

k

**AUTOR : DELSON JOSÉ CARVALHO DINIZ**

**TÍTULO : CONTRIBUIÇÃO DA TECNOLOGIA DIGITAL NO ESTUDO DA  
INSOLAÇÃO NAS EDIFICAÇÕES**



Monografia apresentada ao Curso de Especialização  
em Geoprocessamento da Universidade Federal de  
Minas Gerais para a obtenção do título de  
Especialista em Geoprocessamento

Orientadora :

**MARIA MÁRCIA MAGELA MACHADO**

**2002**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFIA

IV CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO

CONTRIBUIÇÃO DA TECNOLOGIA DIGITAL NO ESTUDO DA INSOLAÇÃO  
NAS EDIFICAÇÕES

AUTOR : DELSON JOSÉ CARVALHO DINIZ  
ORIENTADORA: MARIA MÁRCIA MAGELA MACHADO

**2002**

## AGRADECIMENTO

À minha orientadora Profa. MÁRIA MÁRCIA  
MAGELA MACHADO, pela dedicação, interesse, paciência e competência.

À minha família, razão do meu viver.

## SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO .....	09
1.1 - APRESENTAÇÃO.....	09
1.2 - OBJETIVOS .....	10
1.3 - ESTADO DE ARTE .....	11
2- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	12
2.1 - PLANTA PLANI-ALTIMÉTRICA DO TERRENO .....	12
2.2 - INSOLAÇÃO – CONFORTO AMBIENTAL .....	12
2.2.1 – Radiações solares .....	12
2.3 - GALÁXIAS.....	15
2.3.1 - O SISTEMA SOLAR .....	16
2.3.2- O SOL .....	18
2.3.3 - A TERRA .....	21
A – Dados astronômicos – Planeta Terra .....	21
B – Elementos importantes do globo terrestre .....	23
C – Movimentos da terra .....	31
D – Movimento orbital (anual) da Terra – as estações do ano ..	32
3- DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO .....	34

3.1 -	ÁREA DE ESTUDO .....	35
3.2 -	DADOS TÉCNICOS.....	39
3.3 -	BASE DE DADOS .....	39
3.4 -	TRATAMENTO DE DADOS .....	40
3.5 -	CONSTRUÇÃO DA MAQUETE ELETRÔNICA .....	40
3.5.1-	Limpeza topológica .....	40
3.5.2-	Estruturação de <i>layers</i> .....	40
3.5.3-	Modelagem dos sólidos .....	41
3.5.4-	Georeferenciamento .....	42
3.5.5-	Simulações quanto à insolação .....	46
3.6 -	CONCLUSÃO FINAL .....	51
3.6.1 –	Denominação das fachadas do Ed.Antares .....	51
3.6.2 -	Estudo das fachadas .....	52

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de temperatura da Terra .....	13
Figura 2 – Vista da Via-Láctea-distância 1 milhão de anos luz.....	16
Figura 3 – Imagens do Sol e da Terra .....	18
Figura 4 –Detalhes do Sol.....	20
Figura 5 – O Sistema Solar a 10 milhões de kms .....	20
Figura 6 – A Terra e a órbita da Lua - distância de 1 milhão de kms.....	22
Figura 7 – A Terra vista a uma distância de 100.000 kms .....	22
Figura 8 – A Terra vista a uma distância de 10.000 kms .....	23
Figura 9 – Elementos importantes do globo terrestre .....	24
Figura 10 – América do Sul .....	26
Figura 11 – Mapa do Brasil .....	27
Figura 12 – Mapa de Minas Gerais .....	28
Figura 13 – Imagem de satélite de Minas Gerais .....	28
Figura 14 – Imagem do Satélite Landsat-Região Metropolitana de BH.....	29
Figura 15 – Mapa da Região Metropolitana de Belo Horizonte.....	30
Figura 16 – Vista aérea de Belo Horizonte .....	31
Figura 17 – As estações do ano .....	32
Figura 18 – Solstício e equinócio .....	34

Figura 19 – Foto aérea da área na escala 1:8000.....	36
Figura 20 – Foto aérea da mesma área na escala 1:8000.....	36
Figura 21 – Foto aérea mostrando os Ed.Antares e Vecchio .....	37
Figura 22 – Foto aérea ampliada do mesmo local .....	38
Figura 23 – Organização de dados .....	41
Figura 24 – Figura em 3D das edificações e arruamentos .....	42
Figura 25 – Posição dos pontos principais do terreno .....	45
Figura 26 – GPS marca Garmin, modelo Etrex .....	46
Figura 27 – Efeito de iluminação e sombra- Dia 15 de janeiro às 10horas....	47
Figura 28 – Efeito de iluminação e sombra- Dia 15 de julho às 10horas .....	47
Figura 29 – Efeito de iluminação e sombra- Dia 15 de janeiro às 15horas....	48
Figura 30 – Efeito de iluminação e sombra- Dia 15 de julho às 15horas .....	48
Figura 31 – Efeito de iluminação e sombra- Dia 15 de janeiro às 10horas... .	49
Figura 32 – Efeito de iluminação e sombra- Dia 15 de julho às 10horas.....	49
Figura 33 – Efeito de iluminação e sombra- Dia 15 de janeiro às 15horas... .	50
Figura 34 – Efeito de iluminação e sombra- Dia 15 de julho às 10horas.....	50

## **RESUMO**

Sempre foi uma grande preocupação das pessoas o conforto nos seus locais de moradia, trabalho, descanso, lazer, etc. O Sol, estrela central do sistema, fator fundamental de vida no planeta, é também o centro dos estudos científicos dos arquitetos, urbanistas, engenheiros, empresários e ambientalistas, etc. visando o conforto de todos os ambientes ocupados pelos seres humanos, ambientes tanto internos como externos. Sabe-se que para a idealização, projeto e execução de qualquer obra que irá atender as pessoas nas suas mais variadas atividades, o ponto de partida é o estudo do terreno onde a mesma será implantada. Esta análise, na sua parte inicial é realizada pela Topografia, ciência que estuda uma pequena parcela da superfície da terra sem levar em consideração a sua esfericidade, considerando tanto a parte planimétrica, que estuda a forma e as dimensões da área em questão, como a parte altimétrica, que estuda o seu relevo. Usando ainda a Topografia para extensões pequenas, e a Cartografia para extensões maiores, pode-se posicionar a reduzida área em estudo dentro do contexto Globo Terrestre, através das coordenadas geográficas, U.T.M. ou outras. Modernamente, com os grandes avanços das ciências ligadas à computação, é possível aliar os recursos do CAD (*Computer Added Design*) com um grande número de *softwares* que, paralelamente aos chamados SIGs (Sistema de Informação Geográfico) torna possível geo-referenciar uma área para estudos de insolação, determinante em qualquer iniciativa em termos de conforto ambiental. Verificou-se que a utilização da tecnologia SIG possibilitou uma maior agilidade no processo de análise da insolação em um local e suas interferências no conforto ambiental.

## **1 - INTRODUÇÃO**

## **1.1 - APRESENTAÇÃO**

O posicionamento exato de uma área qualquer destinada a execução de uma obra, como também a sua orientação correta são condições indispensáveis para o estudo da insolação no local, possibilitando aos profissionais envolvidos todos os elementos necessários para uma perfeita orientação desta obra com todas as suas conseqüências. Tradicionalmente tais cálculos são realizados utilizando complicados estudos que englobam o sistema solar, estudos da terra em particular, com seu movimento de rotação em torno do seu eixo ocasionando o dia e a noite, seu movimento de translação em torno do sol, com o seu eixo de rotação inclinado de  $\epsilon = 23^\circ 27' 08''$  sobre o plano da eclíptica, num período de aproximadamente 365 dias, proporcionando as estações do ano. Tomando como base tais estudos e a posição exata da área no globo terrestre é possível, após trilhar complicados caminhos, chegar a construção dos chamados Gráficos de Insolação (passando pela construção dos Gráficos de Azimutes do Sol, Gráficos de Alturas do Sol, Gráficos de Sombras do Sol, Hora do Nascer e do Ocaso, Diagramas de Luz e Sombra, etc). O presente trabalho tem por finalidade explorar as potencialidades do uso do Geoprocessamento no estudo da insolação das construções de um modo geral, simplificando toda a metodologia ao possibilitar o estudo da insolação em uma construção em qualquer hora do dia e em qualquer dia do ano.

## **1.2 – OBJETIVOS**

## GERAL

Propor a utilização do Geoprocessamento no estudo da insolação nas edificações de um modo geral, com agilidade e segurança.

## ESPECÍFICOS

- Elaboração da planta plani-altimétrica do terreno
- Posicionamento da edificação no terreno
- Georeferenciamento da área
- Elaboração em 3D dos volumes da edificação a ser executada e edificações vizinhas (executadas ou por executar)
- Verificação da potencialidade do *soft MicroStation: CAD, Geoterrain e Descartes* para o estudo da insolação e sombras nas edificações em estudo.

## **1.3 – ESTADO DE ARTE**

A humanidade passou por um grande avanço tecnológico no século passado em todas as áreas do conhecimento, entretanto o fator principal que possibilitou tantos avanços foi, sem nenhuma dúvida, o desenvolvimento fantástico da informática, que disponibilizou um grande número e variedades de *softwares* com aplicações em todas as atividades. Vários são os *softwares* criados para aplicações na Topografia, e dentre eles podemos citar o *TopoGRAPH* como tantos outros que, juntamente com o grande desenvolvimento dos equipamentos de campo e escritório (com a utilização da computação) vieram agilizar e dar segurança aos trabalhos, possibilitando cada vez mais a redução das margens de erros. O uso de aparelhos que armazenam os dados colhidos em campo, a facilidade de migrar tais dados dos aparelhos diretamente aos *softwares* específicos, os cálculos elaborados, o uso do CAD – *Computer Added Design* na produção dos desenhos, o emprego de programas que possibilitam cálculo de áreas, de volumes de terraplenagem, a análise dos resultados, os estudos de viabilidades e outros, deram à Topografia um avanço jamais previsto. Na Cartografia os SIGs possibilitaram o armazenamento de informações em quantidades incalculáveis, com grande facilidade de manipulação e cruzamento de dados. A evolução da aerofotogrametria, do sensoriamento remoto, das imagens de satélites e muitos outros, gera uma sensação também de pesar, pois somente uma pequena parte destes conhecimentos são utilizados em toda sua potencialidade.

