

CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO DA VARIÁVEL VISUAL COR NAS REPRESENTAÇÕES CARTOGRÁFICAS TRIDIMENSIONAIS

Juliana Moulin Fosse¹
Luis Augusto Koenig Veiga²
Claudia Robbi Sluter³

¹Universidade Federal do Paraná – UFPR – Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas - jumoulin@ufpr.br

²Universidade Federal do Paraná – UFPR – Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas - kngveiga@ufpr.br

³Universidade Federal do Paraná – UFPR – Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas – robbi@ufpr.br

RESUMO

Este trabalho apresenta algumas considerações sobre a aplicação da variável visual cor num ambiente VRML (*Virtual Reality Modeling Language*) para representações cartográficas tridimensionais e interativas. Para isso, foi gerado e analisado um modelo com vários prismas de diferentes tons de cor e diferentes fontes de luz a fim de estudar e analisar seus efeitos visuais na comunicação cartográfica. Depois, outros dois modelos VRML, representando o campus Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná foram gerados, usando as variáveis visuais tom de cor e luminosidade, respectivamente. Nestes modelos pode-se perceber de forma mais realista a aplicação dessas variáveis visuais e como elas se comportam mediante a incidência da luz, por se tratar de uma representação real de uma área conhecida.

Palavras-chave: Representação Cartográfica, Cor, VRML.

CONSIDERATIONS ON THE USES OF VISUAL THE COLOR VARIABLE IN THE THREE DIMENSIONAL CARTOGRAPHIC REPRESENTATIONS

ABSTRACT

This work presents some considerations about using color as visual variable applied to three dimensional and interactive cartographic representations. The cartographic representations are generated by VRML (Virtual Reality Modeling Language) as virtual worlds. First, a model as a set of prisms was created. On these prisms, different color hues and light sources were applied in order to study and analyze their visual effects for cartographic communication. Then, in the second step of this research two other 3D representations (VRML models) of Federal University of Paraná Campus were generated. Over these models colors were applied in accordance with hue and value variation. The University Campus models allowed for a better analysis of the color effects because they depict a known and real geographic region.

Keyword: Cartographic Representation, Color, VRML

1. INTRODUÇÃO

Neste trabalho é apresentado um estudo sobre a influência da variável visual cor, de acordo com suas dimensões espaciais tom e luminosidade, para representações cartográficas tridimensionais e interativas. Segundo FOSSE (2004), a questão norteadora deste trabalho foi: o quanto a utilização das variáveis visuais relacionadas a cor podem ser eficientes para comunicar diferentes características das feições geográficas, quanto a representações em mundos virtuais (tridimensionais e interativos)? Os resultados apresentados neste artigo são parte da dissertação de mestrado intitulada “Representação Cartográfica Interativa Tridimensional: Estudo da Variável Visual Cor em Ambiente VRML” (FOSSE, 2004).

Inicialmente foi definida a necessidade de se entender as variações visuais conseqüentes da cor e das fontes de iluminação. Para tanto, foi construído com a VRML (*Virtual Reality Modeling Language*) um modelo composto por vários prismas. Para os diferentes prismas foram aplicados diferentes tons de cor,

e este modelo foi testado para diferentes fontes de luz. Ademais, a Realidade Virtual (RV) tem possibilitado a modelagem de mundos virtuais tridimensionais e através da Internet é possível a um grande número de usuários acessá-los, a qualquer momento e sem nenhum custo. Assim, a combinação da Cartografia com a RV torna possível a criação de um novo tipo de produto cartográfico, no qual o usuário poderá interagir com a representação, e em alguns casos, até mesmo ter a sensação de fazer parte dela, através de um processo imersivo ou semi-imersivo.

De acordo com TAYLOR (1994), as pesquisas sobre visualização sugerem que imagens semelhantes ao mundo tridimensional natural sejam usadas em modelos, de forma que tanto a análise como a comunicação sejam aperfeiçoadas. Ainda segundo o autor, a visualização requer o uso das recentes tecnologias computacionais para análise e apresentação de dados, podendo apresentar ao usuário um método visual de entendimento mais complexo e comunicar de novas formas a realidade dos dados expostos na tela do computador.

