



O USO DE IMAGENS DE SATÉLITE DO GOOGLE EARTH COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE PROJEÇÕES DE COBERTURAS

Andréa Faria Andrade

UFPR - Universidade Federal do Paraná, Departamento de Desenho
andreafrica@ufpr.br

Simone da Silva Soria Medina

UFPR - Universidade Federal do Paraná, Departamento de Desenho
moni@ufpr.br

RESUMO

O presente trabalho visa uma nova metodologia para o ensino do método das Projeções Cotadas, especificamente para o ensino aplicado ao estudo de coberturas arquitetônicas. A metodologia baseada na utilização das imagens disponibilizadas pelo *Google Earth* pretende além de auxiliar a visualização tridimensional, motivar e aumentar o interesse dos alunos ao estudo do conteúdo da Disciplina. Partindo de uma imagem da cidade de Curitiba, obtém-se a escolha de uma ou mais coberturas a serem analisadas geometricamente. Estas imagens então são salvas e levadas ao software AutoCAD para a obtenção de suas representações vetoriais, onde através delas serão demonstradas as formas de obtenção dos elementos estudados anteriormente, buscando relacionar os elementos geométricos primitivos aos elementos das coberturas.

Palavras-chave: imagens de satélite, *Google Earth*, projeções de coberturas, projeções cotadas.

RESUMEN

El presente trabajo visa una nueva metodología para la enseñanza del método de la Proyecciones Acotadas, específicamente para la enseñanza aplicada al estudio de coberturas arquitectónicas. La metodología esta basada en la utilización de las imágenes disponibles en el *Google Earth* pretende además de auxiliar a visualización tridimensional, motivar y aumentar el interés de los alumnos al estudio del contenido de la Disciplina. Partiendo de la imagen de la ciudad de Curitiba, se obtiene una o más coberturas para que sean analizadas

geométricamente. Estas imágenes después son llevadas al software AutoCAD para la obtención de sus representaciones vectoriales, donde a través de ellas serán demostradas las formas de los elementos estudiados anteriormente, buscando relacionar los elementos geométricos primitivos a los elementos de las coberturas.

Palavras-chave: imágenes de satélites, Google Earth, proyecciones de coberturas, proyecciones acotadas.

1 Introdução

As dificuldades específicas das disciplinas baseadas em Sistemas de Projeção (como a Geometria Descritiva e o método das Projeções Cotadas), a heterogeneidade das turmas e o pouco tempo atribuído a elas nos currículos dos cursos de Engenharia têm motivado a utilização de novas ferramentas e metodologias para auxiliar os alunos nos estudos destas, tentando aumentar a motivação e interesse dos mesmos.

Na metodologia de ensino utilizada nas disciplinas com conteúdos relacionados às projeções cotadas aplicadas aos cursos de Engenharia na UFPR, são utilizadas além da representação da superfície topográfica, às projeções de coberturas (ou telhados), e buscam relacionar os elementos geométricos primitivos aos elementos dos telhados. Assim, ao plano geométrico estabelecemos a correspondência com as “águas” do telhado, e às retas a intersecção de duas águas (ou dois planos). O que se observa é a dificuldade dos alunos em estabelecer estas correspondências e principalmente de visualizá-las tridimensionalmente.

Uma forma de minimizar este problema é modificar a forma de apresentação destes conteúdos, apresentando uma metodologia utilizando a informática, tornando o ambiente em sala de aula mais atrativo. Através da Computação Gráfica, por exemplo, podemos caminhar através de edificações, observar modelos em projeto através de simulação ou animação, e incrementar sistemas de informação com recursos de visualização tridimensional.

Outra forma é através da utilização do Sensoriamento Remoto que nos últimos anos vem se popularizando, através da disponibilização de imagens na *internet* como é o caso do *Google Earth*, que contribui para a expansão dessa técnica, permitindo seu uso para fins pedagógicos em diferentes níveis de ensino. Uma vantagem da utilização deste recurso é a possibilidade de disponibilização gratuita permitindo ao aluno refazer os conteúdos ministrados em sala de aula, quantas vezes, onde e quando quiser, bastando para isto ter acesso a um PC ligado à rede.

O objetivo desse trabalho é apresentar uma metodologia aplicada à disciplina de Expressão Gráfica I ofertada aos cursos de Engenharia Civil e Cartográfica, utilizando o Sensoriamento Remoto como recurso didático no processo de ensino, auxiliando a visualização tridimensional, além de motivar e aumentar o interesse dos alunos ao estudo do conteúdo da Disciplina.

