem, a partir da representação da tridimensionalidade, a dinâmica visualização de modelos, sob diferentes pontos de vista. Esta possibilidade agiliza a compreensão das transformações geométricas que ocorrem na representação em perspectiva frente às vistas ortográficas.

Existem ferramentas específicas, como o *PhotoModeler* (PhotoModeler, 2007) ou o *Google SketchUp* (Google, 2007), que utilizando modelos matemáticos fundamentados na Geometria Projetiva implementam técnicas capazes de obter dados de uma fotografia para gerar modelos tridimensionais de objetos nela representados, ou seja, técnicas de Fotogrametria Digital (Groetelaars, 2004).



Considerando-se estas possibilidades e partindo-se do reconhecimento dos limites entre fotografia e perspectiva linear cônica (Villanueva, 1996), experimentam-se as duas ferramentas digitais citadas.

Inicialmente descreve-se a atividade de restituição perspectiva e a conseqüente obtenção de vistas ortográficas, a partir dos processos tradicionais de representação. Logo, observam-se os processos necessários a serem estabelecidos em cada uma delas, para a obtenção dos modelos tridimensionais. Ao final, avalia-se a possibilidade de que efetivamente estes processos acelerem o ensino/aprendizagem de domínio do croqui em perspectiva à mão livre.

### **Marco metodológico: a produção de croquis a partir de técnicas tradicionais**

A metodologia utilizada no âmbito da disciplina de Perspectiva e Sombras referida enfatiza a produção de perspectivas à mão livre. Entende-se que esta prática exige um forte domínio conceitual, para compreender as regras de direcionamento do traçado, ditadas pelas posições relativas entre os elementos que compõem o sistema projetivo adotado (Borda, 2004).

A atividade de produção de croquis, neste contexto, encontra-se sistematizada a partir da seqüência exemplificada pela figura 1, que caracteriza os seguintes tipos de croquis: croqui não-estruturado, onde não há um propósito explícito em obedecer a regras rígidas de direcionamento do traçado e de relação com as dimensões do objeto representado; croqui semi-estruturado, quando existem parâmetros pré-estabelecidos quanto às posições relativas entre os elementos que compõe o sistema projetivo utilizado, sem ainda haver um propósito de obedecer a regras rígidas de relação com as dimensões do objeto representado; croqui estruturado, quando são estabelecidas relações precisas tanto quanto às posições relativas quanto às dimensões do objeto arquitetônico (Castro, 2004).



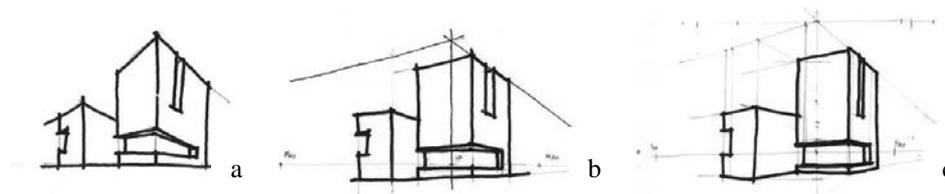


Figura 1 – a) croqui não-estruturado, b) croqui semi-estruturado, c) croqui estruturado

Os estudantes são orientados a produzirem croquis semi-estruturados e estruturados, seguindo o Método dos Pontos Medidores e adotando parâmetros específicos nas inclinações das direções de largura e profundidade em relação ao plano de projeção (30° e 60°). Justifica-se esta orientação pela simplificação do processo de restituição que este caso permite (Carvalho, 1980). Limita-se ainda a redução de um campo visual de no máximo 60°, para que possa ser estabelecida uma relação com a fotografia (Villanueva, 1996). A produção de croquis não-estruturados é incentivada somente no primeiro momento da atividade, o de criação, tendo em vista que este tipo de croqui não fornece informações suficientes para a restituição, principalmente por não poder garantir as posições relativas adotadas entre os elementos do sistema projetivo: ângulos e distâncias (objeto, observador, plano de projeção).