O principal objetivo da representação visual dos dados é explorar a eficácia do sistema visual humano no reconhecimento de padrões e estruturas espaciais, objetivando a análise, processamento e tomada de decisão. A visualização busca enfatizar intuitivamente algumas características já destacadas e representar dados relevantes para o usuário, que são ou não naturalmente percebidos, fazendo com que se tornem entendidas mais fácil e intuitivamente pelo mesmo (ROBERTSON, 1988, apud TAYLOR, 1994).

Dessa maneira, uma representação tridimensional torna-se importante para representar de maneira mais inteligível informações referentes ao mundo real. A RV têm se destacado como uma tecnologia de representação capaz de criar mundos virtuais em três dimensões e interativos, que pode facilitar o entendimento humano, produzir *insights* e proporcionar tomadas de decisão mais coerentes por parte do usuário, a partir de uma visualização mais eficaz das informações.

Uma das possibilidades de se criar mundos virtuais é pela VRML. A VRML tem por objetivo levar ao usuário comum a RV através da Internet. Esta linguagem permite a criação de ambientes virtuais por onde se pode navegar, visualizar objetos de diferentes ângulos e interagir com eles. Um mundo VRML é um conjunto de objetos que pode conter geometrias, sons, imagens, etc. As primitivas geométricas definidas na VRML são: a caixa, o cone, o cilindro e a esfera, que por *default* são sólidas. O modelo de cor adotado por esta linguagem é RGB, com valores normalizados entre zero e um. Com a combinação das cores vermelha (*red*), verde (*green*) e azul (*blue*) origina-se as demais cores. Porém, é necessário que alguns cuidados sejam tomados em relação à fonte de luz que ilumina este mundo virtual, a qual pode tanto auxiliar a comunicação cartográfica como prejudicá-la. Para se ter acesso a um arquivo VRML deve ser instalado um *plug-in* em anexo ao *browser* da Internet.

2. ALTERAÇÕES NA COR DE UM OBJETO VIRTUAL SEGUNDO A FONTE DE LUZ

A VRML permite atribuir facilmente cores às geometrias descritas nos modelos virtuais tridimensionais. Porém, a cor de um objeto pode ser visualmente modificada em função da fonte de luz existente neste mundo virtual. Assim como no mundo real o sol, uma lâmpada, uma lanterna, ou qualquer outra fonte de luz é necessária para iluminar o ambiente, o mundo virtual também necessita de uma fonte de luz para ser iluminado e assim, conseqüentemente, o usuário poder visualizar as informações representadas neste mundo virtual.

Em VRML há uma fonte de luz *default*, que é posicionada como se estivesse próxima à cabeça do usuário, como se ele usasse um capacete com uma lanterna e cada movimento seu fosse acompanhado pela mesma. Conseqüentemente, a parte da geometria que está de frente para a fonte de luz é mais iluminada, recebendo proporcionalmente menos luz as demais faces, e ocasionando com isso uma variação em saturação num mesmo objeto de uma só cor.

Em algumas situações, uma fonte de luz específica pode trazer benefícios ao usuário, tais como enfocar algumas geometrias mais relevantes vistas a partir de um determinado ponto de vista. Por outro lado, também pode prejudicar a visualização da informação, principalmente quando for o caso de um ambiente que contém um número grande de geometrias de mesma cor num espaço proporcionalmente pequeno.

Um modelo, composto por prismas de diferentes tons de cor, foi gerado com a finalidade de demonstrar e avaliar a aplicação de diferentes fontes de luz que podem ser exploradas no ambiente VRML. Este modelo, iluminado pela fonte de luz *default* da VRML (*HeadLight*) é descrito a seguir. Esta fonte de luz *HeadLight* ilumina diretamente a face da geometria posicionada de frente para o usuário, por acompanhar a posição da sua cabeça, e, por conseqüência, as demais faces recebem proporcionalmente menos luz. A Figura 1 representa um esboço do modelo gerado, com os eixos do sistema e a posição do usuário.