2 O Google Earth

Anteriormente conhecido como *Earth Viewer*, o *Google Earth* foi desenvolvido pela empresa *Keyhole, Inc.*, uma companhia que a *Google* adquiriu em 2004. O nome do produto foi alterado para *Google Earth* em 2005 e têm-se tornado uma febre desde seu lançamento. O programa permite navegar por imagens de satélite de todo o planeta, girar uma imagem, marcar e salvar locais, medir distâncias entre dois pontos e ter uma visão tridimensional de uma determinada localidade.

Além do programa gratuito, possui mais três versões pagas que além de serem mais rápidas possuem mais funções e recursos. Para a instalação da versão gratuita, a configuração mínima exigida é a de um PC com processador Pentium III 500 MHz ou equivalente, 128 MB de memória RAM, 200 MB de espaço em disco e conexão a Internet em banda larga.

Uma vez executado, entra em contato com servidores da Google, que põem a disposição dados geográficos de todo o planeta. Porém, estes dados não são atualizados em tempo real, eles vêm de Empresas Comerciais de compilação de dados e são dos últimos três anos. A última atualização das imagens foi feita em maio de 2006.

Conforme [1], como estes dados vêm de diversas fontes, os mesmos têm resoluções variadas, tendo imagens com maior resolução geralmente em grandes centros urbanos. A resolução espacial é medida em metros. Quando se diz que uma imagem possui 15 metros de resolução significa que os sensores do satélite conseguem identificar um objeto sobre o terreno que tenha, no mínimo 15 metros. A maior resolução disponível hoje no mercado de imagens de satélites para uso comercial é de 1 metro, como é o caso do satélite IKONOS. Uma vez instalado, o *Google Earth* apresenta a tela mostrada na Figura 1. O usuário deverá então informar o nome ou coordenadas geográficas da localidade onde deseja navegar.

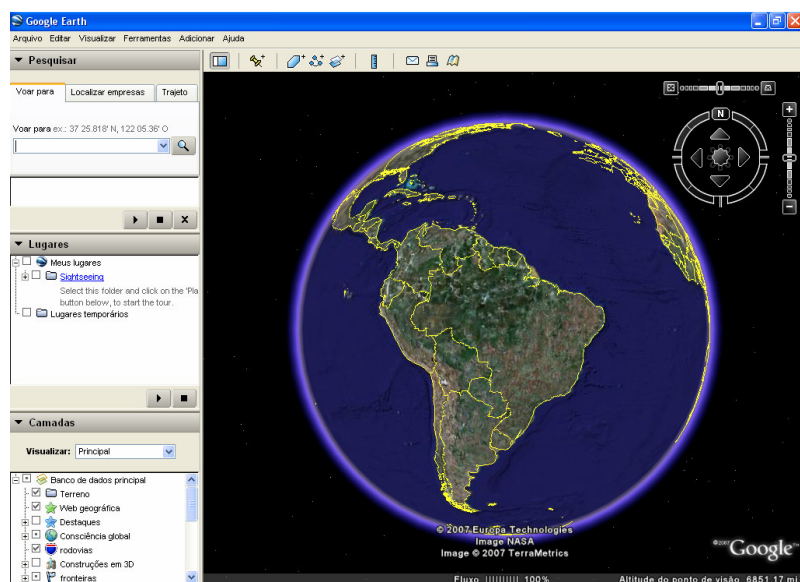


Figura 1:Tela do Google Earth.

3 Desenvolvimento do Trabalho

Esta metodologia utilizou as imagens disponibilizadas pelo *Google Earth* como recurso didático para o ensino de projeções de coberturas para a disciplina de Expressão Gráfica I, ofertada pelo Departamento de Desenho da UFPR para os alunos do primeiro ano dos cursos de Engenharia Civil e Cartográfica. A mesma têm como objetivo, além de auxiliar a visualização tridimensional, motivar e aumentar o interesse dos alunos ao estudo do conteúdo desta Disciplina.

Preende-se explanar aos alunos a forma de obtenção das intersecções de coberturas e mostrar as relações dos elementos geométricos da teoria de projeções cotadas trabalhados anteriormente.