O uso da tecnologia SIG – Sistema de Informações Geográficas especificamente no estudo da insolação das edificações poderá agilizar e dar credibilidade maior ao processo, pois disponibiliza para os profissionais uma grande quantidade de informações acessadas com facilidade, possibilitando análises rápidas e rigorosas.

## **2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 – Planta plani-altimétrica do terreno**

A topografia, que estuda a representação detalhada de um trecho da superfície da terra sem levar em consideração sua esfericidade, é a ciência que fornecerá os dados iniciais para o trabalho. A Topografia, genericamente, pode ser dividida em duas partes principais: a Planimetria estuda a forma, as dimensões e os elementos principais do terreno, tais como: estradas, cercas, lagoas, rios, construções existentes, vegetação, etc. projetados em um plano horizontal, comumente denominado de Plano Topográfico. A outra, denominada Altimetria estuda o relevo, sua análise, sua interpretação e sua representação. No conjunto, a planimetria e a altimetria podem ser representadas por um só desenho, denominado de planta topográfica Plani-Altimétrica, executada em uma escala compatível com sua finalidade.

### **2.2 – Insolação – Conforto Ambiental**

#### **2.2.1– Radiações solares**

O sol é uma esfera de gás incandescente que num processo de fusão nuclear transforma o hidrogênio, seu gás mais abundante (92,1%) em hélio (7,8%). Esse processo gera calor e energia que é emitida em todas as longitudes do espectro eletromagnético. Sabe-se da influência dessa energia emitida pelo sol na vida no planeta e os diversos fatores que possibilitam, pelo seu equilíbrio, as condições de sobrevivência para os seres vivos, como temperatura, produção de oxigênio, radiações positivas, negativas entre outros. A seguir são apresentadas algumas influências do sol na vida dos seres vivos.

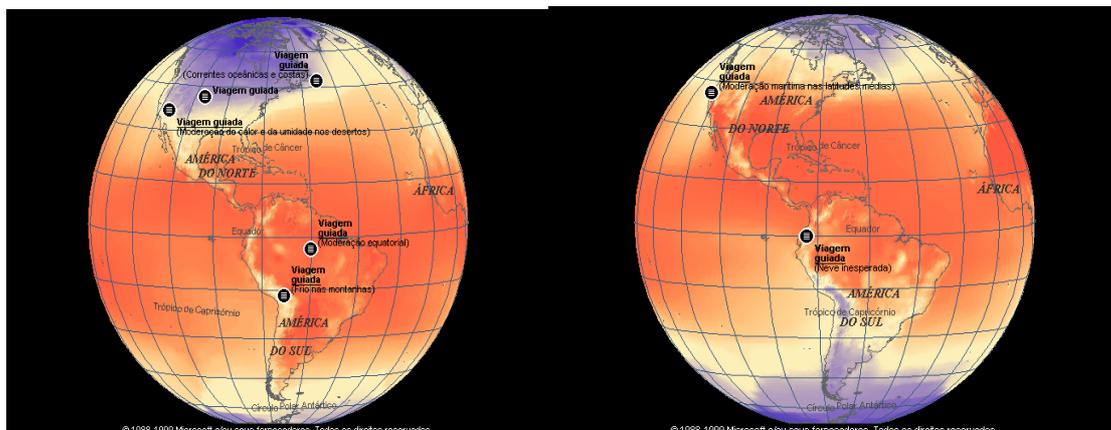
a - As manchas solares que são regiões de campo magnético extremamente forte na superfície do Sol, surgem e desaparecem em períodos aproximados de

11 anos . Estão diretamente relacionados com vários fenômenos que se passam na superfície da Terra, tais como : variações da declinação magnética, média das chuvas em todo o globo, freqüência das auroras polares, etc.

b - De toda a energia recebida na superfície do planeta Terra 99,9998% é originada do Sol. O aproveitamento da energia solar é uma das grandes preocupações atuais dos cientistas por ser uma fantástica fonte renovável de energia a ser aproveitada. Sabe-se que essa energia influencia sobremaneira a vida no planeta por ser fator determinante.

c - A fotossíntese, é um processo biológico que possibilita a obtenção de oxigênio e substâncias orgânicas pela transformação do gás carbônico e água através de pigmentos das plantas. O oxigênio liberado pelas plantas é usado na respiração da quase totalidade dos seres vivos, com exceção de algumas bactérias e fungos.

d - As radiações solares de luz infra-vermelha são as responsáveis pelas variações de temperatura no globo terrestre. A temperatura na superfície da terra varia conforme a maior ou menor incidência dos raios solares. Sendo que a variação da latitude altera o grau de exposição nas diversas regiões à luz solar devido ao ângulo de incidência dos raios no solo. O grau de incidência é crítico em áreas próximas ao equador, fato que pode ser visto nos mapas de temperatura da figura 1, sendo que em vermelho são representadas as áreas de temperaturas mais elevadas e em azul as mais baixas.



Janeiro

Junho

Figura 1 - Mapa de temperatura da Terra  
Fonte – Atlas Mundial Encarta - Microsoft

As temperaturas variam também conforme as estações do ano em função da altitude, ventos dominantes, etc. Todos esses fatores devem ser levados em consideração para projetos e execução de quaisquer tipos de obras, pois são fatores primordiais ao conforto ambiental.

e – As irradiações solares de luz ultravioleta são extremamente perigosas pois danificam os tecidos vivos causando vários tipos de doenças de pele, sendo que a exposição repetida e demorada aos raios solares é extremamente perigosa. A camada de ozônio constitui uma esfera envolvente protetora que filtra a radiação infra-vermelha. A sua destruição por agentes poluentes coloca em risco a vida no planeta, sendo uma grande preocupação dos ambientalistas e de toda a população do globo terrestre.

### **2.3 - Galáxias**

Galáxia é um conjunto de milhões de estrelas<sup>1</sup>, nuvens de matéria cósmica (gás e pó) e, eventualmente, sistemas planetários.

De acordo com Domingues (1979) – pág. 297 – *“O universo é constituído de inúmeros corpos celestes ou sistemas de corpos celestes, tais como as nebulosas, as estrelas, os planetas, etc. As nebulosas são agregados de matéria cósmica de aspecto mais ou menos difuso, visíveis na abobada celeste. Nota-se, através de fotos tiradas de observatórios altamente sofisticados, que as nebulosas se apresentam sob formas definíveis, sendo muitas delas de forma espiralada, as quais recebem o nome de nebulosas espirais ou galáxias. Podem ser identificadas cerca de 100 milhões de galáxias, algumas visíveis de face e outras de perfil para o observador na terra”*.

Existem vários tipos de galáxias que diferem-se amplamente em tamanho, luminosidade e formas: umas são espirais, outras têm forma elíptica e algumas globulares, também há curiosas espirais barradas, e outras sem nenhuma forma determinada.

A terra pertence ao sistema solar, que por sua vez pertence a uma galáxia denominada Via-Láctea.

---

<sup>1</sup> As estrelas, conforme sua disposição, formam constelações. Algumas lembram a forma de alguns objetos. É o caso da famosa Cruzeiro do Sul, a maneira como estão dispostas as suas estrelas lembram uma cruz. Em outras as estrelas que as compõem estão dispostas de maneira que se assemelham à figuras de animais, por exemplo, Ursa Maior, Cão Maior, Cão Menor, etc. As constelações estão divididas em três grupos, dependendo dos hemisférios onde elas são visíveis. Assim temos: constelações boreais ou setentrionais, por exemplo, Ursa Maior e Ursa Menor, visíveis apenas no Hemisfério Norte; constelações austrais ou meridionais, por exemplo, Cruzeiro do sul, Cão Maior e Cão Menor, visíveis apenas no Hemisfério Sul; constelações zodiacais ou equatoriais, por exemplo, Carneiro, Gêmeos, Caranguejo, Virgem e demais signos do zodíaco ou horóscopo, visíveis nos dois hemisférios, principalmente nas proximidades do Equador.

A imagem da Via-Láctea observada a uma distância de 1 milhão de anos luz da terra é apresentada na figura 2

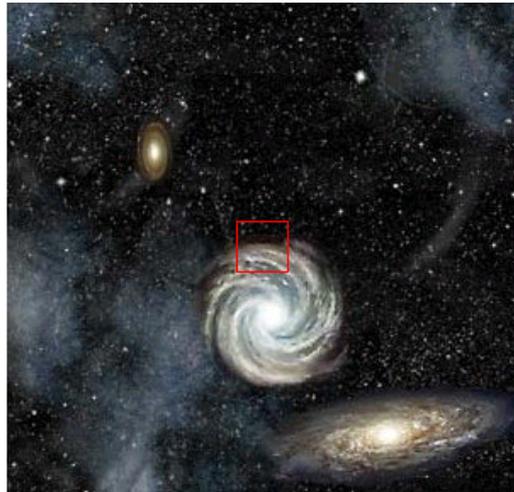


Figura 2 - Vista da Via Láctea a uma distância de 1 milhão de anos luz

Fonte : <http://www.geocities.com/astromessier/terra3.html>

### 2.3.1 – O sistema solar

O sistema solar compreende uma estrela central, o sol, e os corpos que orbitam ao seu redor, os planetas. O sol, ao seguir a sua órbita no espaço, atrai a terra e os demais planetas que giram ao seu redor, enquanto estes atraem os seus respectivos satélites. O nosso Sistema Solar tem um diâmetro

menor que um milésimo de ano luz (da ordem de 7 bilhões de km) e os astros que o compõem chamam-se planetas (suas órbitas encontram-se aproximadamente em um mesmo plano). A ordem de sua proximidade do sol é a seguinte: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno e Plutão. O sistema solar apresenta um movimento de deslocamento no espaço sideral na direção de um ponto chamado Apex, situado na região da abóbada celeste correspondente a constelação de Hércules. Existe também o movimento de translação dos planetas, que descrevem órbitas elípticas, quase circulares em torno do sol, que se encontra num dos focos, comum a todas as elipses. O movimento elipsoidal (quase circular) do planetas se explica pela força de atração do sol e, conseqüentemente, o movimento elipsoidal dos satélites se explica pela força de atração dos planetas. O sol é uma das estrelas do universo, não sendo nem a maior nem a mais brilhante – é apenas a mais próxima da Terra e o centro do nosso Sistema Solar<sup>1</sup>. A maioria dos planetas do Sistema Solar giram em sentido anti-horário exceto Vênus, Urano e Plutão que giram no sentido horário. O Sistema solar como um todo, orbita em torno do centro de nossa galáxia a Via Láctea. Cada planeta ainda possui o movimento de rotação em torno do seu próprio eixo, é a revolução sideral dos planetas, que obedecem às 3 leis de Kepler, a saber :

b1 – Primeira Lei – Os planetas movem-se em órbitas elípticas, das quais o sol é um dos focos ;

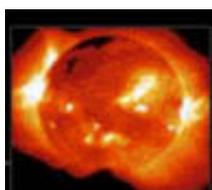
b2 – Segunda Lei – Os planetas movem-se de tal modo que o segmento de reta que os une ao sol (raio vetor) varre áreas iguais em intervalos de tempos iguais ;

---

<sup>1</sup> Fazendo uma comparação de distâncias usando escalas, considerando a terra uma esfera de 1 cm de diâmetro, a distância terra-sol seria representada, na mesma proporção por 120m, e o sol teria um diâmetro de 1,10 m e a estrela mais próxima estaria a 27.000 km.

b3 – Terceira Lei – Os quadrados dos tempos de revolução dos planetas estão entre si, como o cubo de suas distâncias médias ao sol

As imagens do sol e da terra, sem nenhuma escala de tamanho são vistas na figura 3.