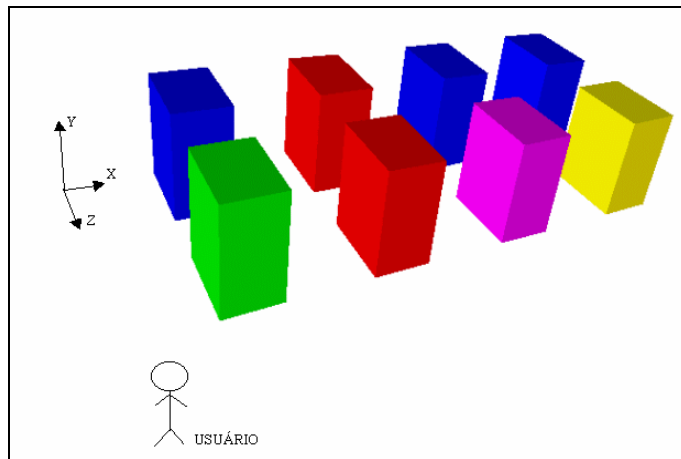


Figura 1 – Fonte de Luz *HeadLight*

O mesmo modelo é representado na Figura 2, porém é como se o usuário mudasse de posição, ficando exatamente na frente do mesmo. Nota-se mais claramente que há uma variação em saturação entre as faces diretamente iluminadas e as faces laterais dos prismas, que são menos iluminadas. Na Figura 3 o modelo é visto como se o usuário mudasse de posição a ponto de vê-lo como se o mesmo estivesse sido rotado aproximadamente 180° da posição original. E mais uma vez, pode ser percebido uma variação em saturação entre as faces iluminadas de cada prismas.

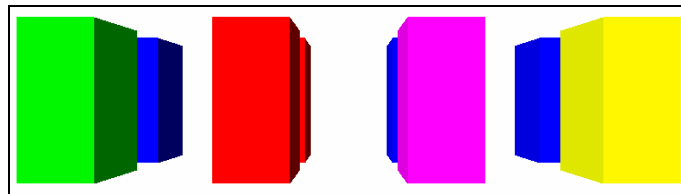


Figura 2 – Fonte de Luz *HeadLight* (Posição Frontal)

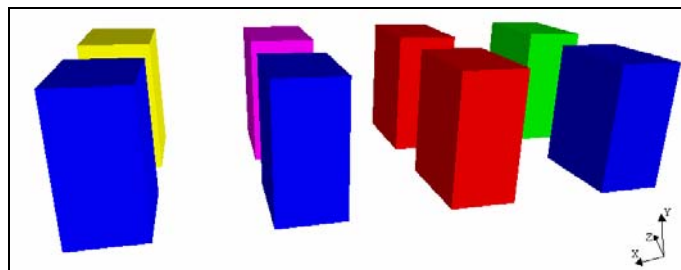


Figura 3 – Fonte de Luz *HeadLight* (Posição Lateral Oposta)

A seguir, é representado o mesmo modelo das figuras anteriores, porém com o efeito de uma fonte de luz (*DirectionalLight*) posicionada no infinito e emitindo a luz na direção positiva do eixo x do sistema VRML. Assim, apenas as faces das geometrias voltadas para a direção da fonte de luz são iluminadas, independentemente do ponto de vista do usuário. Um esboço desse modelo é representado a seguir na Figura 4:

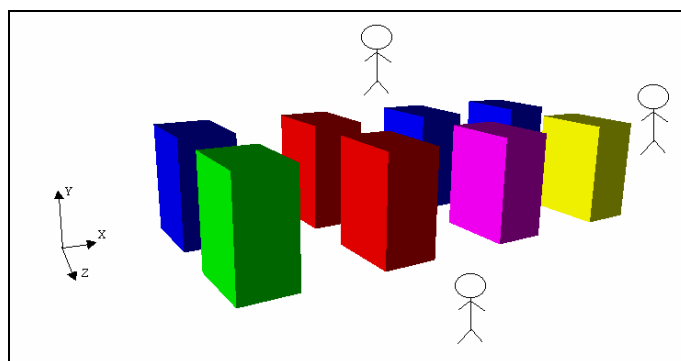


Figura 4 – Fonte de Luz *DirectionalLight*

Na Figura 5, o ponto de vista do usuário é de frente para o modelo (como ilustrado na Figura 4) e como a fonte de luz está no eixo x, perpendicular ao ângulo de vista do usuário, este consegue ver apenas as faces iluminadas dos prismas que estão à sua direita. Nota-se, portanto, que não é possível visualizar as arestas dos prismas que estão à esquerda do usuário, como por exemplo, do prisma verde, o que pode ser relevante em algumas aplicações cartográficas. Ademais, geometrias de mesma cor podem tornar-se indistinguíveis, como é o caso dos dois prismas vermelhos, pois não há visualmente um limite entre as duas geometrias. Isso ocorre porque dependendo da posição que o modelo se encontra em relação à fonte de luz, mais de uma face pode receber quantidades iguais de iluminação e conseqüentemente empobrecer a noção de tridimensionalidade do objeto, perdendo os limites visuais entre as faces da geometria.

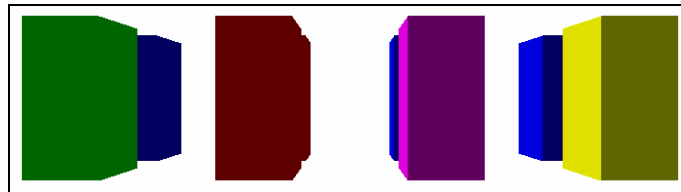


Figura 5 – Fonte de Luz *DirectionalLight* (Posição Frontal)

Na Figura 6 e na Figura 7, o usuário muda seu ponto de vista e como a fonte de luz é fixa a quantidade de luz nas faces não se altera em função de sua posição. Por este motivo, na Figura 8 nenhuma face dos prismas pode ser vista, pois o modelo é visto do lado oposto à fonte de luz. Num caso como este, o usuário pode perder a noção de volume dos objetos representados.

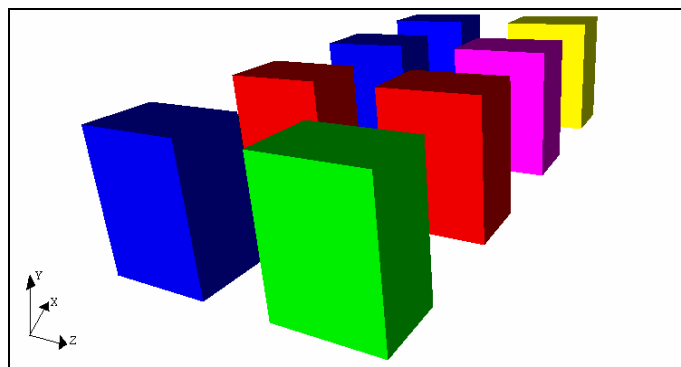


Figura 6 – Fonte de Luz *DirectionalLight* (Posição Lateral A)

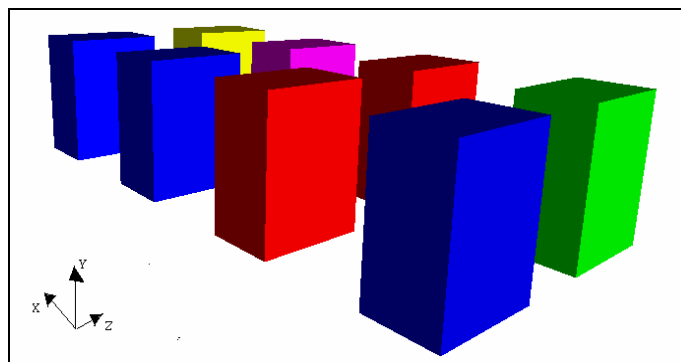


Figura 7 – Fonte de Luz *DirectionalLight* (Posição Lateral B)

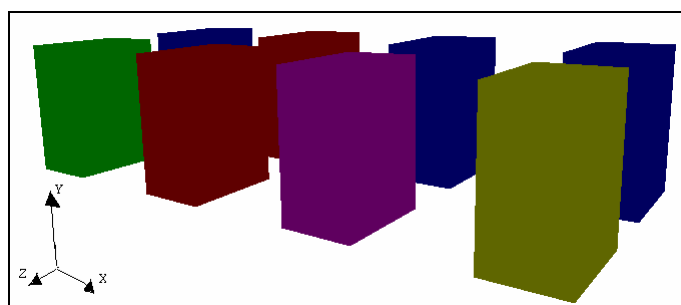


Figura 8 – Fonte de Luz *DirectionalLight* (Posição Lateral C)