3.1 Representação de uma cobertura em projeção cotada

Na metodologia de ensino utilizada nas disciplinas com conteúdos relacionados às projeções cotadas aplicadas aos cursos de Engenharia, são mostradas as relações dos elementos geométricos primitivos (reta e plano) aos elementos das coberturas. Ao plano geométrico estabelecemos a correspondência com as “águas” do telhado, e às retas com a intersecção de duas águas (ou dois planos). E são estas, mostradas na Figura 2: as Cumeeiras (retas do tipo “horizontal”); espigões ou goivas (retas do tipo “quaisquer”); e os rincões ou água furtada (também retas “quaisquer”).

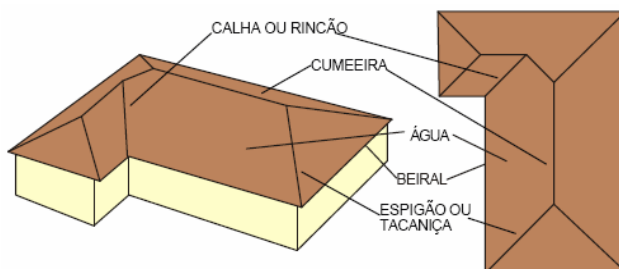


Figura 2:Elementos de uma cobertura. Fonte: Santos, Almeida e Correia, 2002.

A representação de uma cobertura é feita por meio de sua Planta, ou seja, a sua projeção ortogonal no plano horizontal de projeções (Figura 2). Nem sempre a poligonal do perímetro (denominadas linhas de beiral) está toda em mesma cota. Isto porque os respaldos das paredes (onde a cobertura é apoiada) podem ter alturas diferentes. Assim, têm-se os seguintes casos: Respaldos no mesmo nível; Respaldos em níveis diferentes.

Além disso, nem sempre as águas de uma cobertura têm a mesma inclinação. Logo, cada um dos casos anteriores pode ser subdividido em: águas com mesma inclinação (Figura 3a); águas com inclinações diferentes (Figura 3b).

Chama-se inclinação das águas de uma cobertura o menor ângulo que cada uma dessas águas faz com o plano horizontal de projeções. E este ângulo pode ser obtido, conhecendo-se a inclinação, através da reta de maior declive deste plano (ou água).

Qualquer que seja o caso, o problema se resume na procura da intersecção de superfícies. Essas interseções, como foi dito anteriormente, podem ser uma cumeeira, um espigão ou um rincão. As superfícies são as águas da cobertura, e tratando-se de coberturas planas, a linha comum sempre será uma reta.

O processo geral para a determinação das interseções consiste em achar os pontos comuns das horizontais de mesma cota, que são, evidentemente, pontos da intersecção procurada (Figura 3).

No caso de águas de mesma inclinação em respaldos de mesmo nível tem-se o seguinte processo: como as horizontais de mesma cota distam igualmente dos lados da poligonal, as interseções procuradas são as bissetrizes desses lados. Assim, este processo consiste na determinação de bissetrizes, e é chamado *processo das bissetrizes*.

No caso de águas com inclinações diferentes, não é possível utilizar o processo das bissetrizes. Utiliza-se o *processo geral* que consiste em determinar pontos de mesma cota, que são, evidentemente, pontos da intersecção procurada (Figura 3b).

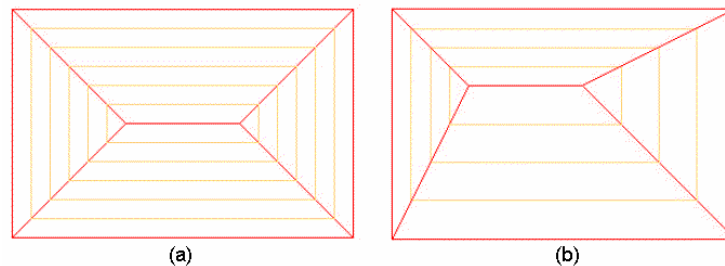


Figura 3: Determinação das intersecções. a) águas de mesma inclinação. b) águas com inclinações diferentes. Fonte: Santos, Almeida e Correia, 2002.

3.2 Escolha e obtenção das imagens de construções através do programa *Google Earth*

Utilizando-se do programa *Google Earth*, foram escolhidas várias coberturas da cidade de Curitiba/PR a serem analisadas geometricamente. A primeira cobertura escolhida foi mais simples (Figura 4), apenas com a finalidade de demonstrar aos alunos a forma de obtenção das intersecções e mostrar as relações dos elementos geométricos trabalhados anteriormente, ou seja, mostrar que as retas oriundas das intersecções dos planos são agora para a aplicação das projeções das coberturas:

- Cumeeiras: retas horizontais, paralelas às linhas de beiral;
- Espigões ou goivas: são retas quaisquer;
- Rincões ou água furtada: são retas quaisquer, e ajudam no escoamento às águas da chuva.