SOL



TERRA

Figura 3 – Imagens do sol e da terra

Fonte : <http://www.geocities.com/astromessier/terra3.html>

### **2.3.2 – O sol**

CARACTERÍSTICAS DISTINTIVAS - O Sol é uma estrela de tamanho médio e cor amarela, que se encontra na metade de sua vida<sup>1</sup>. É uma esfera de gás incandescente, que num processo de fusão nuclear transforma o hidrogênio, seu gás mais abundante, em hélio. Esse processo gera luz, calor e energia que

---

1

DIÂMETRO EQUATORIAL = 1.390.000 km.

DISTÂNCIA MÉDIA DA TERRA = 150.000.000 km.

IDADE = 4.500.000.000 anos. Calcula-se que estará ativo durante outro período similar.

MASSA = 333.400 vezes maior que a da Terra. Tem mais de 99% da massa de todo o Sistema Solar.

TEMPERATURA = cerca de 6.000° C na superfície, cerca de 20.000.000° C no núcleo.

é emitida em todas as longitudes de onda do espectro eletromagnético. Essa característica o torna uma estrela, uma a mais entre as estrelas de nossa galáxia, a Via Láctea. O Sol é a estrela mais próxima da Terra e a única de todo Sistema Solar. É a mais importante para vida na Terra porque é o motor da dinâmica atmosférica e oceânica e a fonte para a fotossíntese das plantas. O sol é o fator fundamental no estudo do conforto ambiental nas obras, variando substancialmente a sua interferência com as horas do dia, meses do ano ( as quatro estações : primavera, verão, outono e inverno) e a posição geográfica do ponto sobre a superfície da terra.

ESTRUTURA - Se fosse possível cortar o Sol, apareceriam camadas concêntricas ao redor do núcleo, cuja temperatura se estima em cerca de 20.000.000° C. No núcleo produz-se a fusão nuclear. Acima, existe uma zona em que a energia se transforma por radiação, às vezes durante longos períodos. Mais perto da superfície há uma zona onde a energia se transforma por convecção. Exteriormente está a fotosfera ou "esfera de luz", granulada e com manchas, que é o que vemos do Sol. A atmosfera do Sol divide-se em cromosfera e coroa. Na primeira encontram-se as protuberâncias e a segunda somente é visível durante os eclipses do Sol.

Somente a uma distância de 1 trilhão de km o sol poderá ser visto com uma certa nitidez em relação as outras estrelas o que pode ser observado na figura 4.

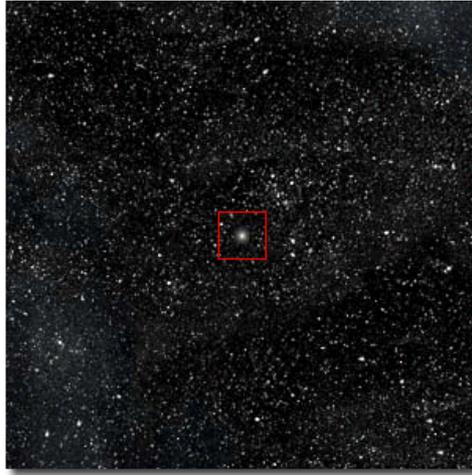


Figura 4 – Detalhes do Sol

Fonte : <http://www.geocities.com/astromessier/terra3.html>

Pode-se ver na figura 5, uma simulação do sistema solar a uma distância de 10 bilhões de km, aparecendo a órbita dos planetas Mercúrio, Vênus, Terra, Marte e Júpiter

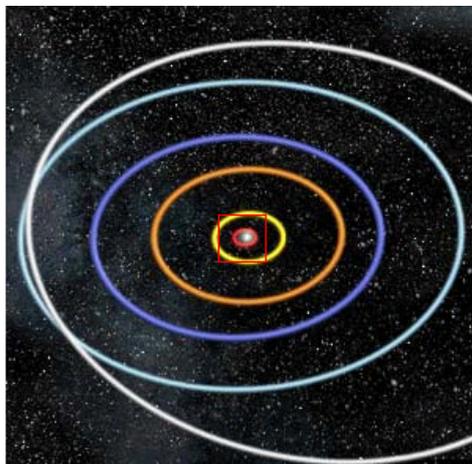


FIGURA 5 -O Sistema Solar a 10 bilhões de kms

Fonte : <http://www.geocities.com/astromessier/terra3.html>

### 2.3.3– A Terra

#### A - DADOS ASTRONÔMICOS - PLANETA TERRA

TERRA	
Massa (Terra=1)	1
Diâmetro equatorial (km)	12.756
Diâmetro polar (km)	12.713
Volume (Terra=1)	1
Densidade Média (g/cm <sup>3</sup> ) em relação à água	5,52
Gravidade superficial equatorial (Terra=1)	1
Inclinação axial (graus)	23,4
Período rotacional - 23h 56' 4" ou	23,93h
Temperatura superficial média (°C)	15
Temperatura superficial máxima(°C)	+ 50
Temperatura superficial mínima (°C)	- 70
Número de luas ou satélites	1
Afélio (milhões de km)	152,1
Periélio (milhões de km)	147,1
Distância média do Sol (milhões de km)	149,6
Distância máxima do Sol (milhões de km)	152,1
Distância mínima do Sol (milhões de km)	147,1
Velocidade orbital média (km/s)	29,79
Inclinação orbital (graus)	0

A terra e a órbita da lua são mostrados na figura 6, a montagem supõe uma distância de 1 milhão de km. Os primeiros desenhos de formas sobre a superfície do globo terrestre, a uma distância de 100.000 km. são vistos na figura 7.

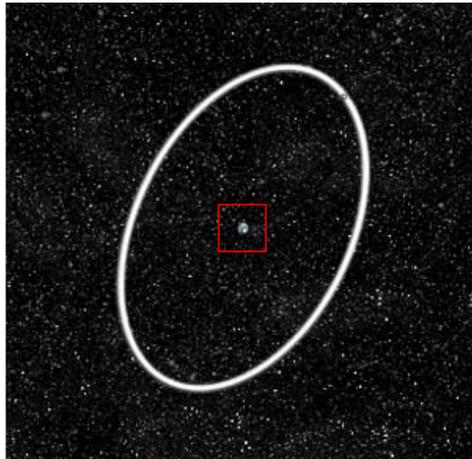


Figura 6 - A Terra e a órbita da Lua à uma distância de 1 milhão de kms

Fonte : <http://www.geocities.com/astromessier/terra3.html>

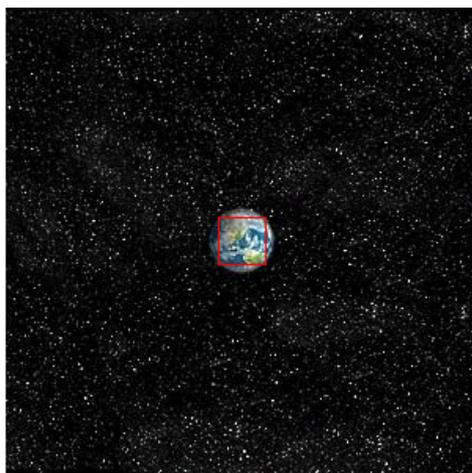


Figura 7 - A Terra vista a uma distância de 100.000 km

Fonte : <http://www.geocities.com/astromessier/terra3.html>

A figura 8 é uma bela vista do planeta Terra em uma imagem tirada pelos astronautas a uma distância de 10.000 km.



FIGURA 8 - A Terra vista de uma distância de 10 mil kms

Fonte – NASA

## B - ELEMENTOS IMPORTANTES DO GLOBO TERRESTRE

Ainda segundo Domingues, chama-se “**eixo da terra**” à reta em torno da qual ela tem o seu movimento de rotação, é também denominado de “**linha dos pólos**” e fura o globo terrestre nos “**pólos**” (**Pólo Norte = Pn e Pólo Sul = Ps**).

O círculo máximo da terra é denominado de “**equador**” e a linha dos pólos é normal ao seu plano; os “**meridianos terrestres**” são os círculos máximos que contêm a **linha dos pólos**; “**os paralelos terrestres**” são todos os círculos da esfera terrestre cujos planos são paralelos ao plano do equador. Os denominados “**trópico de câncer**” e “**trópico de capricórnio**” são exatamente os paralelos eqüidistantes do equador de  $23^{\circ} 27' 08''$  respectivamente, ao norte e ao sul. O equador divide a esfera terrestre em duas

calotas hemisféricas que são o “**hemisfério norte**” que contem o Pn e o “**hemisfério sul** “ que contem o Ps.

Com o observador situado no ponto O' da superfície da terra, ver figura 9, é possível definir outros elementos.