A seguir ilustra-se o comportamento de uma fonte de luz pontual (*PointLight*) que foi localizada no centro do modelo, entre os quatro prismas centrais, irradiando luz em todas as direções, como pode ser observado. Nesse caso apenas as faces dos prismas voltadas para o centro do modelo recebem intencionalmente mais luz. A Figura 9 representa o ponto de vista do usuário que está exatamente de frente para o modelo. Na Figura 10 e na Figura 11, o ponto de vista do usuário é alterado e nas duas figuras pode-se perceber apenas a iluminação nas faces voltadas, simultaneamente, para a fonte de luz e para o usuário.

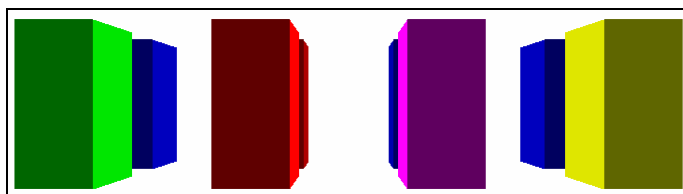


Figura 9 – Fonte de Luz *PointLight* (Posição Frontal)

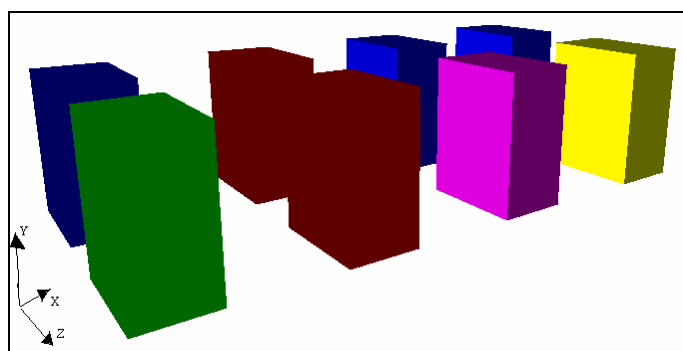


Figura 10 – Fonte de Luz *PointLight* (Posição Lateral A)

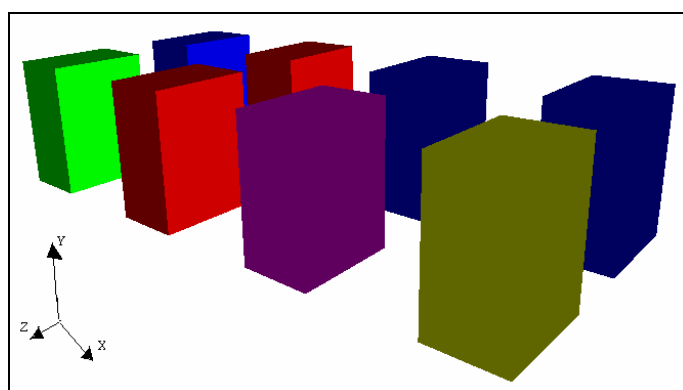


Figura 11 – Fonte de Luz *PointLight* (Posição Lateral B)

No exemplo a seguir (Figura 12) é representada uma fonte de luz de formato cônico (*SpotLight*) e também localizada no centro do modelo, porém, a uma certa altura sobre os prismas. Essa fonte de luz pode ser usada para iluminar uma região definida pela sua distância da fonte de luz e pelo ângulo de máxima iluminação, definindo assim seu formato cônico e podendo limitar a região iluminada do modelo, mesmo tendo a face da geometria voltada para fonte de luz.