Os alunos normalmente confundem os termos espigão e rincão, não pela finalidade, mas por não terem a visão espacial para poderem diferenciá-los em projeção horizontal. Eles têm dificuldade em visualizar que os mesmos são retas inclinadas em relação ao plano de projeção. Alguns alunos até conseguem “enxergar” que ambos são retas inclinadas, porém não

conseguem “ver” a diferença para indicar o que seria uma Goiva ou uma Água Furtada (que só se observa, mais facilmente em planta, através da indicação do sentido das águas).

Através da imagem os alunos puderam observar na cobertura escolhida, antes mesmo da construção das projeções das intersecções, o número de cumeeiras, rincões e espigões e perceber a diferença entre eles e ainda, observar que as águas possuem a mesma inclinação (Figura 4).



Figura 4: Imagem de uma cobertura, localizada na cidade de Curitiba/PR.

3.3 Obtenção das representações vetoriais no AutoCAD

Nesta fase a imagem foi levada ao software AutoCAD para a obtenção vetorial das intersecções da cobertura, onde foram representados linhas de beiral, cumeeiras, rincões e espigões. Estes foram apresentados em cores distintas, facilitando a discriminação imediata de cada um deles (Figura 5). Um outro elemento pertencente às coberturas, são os denominados “oitão ou empena” indicado na Figura 5 pela linha de beiral “f”, que também são explanados mais facilmente aos alunos com a ajuda da imagem.

Uma forma que também foi utilizada na metodologia apresentada neste trabalho, e que objetiva tornar a explicação da obtenção das intersecções mais simples e compreensível aos estudantes, é a utilização de letras para as linhas beirais. Assim, podemos encontrar a nova direção a partir de duas intersecções, de acordo com o exemplo apresentado na Figura 5.

Temos as bissetrizes ab e ah e para encontrar a direção a ser tomada a partir destas duas intersecções, basta “cancelar” as letras em comum, no caso a letra a , tendo como direção a seguir as linhas de beiral bh (que possuem a mesma direção).

As setas representadas nas águas da cobertura indicam o sentido de escoamento das águas da chuva, e com a ajuda da imagem de satélite, os alunos podem perceber as diferenças entre os termos em que normalmente fazem tanta confusão (rincão e espigão).

Os rincões, também denominados água furtada (representados pela cor amarela na Figura

5), têm a finalidade de ajudar no escoamento das águas da chuva e estão mais abaixo nas coberturas do que os espigões.

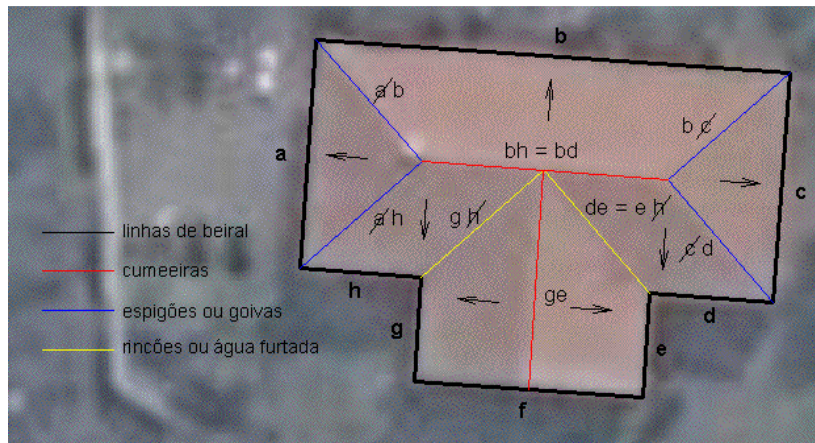


Figura 5: Representação das Interseções, obtidas pelo processo das bissetrizes.

3.4 Obtenção de uma cobertura com águas de diferentes inclinações

Para a situação em que as águas de uma cobertura apresentam inclinações diferentes, procurou-se uma imagem no programa *Google Earth*, também dentro da região metropolitana de Curitiba (Figura 6), obtendo-se assim uma construção que apresentou além das diferenças de inclinação das águas, uma pequena diferença entre os níveis de respaldo. Isto ajudou na explanação aos alunos da parte teórica relacionada a este tipo de situação encontrada nas construções.