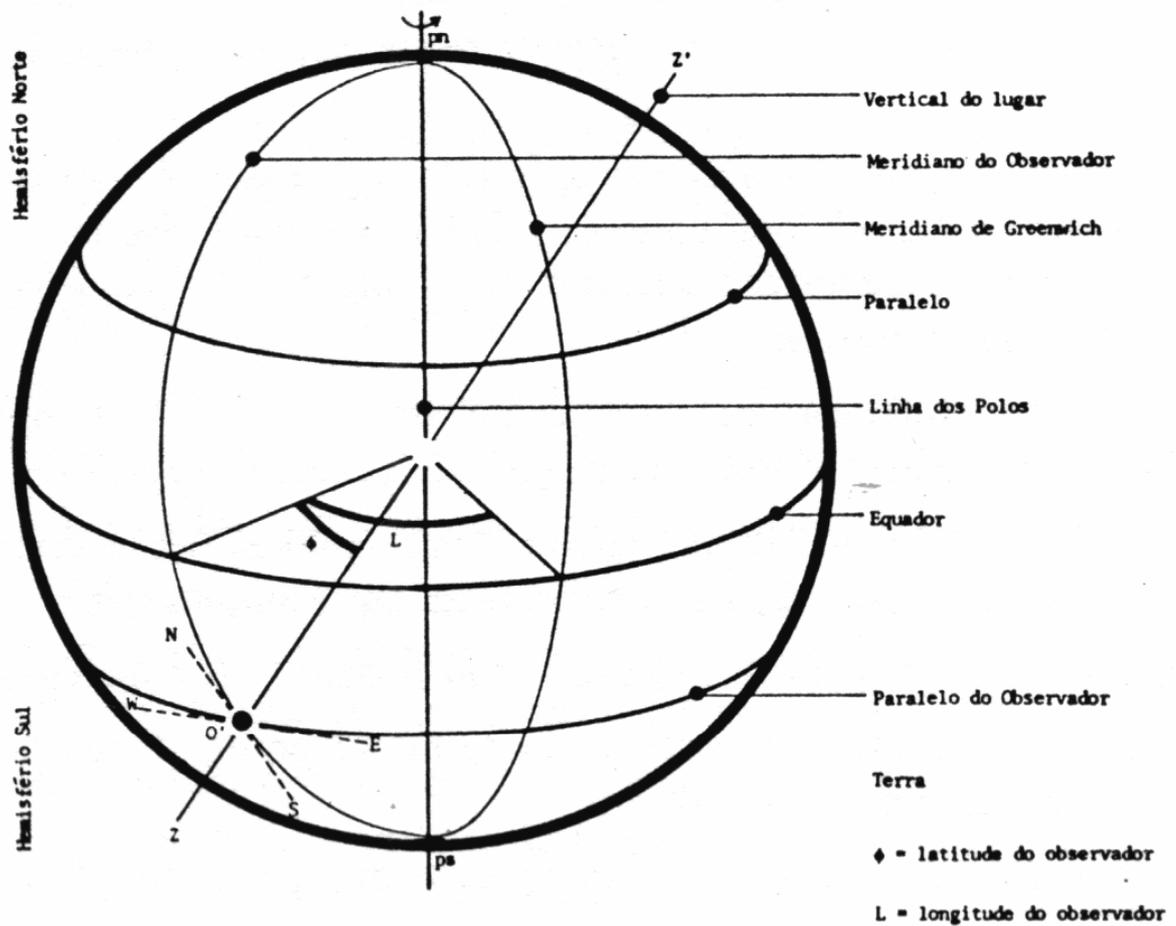


Figura 9

Elementos importantes do globo terrestre

Fonte : Felipe Augusto Aranha Domingues – 1979 - pág.302

- “**plano horizonte do observador**“ é o plano tangente à superfície da terra no ponto  $O'$ . Este plano é também chamado na topografia de **Plano Topográfico**;
- “**vertical do lugar**“ é a reta que passa pelo ponto  $O'$  e é normal ao plano do horizonte;
- “**zênite(Z) e nadir(Z')**“, são os pontos da vertical do lugar respectivamente, no infinito superior e no infinito inferior.
- “**meridiano do observador**“ , é o plano meridiano que passa pelo ponto  $O'$ .

A reta, interseção do plano horizonte do lugar com o plano meridiano é denominada de “**meridiana**“ ou “**linha norte-sul verdadeira do lugar**“ ; a linha do plano do horizonte do observador, perpendicular à linha norte-sul verdadeira, é denominada “**linha leste-oeste**“. A linha leste-oeste também pode ser definida como sendo a reta interseção do plano do horizonte com o plano do paralelo do lugar.

O ângulo formado pela vertical do lugar (ponto  $O'$ ) com o plano do equador é denominado de “**latitude do ponto  $O'$** “, indicado pela letra grega  $\varphi$ , e sua contagem é feita de  $0^\circ$  a  $90^\circ$  para o norte ou de  $0^\circ$  a  $90^\circ$  para o sul .

O ângulo diedro formado pelo plano do meridiano de Greenwich na Inglaterra, tomado como origem e o meridiano do lugar (ponto  $O'$ ) é denominado de “**longitude do ponto  $O'$** “ indicado pela letra L, sua contagem feita de  $0^\circ$  a  $180^\circ$  para oeste e de  $0^\circ$  a  $180^\circ$  para leste. A latitude ( $\varphi$ ) e a longitude (L) são chamadas de “**coordenadas geográficas do ponto  $O'$** “ .

Chama-se “**azimute verdadeiro**“ de uma direção qualquer ao ângulo diedro formado pelo plano meridiano do lugar com o plano vertical que passa pela direção considerada; sua contagem é feita de  $0^\circ$  a  $360^\circ$  no sentido S-O-N-E, para problemas de astronomia ou simplesmente sentido horário a partir do norte, para problemas de topografia.

A América do Sul é vista na figura 10, onde podem ser observados meridianos e paralelos.

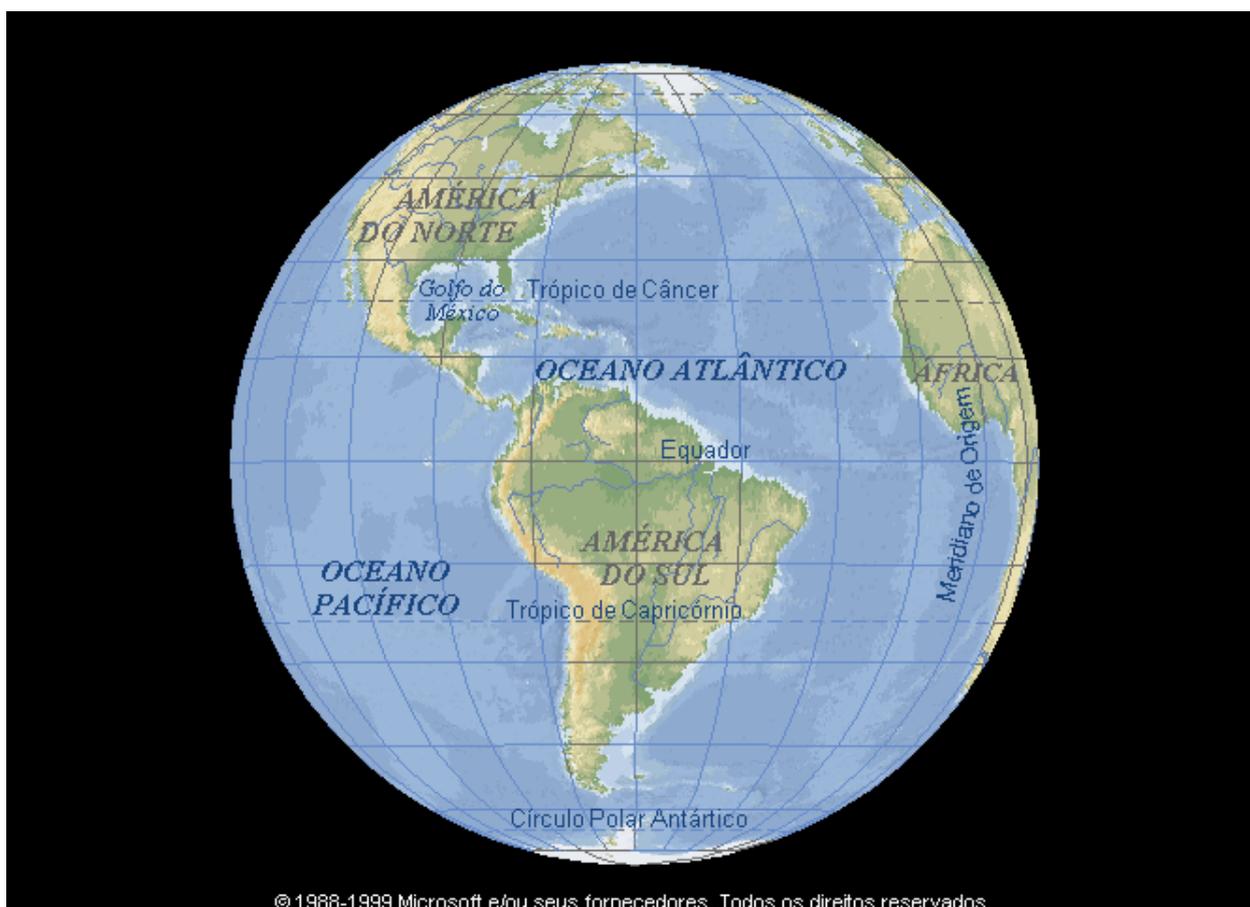


Figura 10 – América do Sul

Fonte – Atlas Mundial Encarta 2000/Microsoft

O Mapa do Brasil, com meridianos e paralelos espaçados de 5 em 5 graus, é visto na figura 11 e o Mapa de Minas Gerais com meridianos e paralelos espaçados de 2 em 2 graus na figura 12.