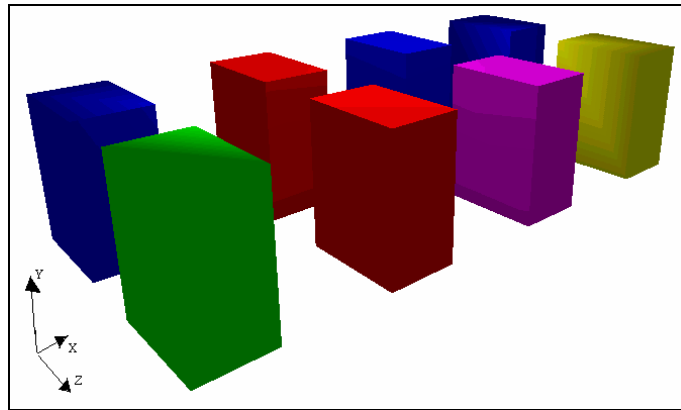


Figura 12 – Fonte de Luz *SpotLight*

Por fim, o modelo é representado sem nenhuma fonte de luz. Dessa maneira, independente da posição do usuário o modelo é visto como se fosse “chapado” e perde-se a noção de tridimensionalidade, o que pode ser visto na Figura 13 e na Figura 14, em diferentes pontos de vistas.

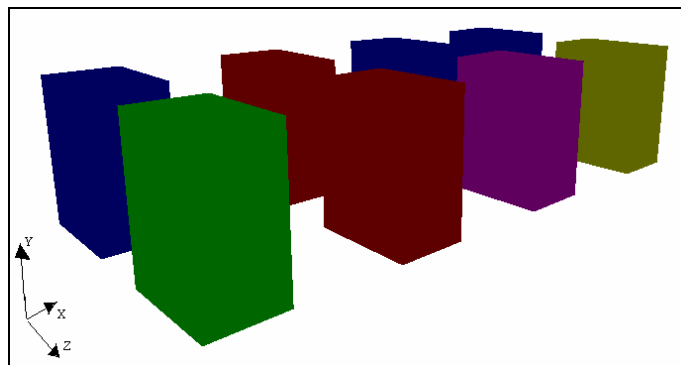


Figura 13 – Sem Fonte de Luz (A)

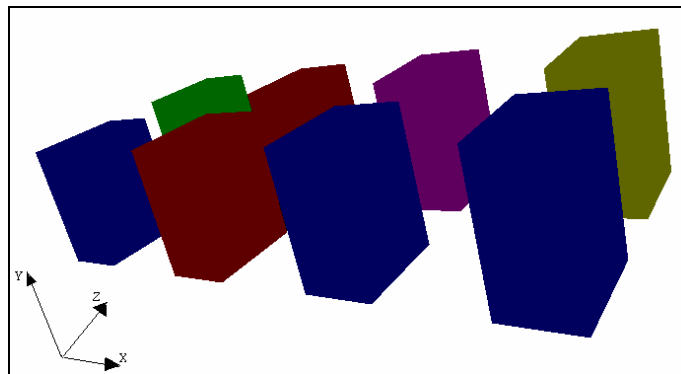


Figura 14 – Sem Fonte de Luz (B)

Nota-se, portanto, que a iluminação pode alterar significativamente a cor de um objeto representado em VRML. Essa alteração em saturação da cor é vinculada à posição e ao tipo de fonte de luz presente no ambiente virtual, podendo variar de acordo com a posição do usuário em relação a esses objetos representados.

Dois outros modelos foram gerados, para representar o campus Centro Politécnico da UFPR. Nestes modelos usou-se as variáveis visuais tom (Figura 15a) e luminosidade (Figura 15b) da cor para representar diferentes tipos de informações, como é mostrado nos mapas bidimensionais. Entretanto, na geração dos respectivos modelos tridimensionais utilizou-se a fonte de luz *default*, por ser a que gera os resultados mais adequados à finalidade desse trabalho, que é a de navegação e visualização.