Figura 6: Representação das Interseções.

O mesmo procedimento realizado com a primeira imagem capturada foi executado (Figura 7), ou seja, a imagem foi levada ao software AutoCAD para a obtenção vetorial das interseções da cobertura, onde são representados linhas de beiral, cumeeiras, rincões e espigões.

Através das análises feitas em cima da cobertura, pôde-se constatar que as inclinações apresentavam ângulos de 30°, 40° e 45°. A Figura 7 mostra os beirais com estas inclinações,

além das interseções utilizando o processo geral através das horizontais de mesma cota.

Por meio da Figura 7, podemos observar que as interseções foram obtidas utilizando-se o *processo geral*, ou seja, obtendo-se as horizontais de mesma cota (a partir da cota do beiral). Portanto, foram determinadas, em função do ângulo de cada plano, as horizontais de uma unidade de cota a partir da cota dos beirais.

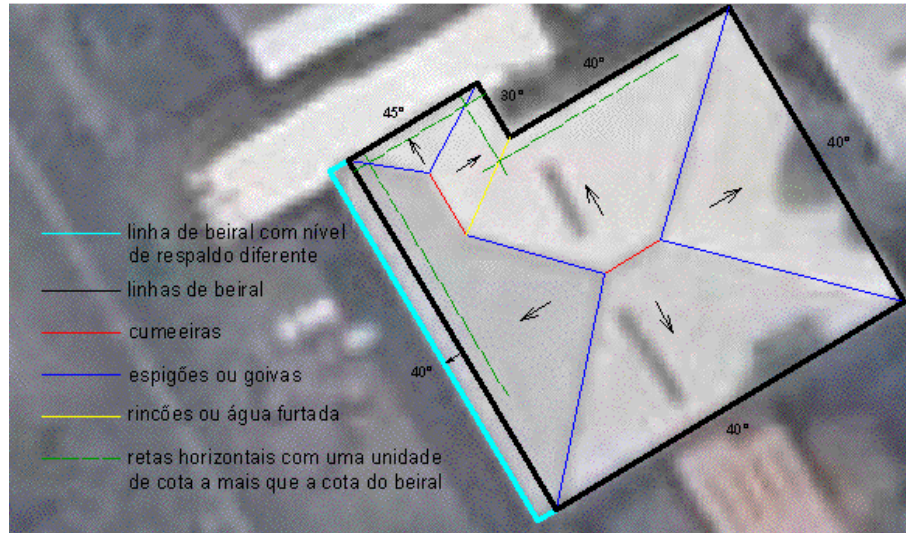


Figura 7: Representação das Interseções, obtidas através do *processo geral*.

3.5 Obtenção da cota da cumeeira principal da cobertura

Outra forma dos estudantes perceberem as aplicações da parte teórica de projeções cotadas (em cima da planta de cobertura) é através da obtenção da cota da cumeeira principal (a mais elevada) e do comprimento de um espigão, onde é determinado o número de telhas goivas para o mesmo. Portanto, em cima da imagem foi possível também obter estas informações, utilizando os conceitos anteriormente estudados pelos alunos.

A cota da cumeeira é obtida a partir da reta de declive do plano analisado (Figura 8), e para tanto utilizamos o ângulo formado pela água cuja cumeeira pertence e o valor do nível do respaldo da linha de beiral deste. Neste caso, apresentado na figura abaixo, utilizamos o plano (água) " α " que tem uma inclinação de 40°. Para o valor do nível do respaldo para a linha de beiral, foi utilizada a cota de 2,80m.

Graduando a reta de declive e aplicando o *teorema de Tales*, obtemos o valor da cota da cumeeira = 14,20m.

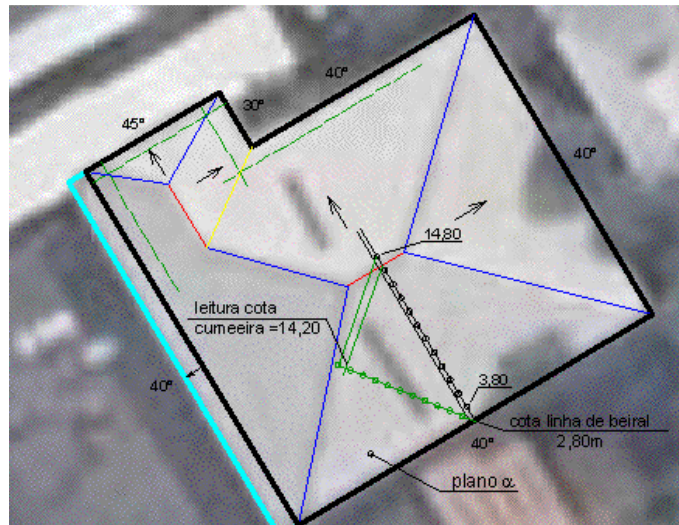


Figura 8:Obtenção do valor da cota da cumeeira principal.