FIGURA 11 - Mapa do Brasil

Fonte – Atlas Mundial Encarta 2000/Microsof

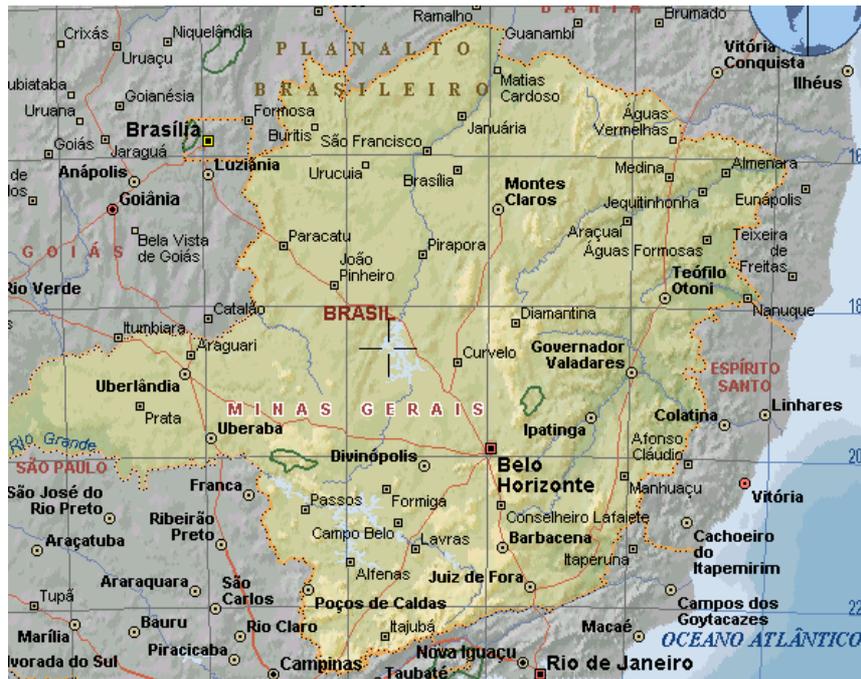


Figura 12 – Mapa de Minas Gerais - Fonte - Atlas Mundial 2000 / Microsoft

Uma imagem do satélite Landsat que abrange todo o Estado de Minas Gerais é vista na figura 13.

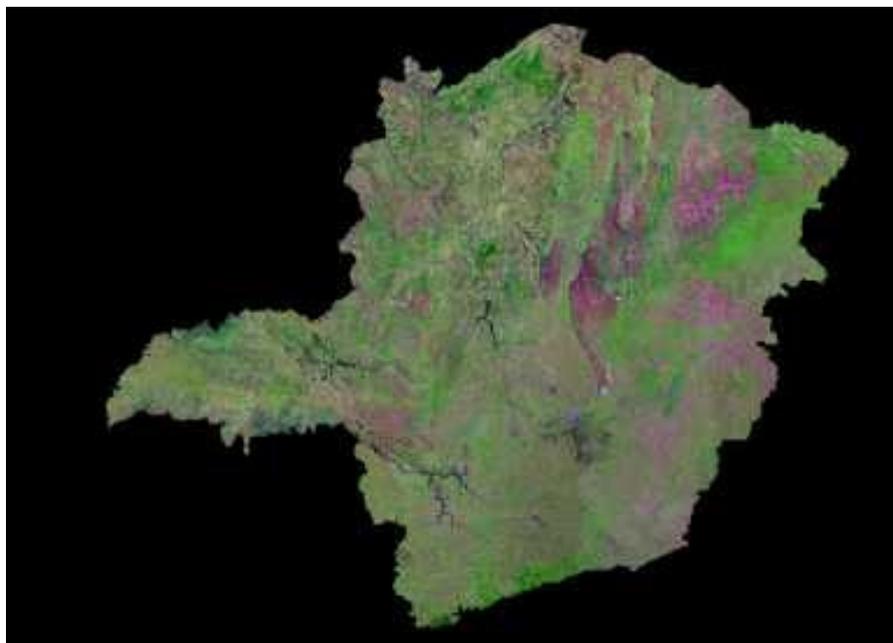


Figura 13 - Imagem de satélite de Minas Gerais

Fonte - [www.embrapa.gov.B](http://www.embrapa.gov.B)

A região metropolitana de Belo Horizonte pode ser vista em uma imagem do mesmo satélite Landsat na figura 14.

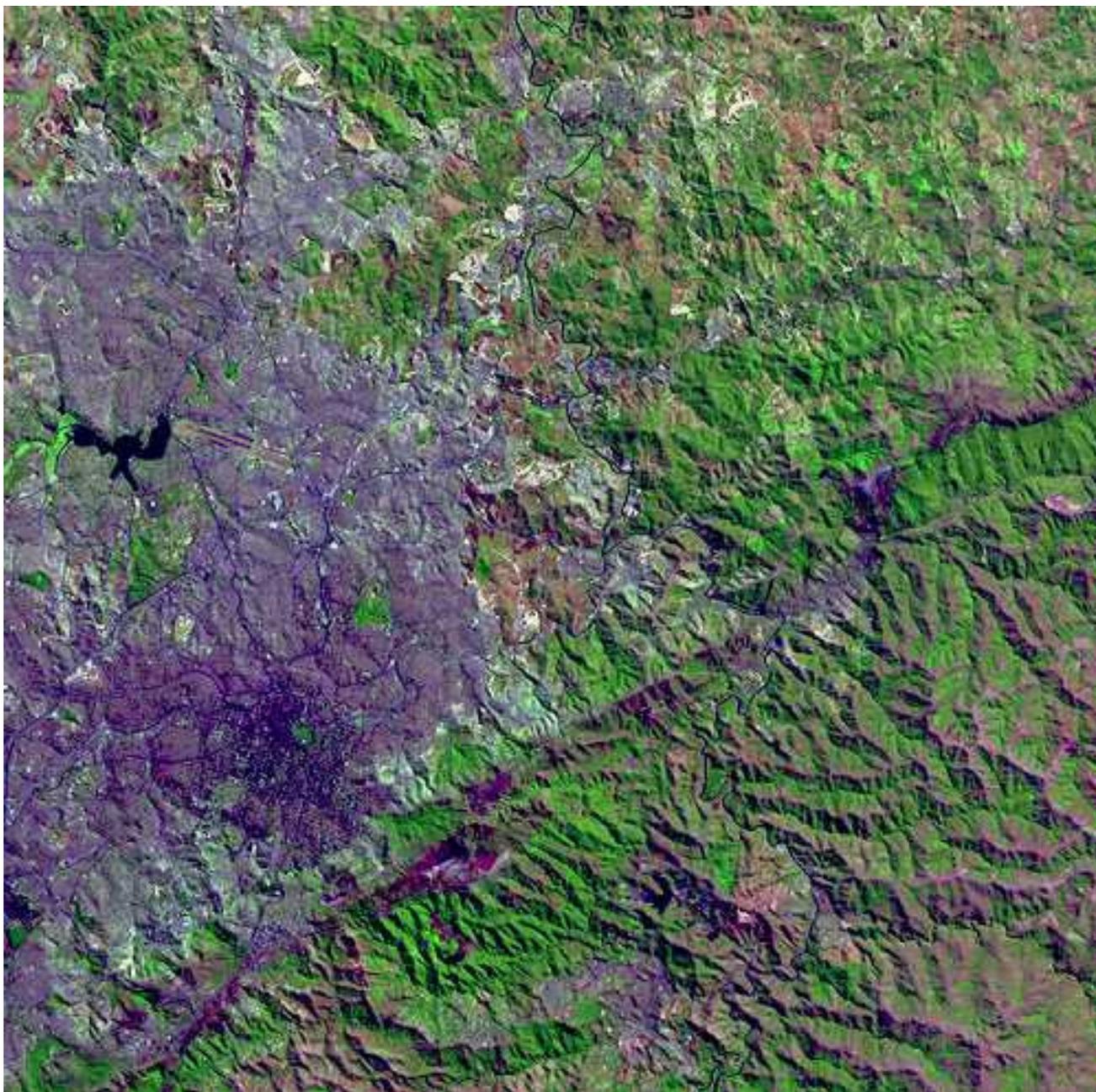


Figura 14 – Imagem do satélite Landsat  
Região metropolitana de Belo Horizonte

Fonte [www.embrapa.gov.br](http://www.embrapa.gov.br)).

A mesma região é apresentada em um mapa com localização de todas as cidades vizinhas na figura 15. É importante observar que para o estudo proposto e vários outros em paralelo a quantidade de informações disponíveis é imensa, possibilitando análises mais superficiais ou mais profundas conforme a finalidade de cada trabalho.



Figura 15 - Mapa da Região Metropolitana de Belo Horizonte

Fonte – Atlas Mundial Encarta 2000/Microsoft

A vista aérea indicando os limites do município de Belo Horizonte e das cidades que compõem a chamada Grande Belo Horizonte , é observada na figura 16.



Figura 16 – Vista aérea de Belo Horizonte

Fonte – [www.vist@erea](http://www.vist@erea)

### C - MOVIMENTOS DA TERRA

A terra ao girar em torno do seu eixo (movimento de rotação terrestre), efetua também um movimento de translação sobre o plano da eclíptica, de modo que o plano do equador forma um ângulo aproximado de  $23^{\circ} 27' 08''$  com o plano da eclíptica, que é chamado de obliquidade da eclíptica:  $\epsilon = 23^{\circ} 27' 08''$ . A translação em torno do sol, relativamente a um ponto de referência de sua órbita denominado de ponto equinocial, é realizada com um período chamado de ano trópico, cuja duração é de aproximadamente 365 dias e seis horas.

O tempo de duração desse período de revolução, é o tempo que geralmente é chamado de ano e que, tendo a duração de 365 dias, apresenta uma diferença anual (relativamente a passagem pelos pontos equinociais) de cerca de 5 horas, 48 minutos e 45,8208 segundos, provocando a correção de quatro em quatro anos, com o mês de fevereiro tendo 29 dias no chamado ano bissexto.