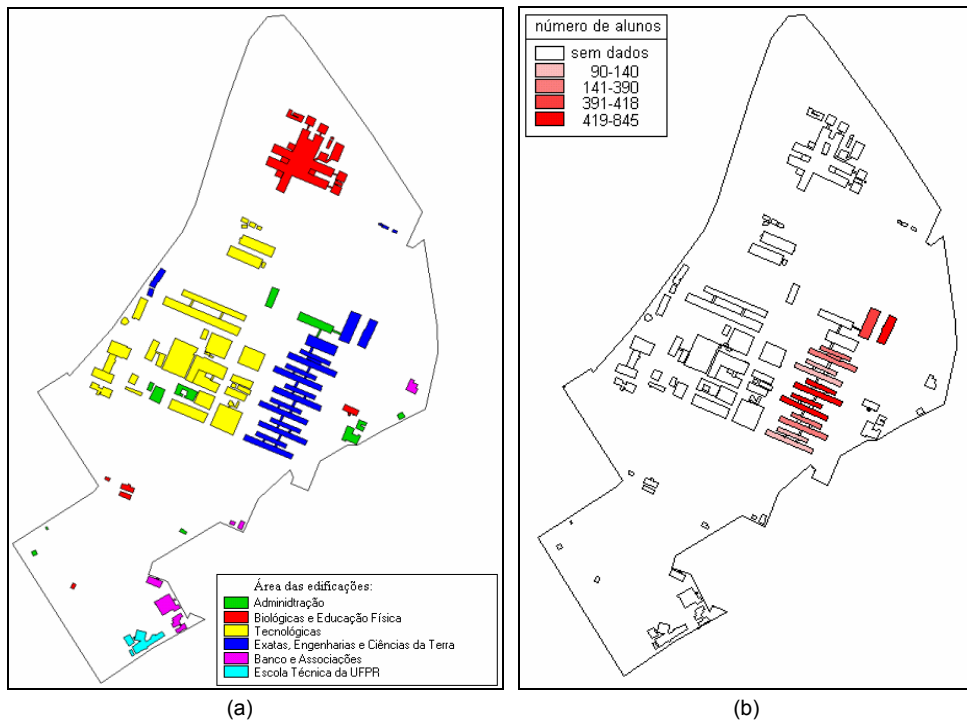


Figura 15 – Representação Bidimensional dos Modelos Variando em Tom (a) e Luminosidade (b) de Cor.

A primeira análise realizada foi o uso da variável visual tom de cor para a representação de diferentes classes de uma informação temática, definida no nível de medida nominal. Esta classificação deu-se segundo os diferentes setores do campus da UFPR, sendo eles: Setor Administrativo; Setor de Biologia e Educação Física; Setor das Tecnológicas; Setor das Ciências de Terra, Exatas e Engenharias; Escola Técnica e; Banco e Associações. A Figura 16 apresenta o modelo tridimensional gerado visto de diferentes pontos de vista. Neste exemplo, percebe-se a variação em saturação sobre o mesmo objeto tridimensional usando o mesmo tom de cor. Porém, também é perceptível que esta variação é diferente em determinados tons, como, por exemplo, comparando o tom de cor amarelo e azul.

Isto ocorre devido ao brilho natural das diferentes cores. Ao observar-se as cores do espectro visível, nota-se que o amarelo tem mais brilho que o azul. Portanto, a variação em saturação, resultante dos sombreados, será diferente para os diferentes tons de cor. Isto influencia diretamente tanto a percepção das formas dos objetos como também introduz ênfases visuais não desejáveis.

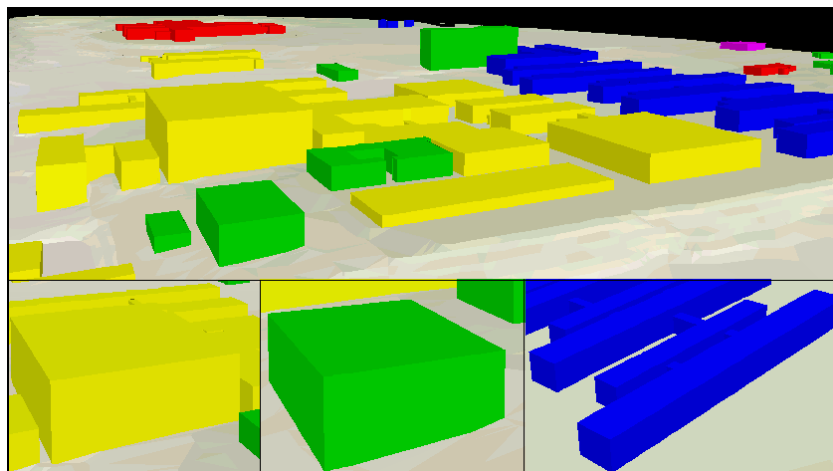


Figura 16 – Variação do Modelo Tridimensional em Tom de Cor

A Figura 17 ilustra a aplicação da variável visual luminosidade para a representação do nível de medida ordinal na classificação das edificações que compõem o campus. Para os mapas bidimensionais as variações em luminosidade são associadas às percepções ordinais. Nas representações tridimensionais as percepções ordinais estão também presentes na visualização do modelo, como já visto, a iluminação introduz variações em saturação.