A partir desta experiência didática e, com o propósito então de experimentar a inclusão de recursos infográficos, estrutura-se a seguinte metodologia para este trabalho:

- 1) eleição da ferramenta que ofereça a técnica de fotogrametria digital. Para a realização deste estudo foram selecionadas as ferramentas *Google SketchUp*, um software livre, e o *PhotoModeler*, um software proprietário, com os quais se realizam as seguintes etapas;
- 2) estabelecimento da atividade de fotogrametria digital, construindo um modelo tridimensional virtual a partir de fotografia de uma maquete física do objeto a ser representado. Essa etapa visa validar os recursos digitais empregados para os objetivos deste estudo.



- 3) digitalização dos croquis produzidos e estabelecimento da atividade de restituição perspectiva, utilizando-os como fotografias. Nessa etapa observam-se os modelos produzidos a partir dos diferentes tipos de croquis.
- 4) análise dos resultados, frente à pertinência da inclusão dos recursos infográficos utilizados.

### Os Experimentos a partir do *Google SketchUp* e do *PhotoModeler*

Os dois softwares analisados permitem a geração de um modelo tridimensional digital de um objeto a partir de uma única foto, ou de um conjunto de fotos sob diferentes pontos de vista. Um conjunto de imagens possibilita extrair informações mais precisas sobre a localização de cada um dos vértices do objeto. Entretanto, tendo em vista o interesse em gerar modelos a partir de uma única representação, do croqui em perspectiva, os experimentos aqui realizados partem da utilização de uma única foto.

Deve-se destacar que o procedimento normal do *PhotoModeler* adiciona a possibilidade de calibragem de câmera, solicitando o ajuste dos parâmetros do software com àqueles utilizados na obtenção da foto do modelo. Entretanto, para a realização deste experimento, foi utilizado um recurso, denominado câmera inversa, destinado à geração de modelos digitais a partir de uma única imagem e que não exige o conhecimento prévio dos parâmetros da câmera. Este recurso tornou pertinente a transposição da atividade de restituição de um croqui realizado à mão livre para o meio digital.

## Validação: fotogrametria digital x maquete física

A figura 2 reúne as vistas ortográficas da maquete física e as dos modelos digitais gerados a partir das duas ferramentas experimentadas. Os modelos resultaram então de processos de fotogrametria digital, extraindo informações a partir de uma única foto da maquete física.

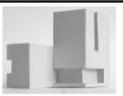
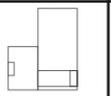
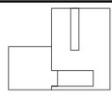
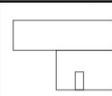
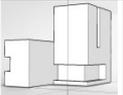
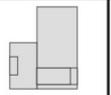
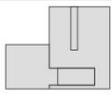
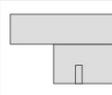
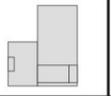
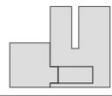
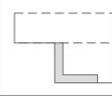
	MODELO	VISTA LATERAL	VISTA FRONTAL	PLANTA
MAQUETE				
SKETCHUP				
PHOTO MODELER				

Figura 2: representações da maquete física e dos modelos digitais gerados no *Google SketchUp* e no *PhotoModeler*

Observa-se que o modelo digital gerado no *Google SketchUp* apresenta pequenas distorções em relação à maquete, observadas quando se comparam as reentrâncias dos volumes representados. Já o modelo digital gerado no *PhotoModeler* corresponde com as proporções estabelecidas pela maquete física. Entretanto, neste caso, o modelo não representa a tridimensionalidade de todos os elementos que compõem o objeto. Isto se deve à proposta desta ferramenta em representar com precisão cada um dos vértices do modelo. Dada a simplificação realizada, de extração de dados a partir de uma única imagem, não existe a representação de vértices não conhecidos. As linhas tracejadas representam as faces não definidas pelo software.

Frente ao objetivo deste estudo, de extração de dados a partir de um croqui e não de uma foto, consideram-se válidos os dois resultados. Um croqui prescinde de dimensões exatas, mas permite obter proporções aproximadas.