**D - MOVIMENTO ORBITAL (ANUAL) DA TERRA – AS ESTAÇÕES DO ANO**

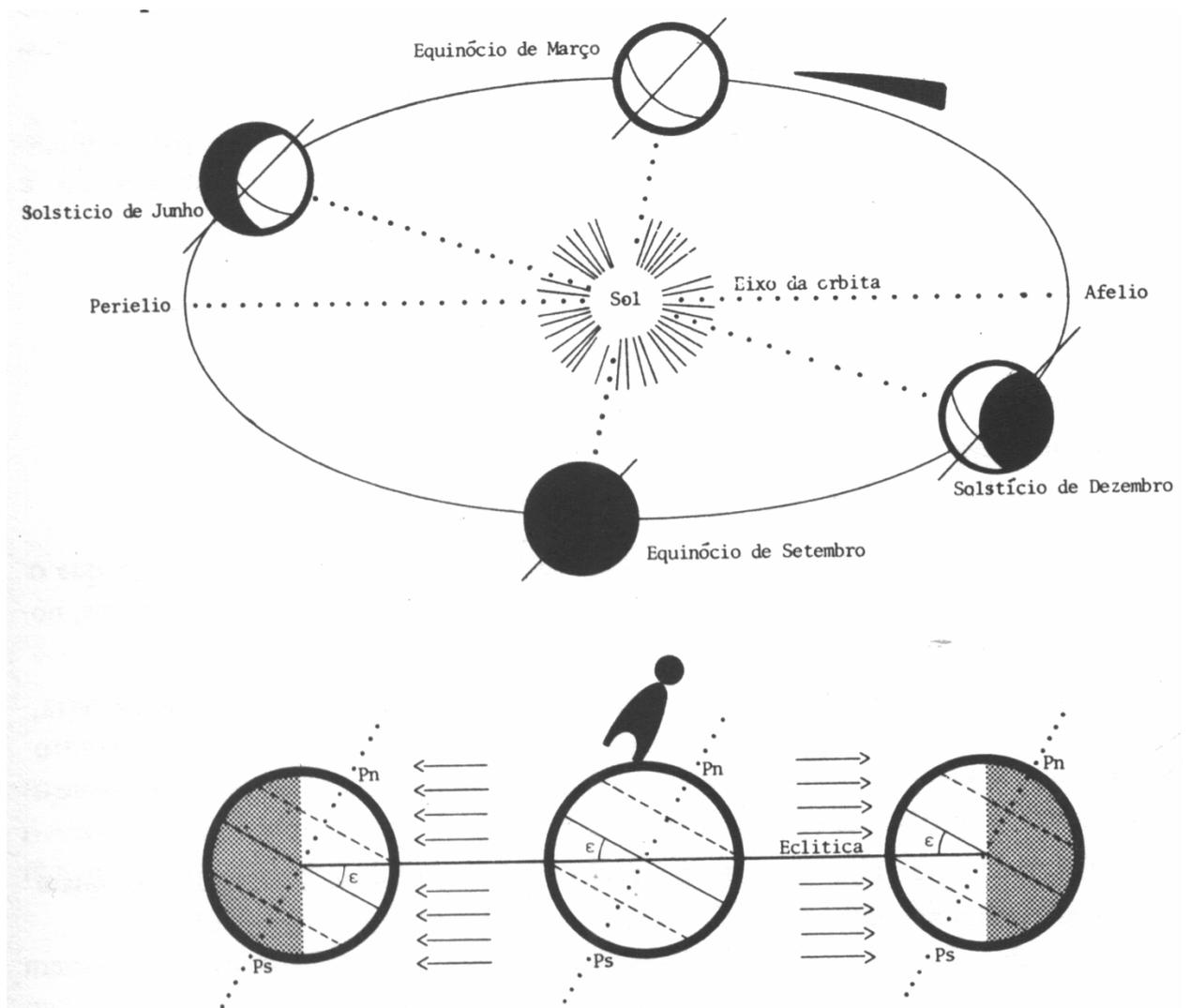


Figura 17 – As estações do ano

Fonte : Domingues, Felipe Augusto Aranha – 1979 - pág.303

A terra descreve uma elipse quase circular em seu movimento anual, sendo que o sol ocupa um de seus focos (figura 17). Esta trajetória descrita pela terra

na sua translação recebe o nome de “ **eclíptica** “. Neste movimento de translação a terra mantém a linha dos pólos sempre paralela a si mesma, de modo que o plano do equador forma um ângulo com o plano da eclíptica de  $23^{\circ} 27' 08''$ . Esta inclinação faz com que a incidência dos raios solares no hemisfério norte não é sempre a mesma do hemisfério sul, como pode ser visto na figura anterior.

Em junho, por exemplo, os raios solares atingem a terra com uma direção não perpendicular à linha dos pólos. No hemisfério sul a direção dos raios solares ao atingirem a terra são mais tangenciais ao passo que no hemisfério norte a incidência é mais direta, conseqüentemente, nesta época do ano o hemisfério sul é mais frio (inverno) e o hemisfério norte é mais quente (verão). Como lembra Domingues – 1970 - “ *Se levarmos em conta as distância do sol à terra, poderemos supor que o sol descreve, durante o ano, uma elipse da qual a terra ocupa um dos focos, no plano da eclíptica. Num dos vértices da elipse (perigeu) o sol está à distância mínima da terra, aproximadamente 12 dias após o solstício de verão para o hemisfério sul. O outro vértice da elipse chama-se apogeu. Ao perigeu e apogeu do sol correspondem o periélio e afélio da terra. É importante frisar que a variação da distância entre a terra e o sol quase nada influi no fenômeno das estações* “.

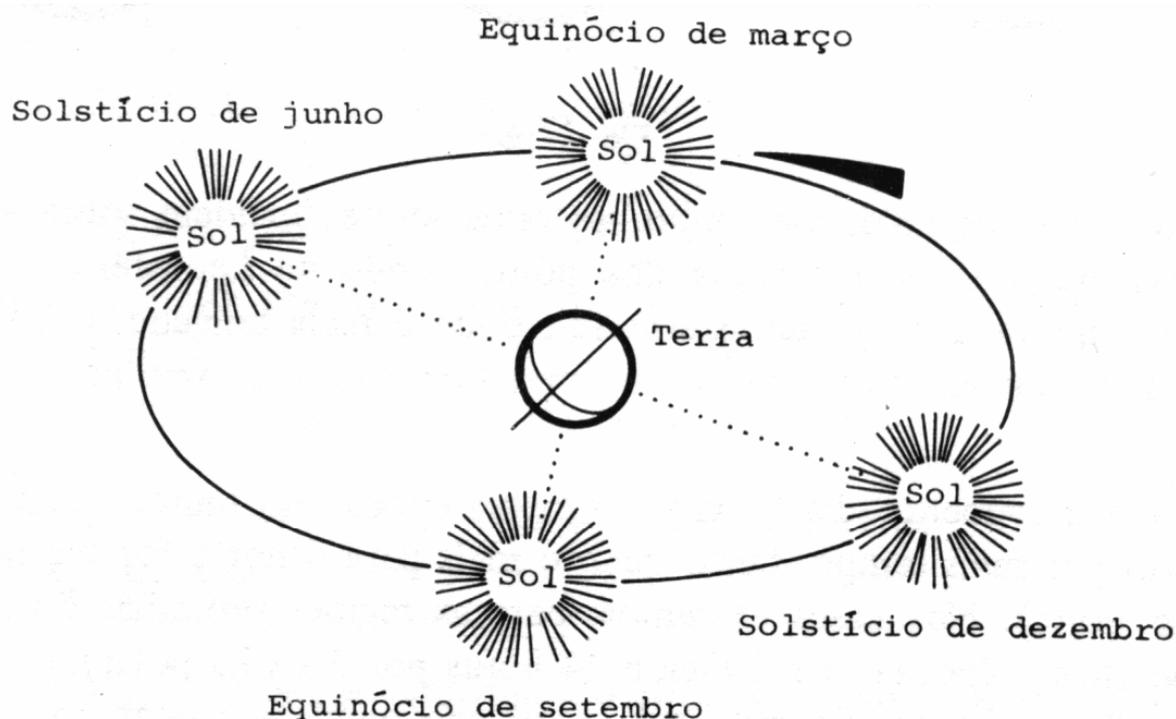


Figura 18 – Solstício e equinócio

Fonte : Domingues – 1979 – pág. 304

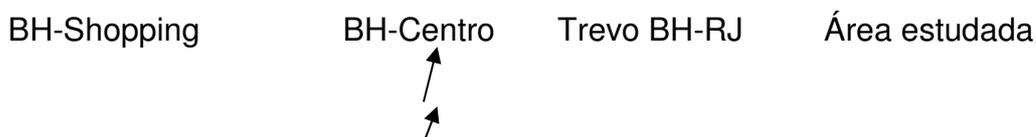
### 3 – DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO

A obra escolhida para a realização do estudo de insolação utilizando recursos do SIG e *softwares* específicos foi o prédio de apartamentos denominado Edifício Antares, construído pela CONCRETO CONSTRUTORA LTDA, no terreno constituído pelos lotes números 1, 2, 3 e 4 da quadra 70, com frente para a Avenida Paulo Camilo Pena, esquina com as Ruas Prof. Raimundo Candido e Rua Juvenal Melo Senra Bairro Belvedere III, Belo Horizonte – Minas Gerais. Esta obra foi escolhida devido às facilidades de obtenção de dados técnicos sobre a mesma junto a Construtora; pela existência de um prédio já terminado ao lado e cujos dados técnicos foram obtidos no trabalho de campo; e também pela existência de 5 lotes vagos formando a terceira divisa onde será construído outro prédio da mesma Construtora e cujos dados técnicos foram também obtidos. O local portanto possibilita a simulação de três

situações desejadas: primeiro o estudo da insolação no Edifício Antares isoladamente, em seguida a interferência das sombras do Edifício Vecchio ao lado, já pronto e, finalmente, a simulação da interferência das sombras do terceiro prédio a ser construído nos cinco lotes vagos.

### 3.1 – ÁREA DE ESTUDO

Utilizando o raciocínio partindo do macro até chegar ao micro, pode-se chegar até ao ponto da terra onde está posicionado o Edifício Antares, de coordenadas geográficas: latitude  $19^{\circ} 58' 22''$  S e longitude  $43^{\circ} 56' 25''$  W.Gr. e coordenadas UTM : N = 7.791.200m e E = 610.820m (meridiano central  $45^{\circ}$  WGr). O loteamento Belvedere III é relativamente recente. Sua localização é próxima à BR.040 – acesso ao Rio de Janeiro junto ao BH-Shopping, região sul de Belo Horizonte. É possível observar a evolução da ocupação da área através de fotos aéreas de diferentes datas fornecidas pela PRODABEL- Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte. A figura 19 mostra que a área relativa ao Bairro Belvedere III, em 1989, ainda não estava parcelada. É possível observar claramente que as ruas não estão abertas e não existem construções na área. Entretanto, na foto da mesma área, obtida em 1994, o loteamento já está implantado, ruas e avenidas encontram-se abertas e já aparecem algumas construções (Figura 20).