3.6 Obtenção da cota do número de telhas goivas necessárias para um espigão escolhido da cobertura

Para o cálculo do número de telhas goivas, é necessário o conhecimento do valor do comprimento do espigão, ou seja, a sua verdadeira grandeza. Com isto, os alunos podem aplicar a obtenção da verdadeira grandeza de uma reta inclinada em relação ao plano horizontal de projeções. Foi escolhido o espigão mais à direita da cobertura, pertencente à mesma água (plano α) considerada para o cálculo da cota da cumeeira principal.

Sabendo a cota da cumeeira e a cota do nível da linha de beiral, bastou aplicar o processo de rotação de um plano “vertical” pertencente à reta em questão (Figura 9). O valor do comprimento para este exemplo foi de 22,30m e o número de aproximado de telhas goivas foi 67, considerando 3 un. de telhas / metro linear.



Figura 9:Obtenção do comprimento do espigão.

3.7 Orientação aos alunos para a aplicação dos conteúdos apreendidos em sala de aula, utilizando o Google Earth

Nesta fase os alunos tiveram aulas práticas no laboratório de ensino, para poderem aplicar os conhecimentos apreendidos em sala de aula. Foi orientado à escolha de uma cidade e de uma construção de sua preferência (utilizando o programa google earth), podendo ser de suas próprias residências, por exemplo. Com estas imagens eles puderam obter as intersecções das águas, cota da cumeeira principal e número de telhas goivas de um espigão escolhido.

Os procedimentos utilizados na obtenção destes dados foram diferentes dos apresentados, já que os alunos não têm o conhecimento do programa AutoCAD. Os alunos salvaram as imagens em CD ou mandaram via e-mail. Então em cima da imagem impressa, utilizando os instrumentos de desenho (régua, compasso e esquadros) obtiveram os dados solicitados.

4 Conclusões e Considerações Finais

A metodologia de ensino utilizando à técnica do Sensoriamento Remoto tornou-se mais atrativa aos estudantes, aumentando o empenho e rendimento nos seus trabalhos escolares.

As dúvidas sempre presentes em relação às intersecções e principalmente em relação à confusão entre os termos “espigão” e “rincão” foram eliminadas. Isto porque as imagens ajudam muito na visualização tridimensional, tão importante para a compreensão dos conteúdos das disciplinas utilizando sistemas de projeção, como é o caso das projeções cotadas e geometria descritiva.

Pretende-se aperfeiçoar ainda mais a metodologia, aumentando o número de dados a serem obtidos das imagens, tais como: medição de distâncias; visão tridimensional da construção analisada, entre outras. Ou seja, explorar mais a ferramenta Google Earth para que as aulas tornem-se ainda mais produtivas.

Referências

- [1] CAMBOIM, Silvana Philippi; SANTOS, Roberto Oliveira. Explorando el Google Earth. **Revista InfoGEO**, pp. 15-17, ano 2, nº 4, abril/maio/junho, 2006.
- [2] DINIS, Maria Carolina; BERNARDES, Jaque; BORDIM, Rafael Gustavo; COELHO, Alexandre Hering. Viabilidade da utilização da ferramenta Google Earth na construção de base cartográfica para ferrovia. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais**. pp. 1251-1256. Florianópolis: INPE, 2007.
- [3] GODINHO, Jones; FALCADE, Ivanira; AHLERT, Siclério. O uso de imagens de satélite como recurso didático para o ensino de Geografia. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais**. pp. 1485-1489. Florianópolis: INPE, 2007.
- [4] RANGEL, Alcyr Pinheiro. **Desenho Projetivo: Projeções Cotadas**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1976.
- [5] SANTOS, Josenildo dos; ALMEIDA, Iolanda Andrade C.; CORREIA, Ana Magda A. Interpretando a geometria euclidiana através dos estudo de telhados. In: XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. INGEGRAF Santander. **Anais**. Espanha, 2002.