## Análise dos tipos de croquis e a possibilidade de restituição perspectiva

A figura 3 reúne os três tipos de croquis utilizados para os experimentos, com os respectivos modelos tridimensionais digitais e suas vistas ortográficas, gerados a partir dos processos de restituição.

	CROQUI	MODELO SKETCHUP				MODELO PHOTODELER			
		MODELO	VISTA LATERAL	VISTA FRONTAL	PLANTA	MODELO	VISTA LATERAL	VISTA FRONTAL	PLANTA
NÃO ESTRUTURADO									
SEMI ESTRUTURADO									
ESTRUTURADO									

Figura 3: quadro demonstrativo dos modelos digitais obtidos, no *Google SketchUp* e no *PhotoModeler*, a partir dos croquis, produzidos à mão livre, e suas respectivas vistas.

Para a obtenção dos modelos, no processo estabelecido no *Google SketchUp*, foi necessário ajustar a posição dos eixos de referência da ferramenta – eixos de altura, largura e profundidade - com os de referência de cada um dos croquis. A maior dificuldade encontrada residiu em fazer corresponder às direções de altura. Dada à imprecisão de um traçado à mão livre, a tendência é de que a ferramenta interprete qualquer desvio como um caso de não paralelismo. Desta forma, interpreta o croqui como uma representação sobre um plano inclinado de projeção: uma perspectiva com três pontos de fuga. Estas deformações, resultantes da impossibilidade de ajustar os eixos de referência da ferramenta com os do croqui, ficam claramente expressadas no modelo obtido a partir do croqui não-estruturado (linha 1 da figura 3).

Inicialmente, esta dificuldade, de ajustes no *Google SketchUp*, nos levou a inferir que seria impossível adotar, como imagem, um croqui em perspectiva com dois pontos de fuga. Isto inviabilizaria este estudo, tendo em vista que as

Revista Projectare 01/2008.

práticas de perspectiva no contexto trabalhado não incluem, normalmente, a representação com três pontos de fuga (plano de projeção inclinado). Entretanto, o experimento de fotogrametria digital, apoiado na imagem da maquete, obtida com a posição da câmera paralela às alturas do objeto, permitiu contestar esta hipótese.

O processo estabelecido no *PhotoModeler* partiu da inclusão de pontos de referência coincidentes com as posições dos vértices, do objeto, representados na imagem. Logo a seguir, conectando estes pontos de referência, de acordo com a topologia do objeto, foram caracterizados segmentos correspondentes com arestas ou parte delas, em função da visibilidade determinada pelo ponto de vista da perspectiva. Para a geração do modelo digital, propriamente dito, houve a necessidade de associar cada um destes segmentos a sua posição correspondente: à largura, altura ou profundidade. Desta maneira, a ferramenta, automaticamente, interpreta a posição da câmera no ambiente tridimensional e com isso determina as dimensões e posições relativas de cada face que tenha sido possível caracterizar a partir dos segmentos representados.

Comparando-se os modelos obtidos, observa-se que quanto mais estruturado é o tipo de croqui mais se aproximam estes modelos, mesmo que os processos tenham sido diferentes: no *Google SketchUp* partindo da determinação das posições dos eixos de altura, largura e profundidade e no *PhotoModeler* a partir da caracterização de todos os vértices visíveis.

Estes resultados, apresentados na figura 3, demonstram que a trajetória proposta, de avaliar os modelos produzidos a partir de cada um dos tipos de croqui, pode motivar o estudante a adquirir habilidades para a geração de modelos mais estruturados possíveis.

A partir do quadro da figura 4 ainda podem ser comparados os modelos obtidos a partir do croqui estruturado frente aos diferentes processos empregados: a) de restituição perspectiva pelo método tradicional; b) de restituição perspectiva pelo método informático; c) pelo método de fotogrametria digital, a partir da fotografia da maquete. Verifica-se que existe uma correspondência das proporções definidas a partir dos processos "a" e "c", isto é, entre



as obtidas a partir do processo tradicional de restituição e a partir da fotogrametria digital, havendo discrepância destes com os modelos resultantes a partir do processo "b", de restituição perspectiva pelo processo informático.