Rio de Janeiro

Figura 19 - Foto aérea da área em 1989 - escala 1:8.000

Fonte Prodabel-BH

BH-Shopping

Área estudada



Figura 20 - Foto aérea da área em 1994 - escala 1: 8.000 - Fonte Prodabel



Um detalhe ampliado da foto aérea de 1999 (Figura 22~), mostra os Ed.Antares e Vecchio, bem como os 5 lotes vagos objeto do estudo.

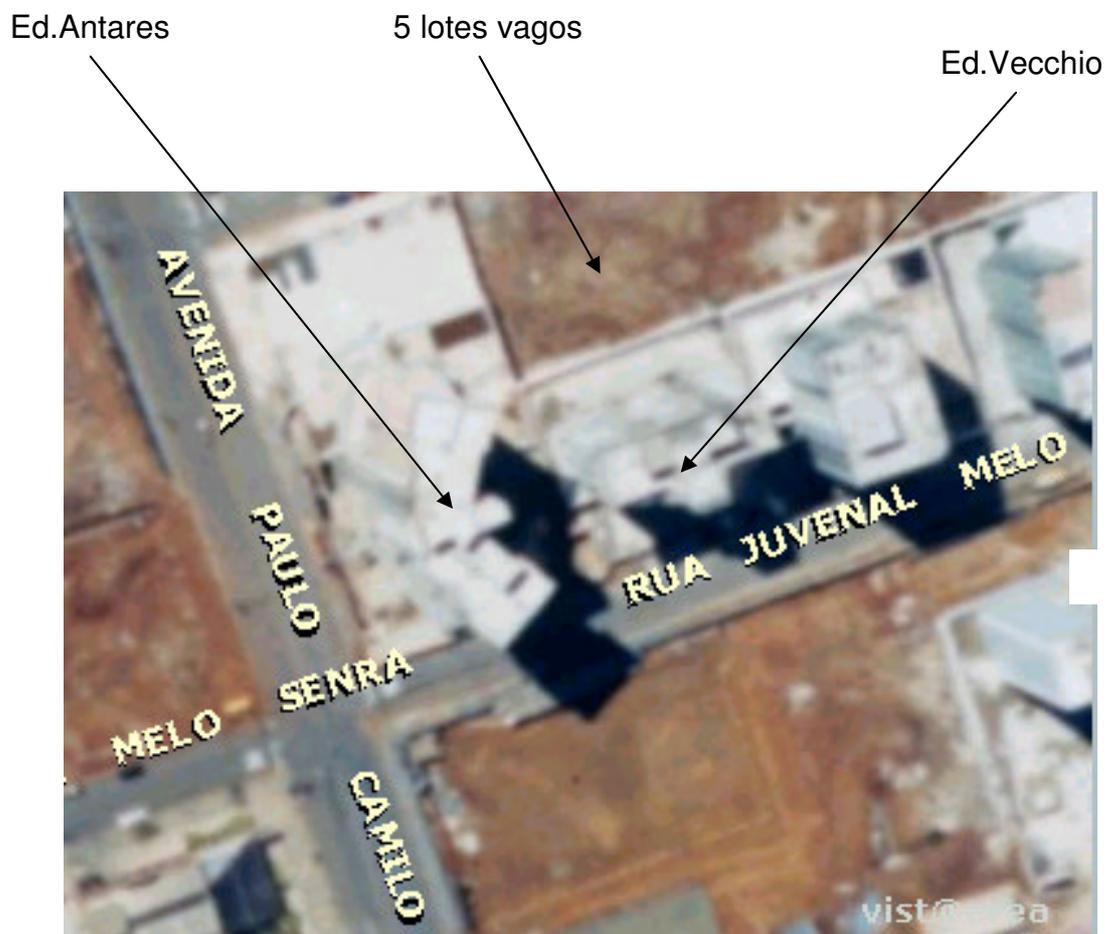


Figura 22 – Foto aérea de 1999 ampliada do mesmo local

Fonte Vist@érea

### 3.2 – Dados técnicos

Os dados técnicos de interesse para o estudo de insolação são :

a) Edifício Antares, objeto do estudo

Área dos lotes .....2.112 m<sup>2</sup>

Área do pavimento tipo..... 352 m<sup>2</sup>

Altura total da obra..... 47 m

b) Edifício Vecchio prédio vizinho existente, construído nos lotes 28 e 29 da mesma quadra e Bairro, com frente para a rua Juvenal Melo Senra, com área de terreno 1.056 m<sup>2</sup>, área do pavimento tipo 264,60 m<sup>2</sup> e altura total de construção 36 m, foi levado em consideração para o estudo de insolação (sombras) e seus efeitos no Edifício Antares.

c) Edifício a ser construído nos lotes 5, 6, 7, 8 e 9, da mesma quadra e bairro, com frente para a Rua Professor Raimundo Nonato, pela mesma empresa Concreto Construtora Ltda, deverá ter as seguintes características : área do terreno 2.640 m<sup>2</sup>, área do pavimento tipo 375 m<sup>2</sup> e altura total da edificação 55 m.

### 3.3 – Base de dados

a) Edifício Antares – para o Edifício Antares, prédio já concluído, a Concreto Construtora Ltda forneceu, em formato digital todo o projeto arquitetônico desenvolvido em *auto-cad*.

b) Edifício Vecchio – para este edifício também já concluído, construído pela Construtora Garcia Ltda foi feito um levantamento no local, com as medições do terreno e de toda a construção para a obtenção do perímetro, altura e área de lazer, como parte do trabalho de campo.

- c) Edifício a ser construído – propriedade da Concreto Construtora Ltda, prédio a ser construído nos lotes de 5 a 9, vizinhos do Edifício Antares, com frente para a R. Raimundo Nonato. A Construtora forneceu o levantamento plani-altimétrico da área na escala 1:200 e o ante-projeto arquitetônico.

### **3.4 – Tratamento dos dados**

Nesta primeira fase de digitalização e organização da base cartográfica, optou-se pelo *software* da *MicroStation* Básico da *Bentley* por possibilitar a construção de maquetes eletrônicas em 3D e também por ter um bom desempenho cartográfico. Conta ainda com um calendário solar que possibilita efeitos de iluminação usando a renderização, inúmeros recursos em termos de ferramentas e uma interação fácil com os usuários. Todos os dados que foram originariamente obtidos em dxf (CAD) foram importados para o *MicroStation* (dgn).

### **3.5 – Construção da maquete eletrônica**

As etapas empreendidas na construção da maquete eletrônica foram as seguintes :

- 3.5.1 - LIMPEZA TOPOLÓGICA - Foi feita a limpeza topológica visando a construção dos sólidos, pois sabe-se que para que eles possam ser criados é preciso ter poligonais fechadas nas projeções dos mesmos em planta.
- 3.5.2 - ESTRUTURAÇÃO DE *LAYERS* - Numa segunda etapa os arquivos foram organizados de forma a separar cada prédio (Ed.Antares, Ed.Vecchio e edifício a ser construído) em níveis e cores diferentes possibilitando assim a visualização alternada de cada um deles.



Figura 23  
Organização de dados

3.5.3 - MODELAGEM DOS SÓLIDOS - Em seguida, foi feita a modelagem dos sólidos correspondentes aos 3 prédios, sendo dadas a cada um deles as suas alturas reais constantes em projeto, medições no local e alturas de ante-projeto. Depois foi feita a execução dos sólidos referentes aos outros elementos existentes, tais como: quadras, jardins, piscinas, muros escadas, guarita, etc. e para terminar esta etapa os mesmos colocados em suas respectivas cotas de projeto (níveis de platôs, quadras, jardins, ruas, avenidas, passeios, etc)

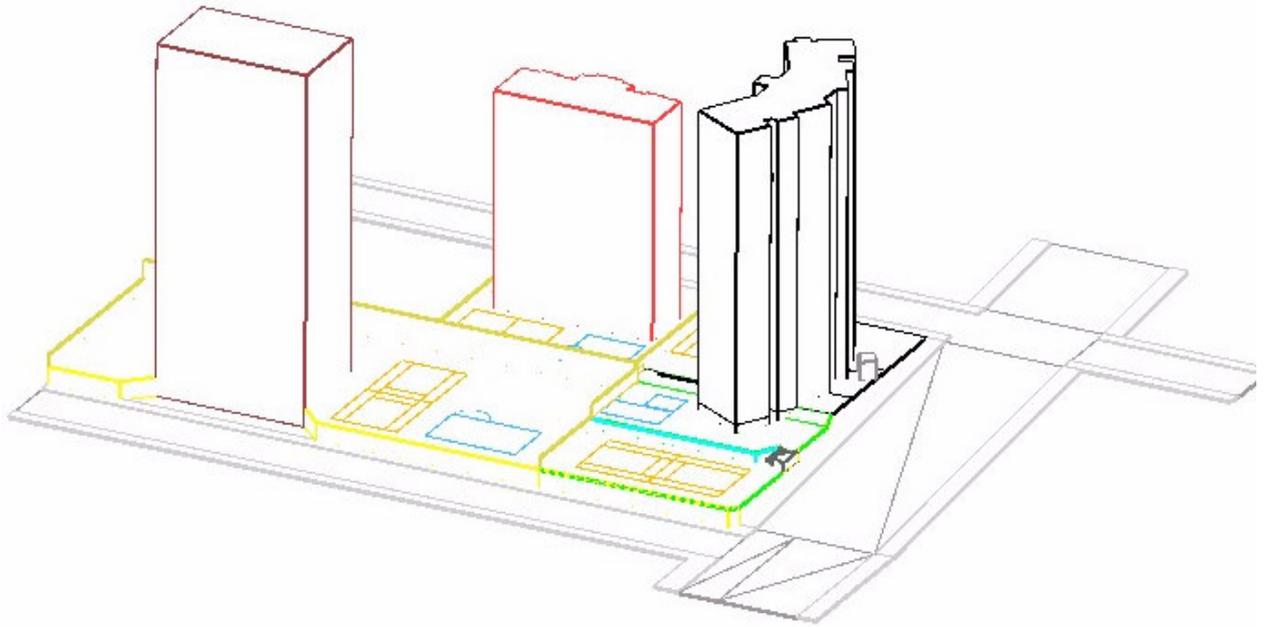


Figura 24  
Modelagem em 3D das edificações e arruamentos

3.5.4- GEOREFERENCIAMENTO - Utilizando a planta cadastral de Belo Horizonte na escala 1:2000 foram obtidas as coordenadas UTM dos pontos A, B, C e D , cantos da área ocupada pelo Ed.Antares (lotes 1, 2, 3 e 4 da quadra 70) conforme indicados na figura 25. Tais coordenadas obtidas por interpolação em planta foram comparadas com os mesmas coordenadas obtidas através de medições em campo com um GPS de navegação *Garmin Etrex* . As coordenadas obtidas são :