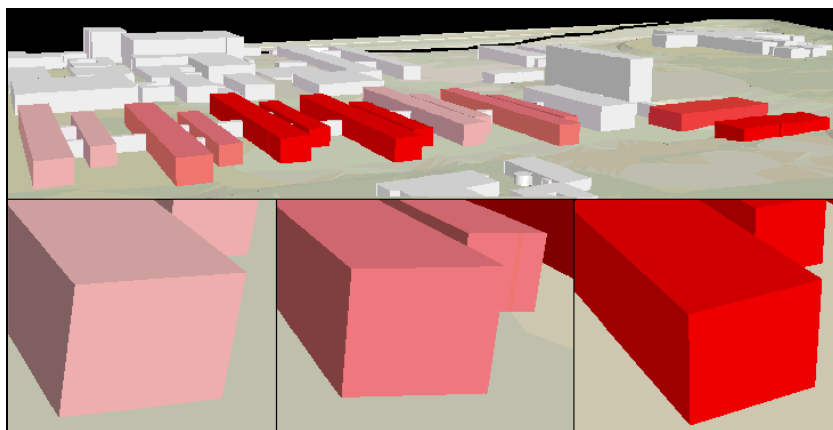


Figura 17 – Variação do Modelo Tridimensional em Luminosidade

Apesar das variações em saturação não prejudicarem a percepção de ordem, podem limitar o número de classes possíveis de serem representadas. A limitação do número de classes é conseqüente do nível baixo de luminosidade para os prismas mais escuros. A Figura 1 exemplifica esta situação, pois mostra que a percepção da forma dos objetos se torna mais difícil na medida que as cores utilizadas nos mesmos são mais escuras. Portanto, nas representações tridimensionais o número máximo de classes do fenômeno depende não somente de nossa capacidade de distinguir os diferentes níveis de luminosidade para as diferentes cores, como também de nossa capacidade de distinguir as formas dos objetos, conseqüentemente dos diferentes níveis de iluminação de suas faces.

5. CONCLUSÃO

A VRML mostrou ser uma linguagem em potencial para explorar a visualização cartográfica, porém alguns cuidados devem ser tomados em consideração ao uso da variável visual cor aplicada como nível de medida a um modelo tridimensional.

Através da variável visual tom de cor, tem-se uma classificação nominal do fenômeno representado no modelo tridimensional. Porém, devido a iluminação presente neste modelo, essa variação em tom de cor também sofre uma variação em saturação, o que introduz a uma percepção ordinal. Esta variação em saturação é diferente em determinados tons, devido ao brilho natural das diferentes cores do espectro.

Quanto a variável visual luminosidade, ao ser aplicada para representar um nível de medida num dado modelo, esta sugere uma percepção ordinal das informações, tanto numa representação bidimensional quanto numa representação tridimensional. Porém, da mesma maneira que a iluminação introduz uma variação em saturação sobre a variável visual tom de cor, no modelo tridimensional, essa também introduz uma variação em saturação sobre a variável visual luminosidade, entretanto, a noção de ordem dada a essa classificação mantém-se. Por conseqüência, o número máximo de classes do fenômeno representado passa a depender tanto de nossa capacidade de distinguir os diferentes níveis de luminosidade para as diferentes cores, quanto de nossa capacidade de distinguir as formas dos objetos representados no modelo tridimensional, originados dos diferentes níveis de iluminação de suas faces.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FOSSE, Juliana Moulin. **Representação Cartográfica Interativa Tridimensional: Estudo da Variável Visual Cor em Ambiente VRML**. Curitiba, 2004. 134 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Setor de cCiências da Terra, Universidade Federal do Paraná. No prelo.

TAYLOR, D. R. Fraser. Uma base conceitual para a Cartografia: Novas direções para a era da informação. **Caderno de Textos – Série Palestras**, São Paulo, v. 1, n.1, p. 11-24, ago., 1994. Tradução.