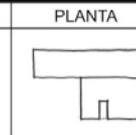
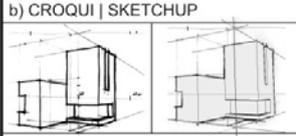
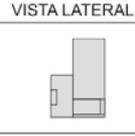
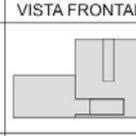
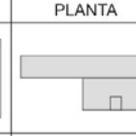
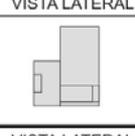
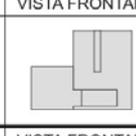
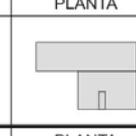
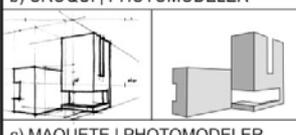
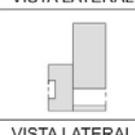
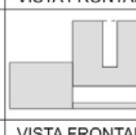
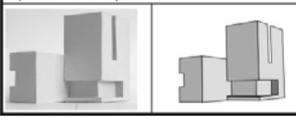
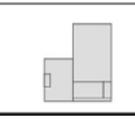
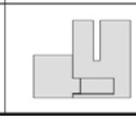
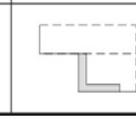
a) CROQUI ESTRUTURADO	VISTA LATERAL	VISTA FRONTAL	PLANTA
			
b) CROQUI   SKETCHUP	VISTA LATERAL	VISTA FRONTAL	PLANTA
			
c) MAQUETE   SKETCHUP	VISTA LATERAL	VISTA FRONTAL	PLANTA
			
b) CROQUI   PHOTODELER	VISTA LATERAL	VISTA FRONTAL	PLANTA
			
c) MAQUETE   PHOTODELER	VISTA LATERAL	VISTA FRONTAL	PLANTA
			

Figura 4: quadro demonstrativo das vistas ortográficas obtidas a partir dos diferentes processos de restituição: a) processo tradicional de traçado; *Google SketchUp* e *PhotoModeler* a partir do croqui estruturado e c) fotogrametria digital.

Considera-se que esta constatação reafirma a importância do investimento na formação do arquiteto para que se aproprie das técnicas de croqui, em perspectiva linear cônica, à mão livre. Entretanto, mesmo que o processo de restituição do croqui estruturado, pelos meios informáticos em questão, não permita chegar a um modelo tão preciso como os obtidos por processos tradicionais e pela fotogrametria digital, promove a atividade de controle do modelo

Revista Projectare 01/2008.

no espaço virtual. Este exercício permite avançar no desenvolvimento da percepção do estudante nas transformações projetivas em geral, sem ater-se às restrições de um único ponto de vista, residindo nesta possibilidade a importância de investir no processo de apropriação das técnicas de restituição por meios informáticos.

### Discussão sobre a metodologia proposta

Ambas as ferramentas analisadas permitiram reproduzir a metodologia estabelecida a partir de técnicas tradicionais de traçado, seguindo a trajetória de restituição de diferentes categorias de croquis: não-estruturado, semi-estruturado e estruturado. Observou-se que é gradativa a fidelidade do modelo obtido por restituição frente ao modelo da maquete física, tanto no processo onde se utilizou o *Google SketchUp* como com o *PhotoModeler*, onde a maior correspondência ocorre quando se parte da imagem do croqui estruturado.

O processo estabelecido através do *Google SketchUp* demonstrou ser mais rápido e fácil do que o estabelecido no *PhotoModeler*, pois ele apresenta um número menor de etapas para a construção dos modelos. Além disso a configuração de sua interface é mais simplificada do que a do *PhotoModeler* o que agiliza o domínio do software.

O *Google SketchUp* pode ser facilmente adquirido pois encontra-se disponível para *download* na internet enquanto o *PhotoModeler*, por tratar-se de um software proprietário, não possui esta vantagem.

Como ferramenta adicional, o *Google SketchUp* permite que os modelos produzidos interajam com outros modelos ou ainda, com imagens de satélite, considerando a possibilidade de inclusão de modelos no *GoogleEarth*.

O *PhotoModeler* produz modelos mais fiéis à representação em croqui por calcular estes através de pontos no espaço, mas com a volumetria geralmente incompleta por insuficiência de dados extraídos dos croquis, já que alguns vértices não são visíveis do ponto de vista representado. Já o *Google SketchUp*, por trabalhar com outra



metodologia, de produção do objetos a partir de volumes e não somente de pontos e linha, permite a produção de modelos mais completos.

### Considerações finais

Nos dois processos estabelecidos, junto ao *Google SketchUp* e ao *PhotoModeler*, foi possível concluir que é agilizada a atividade de restituição de um modelo representado a partir de um croqui em perspectiva linear cônica. Nenhum dos processos impõe limitações quanto aos parâmetros de inserção das imagens utilizadas. Independentemente da posição do observador ou do posicionamento do plano do quadro, o processo de restituição é realizado. Uma vez que o modelo virtual está produzido pode-se então regular o modo de visualização: a altura do observador, distância do observador em relação ao objeto, ângulo de inclinação do objeto respeito ao plano do quadro, de modo que todas as possibilidades de visualização sejam contempladas.

Esta prática auxilia na compreensão das transformações projetivas ocorridas e a relação destas com a variação de cada um dos parâmetros referidos. Desta maneira, os experimentos realizados permitem considerar que a inclusão qualquer um dos dois recursos infográficos pode acelerar o processo de ensino/aprendizagem das técnicas de representação de croqui em perspectiva à mão livre.



Revista Projectare 01/2008.

## Referências Bibliográficas

BORDA, A.B.A.S ; SILVEIRA, Paula ; TORREZAN, Cristina Wildt . **Materiais didáticos para o ensino presencial e não presencial de perspectiva**. In: SIGRADI 2004, VIII Congresso Internacional promovido pela Sociedade Iberoamericana de Gráfica Digital, 2004, Porto Alegre. Anais do VIII Congresso da Sociedade Iberoamericana de Gráfica Digital. Porto Alegre : UNISINOS, 2004. v. 1. p. 81-83.

CARVALHO, A. ; TIRADO, A. ; ROSEMBURGO, H. ; LAGE, J.C.; PORTELA, S. . **Método dos Pontos Medidores**. UFBA, Bahia, 1980.

CASTRO, Matheus ; BORDA, A.B.A.S . **Croqui x Projeto de Execução: da intenção do traço à obra realizada**. In: VIII Congresso de Iniciação Científica e VI Encontro de Pós-graduação da UFPEL, 2004, Pelotas. VIII CIC e VI ENPOS/UFPEL. Pelotas : PRPPG/UFPEL, 2004. v. 1. p. 13.

GOOGLE: Google SketchUp. Disponível em:

<<http://sketchup.google.com/>> Acessado em: 10 ago 2007.

GROETELAARS, Natalie Johana. **Um estudo da fotogrametria digital na documentação de formas arquitetônicas e urbanas**. 2004. 257f. Dissertação De Mestrado – Faculdade de Arquitetura, UFBA.

MAESTRE LÓPEZ- SALAZAR, Ramón; IRLES MÁ, Francisco. **Levantamiento de planos de fachadas a partir de una fotografía**. Perspectivas. Alicante: Publicaciones de la Universidad de Alicante 2000.

PHOTOMODELER. Disponível em:

<<http://www.photodeler.com/index.htm>> Acessado em 8 out 2007

VILLANUEVA, L. B. **Perspectiva Lineal. Su relación con la fotografía**. Edicions UPC, 1996.