Coordenadas UTM dos 4 cantos da área do Edifício Antares:

PONTO A .....E = 610.820m.....N = 7.791.153m

PONTO B .....E = 610.803m.....N = 7.791.213m

PONTO C .....E = 610.835m .....N = 7.791.222m

PONTO D .....E = 610.852m .....N = 7.791.162m

## OBS. DADOS TÉCNICOS

Projeções U.T.M. – Meridiano central 45° W.Gr

Sistema Geodésico Sul-Americano 1969 – SAD 69

Datum horizontal – Chuá-MG

Datum vertical – Marégrafo imbituba-SC

$K = 0,9997534$

Estas coordenadas foram usadas para georeferenciar a maquete eletrônica com o intuito de orientá-la segundo seu posicionamento real sobre a superfície do globo terrestre. A figura 24 já está na posição correta, georeferenciada, com o norte verdadeiro coincidindo com a vertical do desenho. O georeferenciamento é fundamental no estudo da insolação e conforto ambiental das edificações em estudo, ou quaisquer outras. Como foram utilizadas coordenadas UTM, seria conveniente fazer alguns comentários sobre as mesmas.

Segundo Timbó – pág 18 - A projeção adotada no Mapeamento Sistemático Brasileiro é o Sistema Universal Transverso de Mercator (UTM), que é também um dos mais utilizados no mundo inteiro para cartografia sistemática, recomendado pela União de Geodesia e Geofísica Internacional (UGGI). A projeção UTM é um caso particular da Projeção Transversa de Mercator com as seguintes características abaixo:

- 1) A superfície de projeção é um cilindro cujo eixo é perpendicular ao eixo polar terrestre ;
- 2) É uma projeção conforme, portanto mantém os ângulos e a forma das pequenas áreas;
- 3) O cilindro de projeção é secante ao elipsóide de revolução, segundo dois meridianos, ao longo dos quais não ocorrem deformações de projeções ( $K = 1$ ). As áreas entre os meridianos de secância sofrem reduções de escala ( $K < 1$ ), enquanto que as áreas fora dos meridianos de secância apresentam escalas ampliadas ( $K > 1$ ). Desta forma permite-se que as distorções de escala sejam distribuídas ao longo do fuso de 6°;

- 4) O elipsoide terrestre é dividido em 60 fusos parciais de  $6^\circ$  de amplitude cada um. O coeficiente de redução máxima ocorre ao longo do meridiano central do fuso (MC) e tem o valor constante de  $K = 0,9996$  (1 m para cada 2500m). Os meridianos centrais são múltiplos de  $6^\circ$ ;
- 5) O Equador é uma linha reta horizontal, o Meridiano Central é uma linha reta vertical, os paralelos são curvas de concavidade voltada para os pólos e os meridianos são curvas de concavidade voltada para o MC ;
- 6) A origem do sistema cartesiano de coordenadas é formada pelo meridiano central do fuso (eixo Y) cujo valor é  $E = 500.000,00$  metros, e pelo Equador (eixo X) que tem valor  $N = 0,00$  metros para coordenadas no hemisfério norte e  $N = 10.000.000,00$  metros, para coordenadas no hemisfério sul. As coordenadas são designadas pelas letras E e N, acrescidas do Fuso e Hemisfério ;
- 7) As constantes de  $E = 500.000$  metros e  $N = 10.000.000$  metros são chamadas , respectivamente, de Falso Este e Falso Norte (visam evitar coordenadas negativas) ;
- 8) O coeficiente de deformação de escala (K) em um ponto qualquer é dado por  $K \approx K_0 (1 + y^2 / 2R^2)$  onde y é o afastamento do ponto ao MC e R é o raio médio da Terra no ponto considerado;
- 9) A Convergência dos Meridianos ( $\delta$ ) é dada por  $\delta = (\lambda - \lambda_{MC}) \text{sen } \varphi$ ;
- 10) A projeção UTM quando comparada a outras projeções apresenta deformações muito pequenas em todos os aspectos. Para maiores detalhes ver (Timbó, 2001).

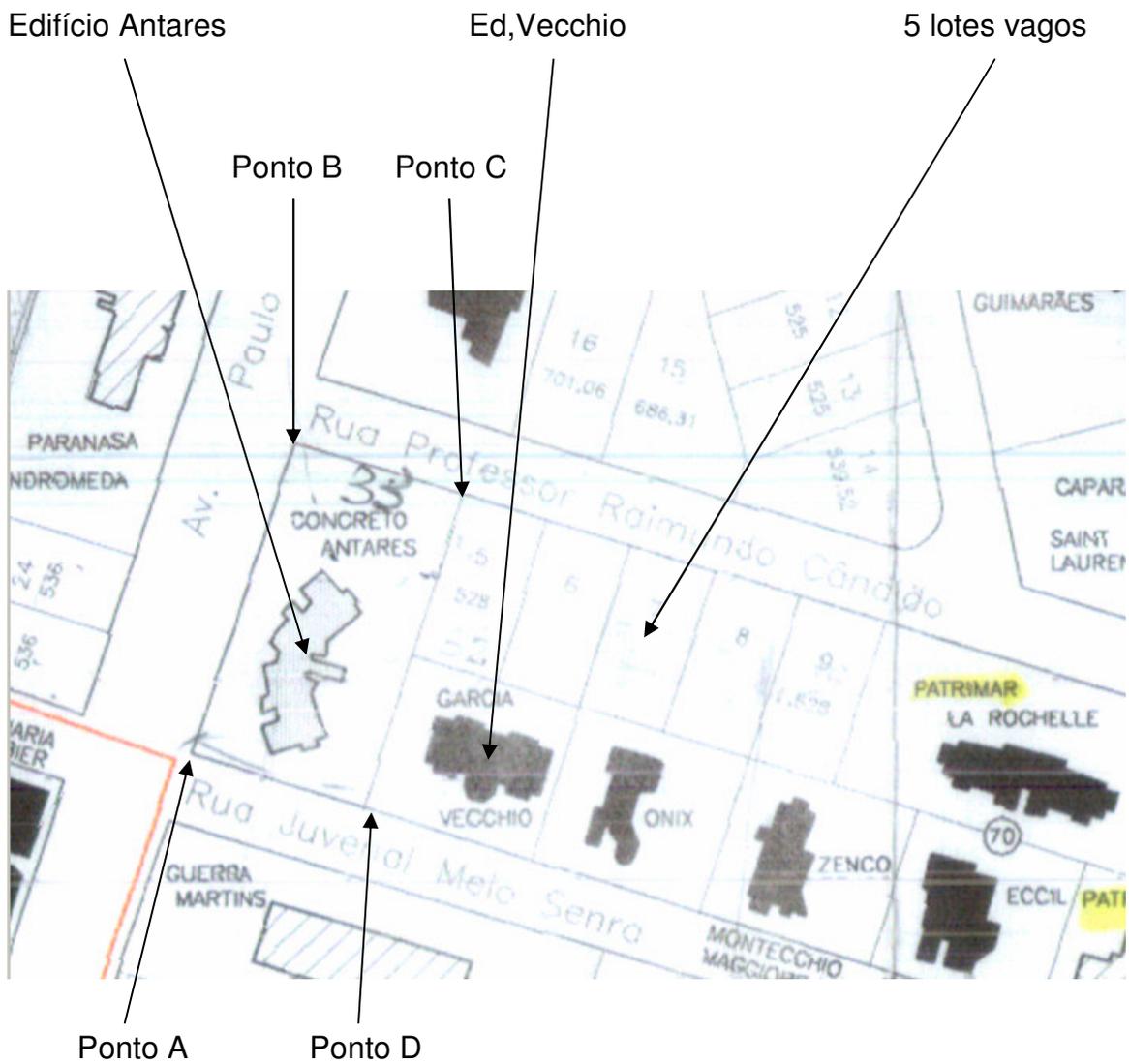


Figura 25 – Posição dos pontos principais do terreno

.Na figura 26 temos a foto do rastreador GPS marca *Garmin* modelo *Etrex*, com 12 canais, antena interna, 5 teclas de operação.Suas principais características são: *Waypoints* = 500; precisão 10 a 15 metros na planimetria; *Tracks* – gravação automática de 10 trilhas nas duas direções; *Route* – rota para navegação por até 50 *waypoints*; *Trip Computer* – velocidade atual, média e máxima, direção do movimento, elevação, nascer e por do sol, cronômetro e odômetro; determinação da localização,latitude / longitude , coordenadas geográficas.

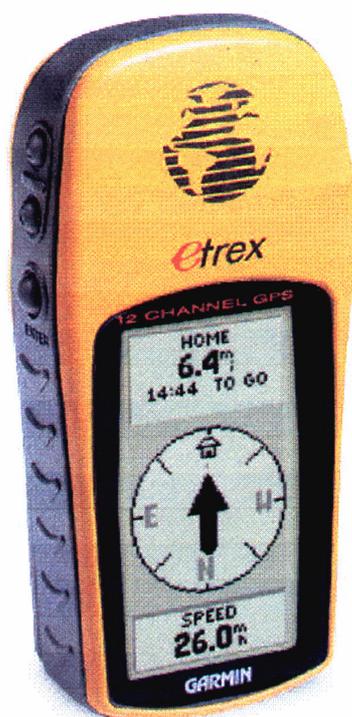


Figura 26 – GPS marca Garmin, modelo Etrex

Fonte – Geomat S/A

### 3.5.5 – SIMULAÇÕES QUANTO À INSOLAÇÃO

As figuras seguintes apresentam as simulações dos efeitos de iluminação e sombra, considerando a interferência do Ed.Vecchio e do edifício a ser construído, sobre o Ed.Antares. Foi considerado o dia 15 de janeiro (verão) dia 15 de julho (inverno) e os horários de 10 horas da manhã e 15 horas à tarde

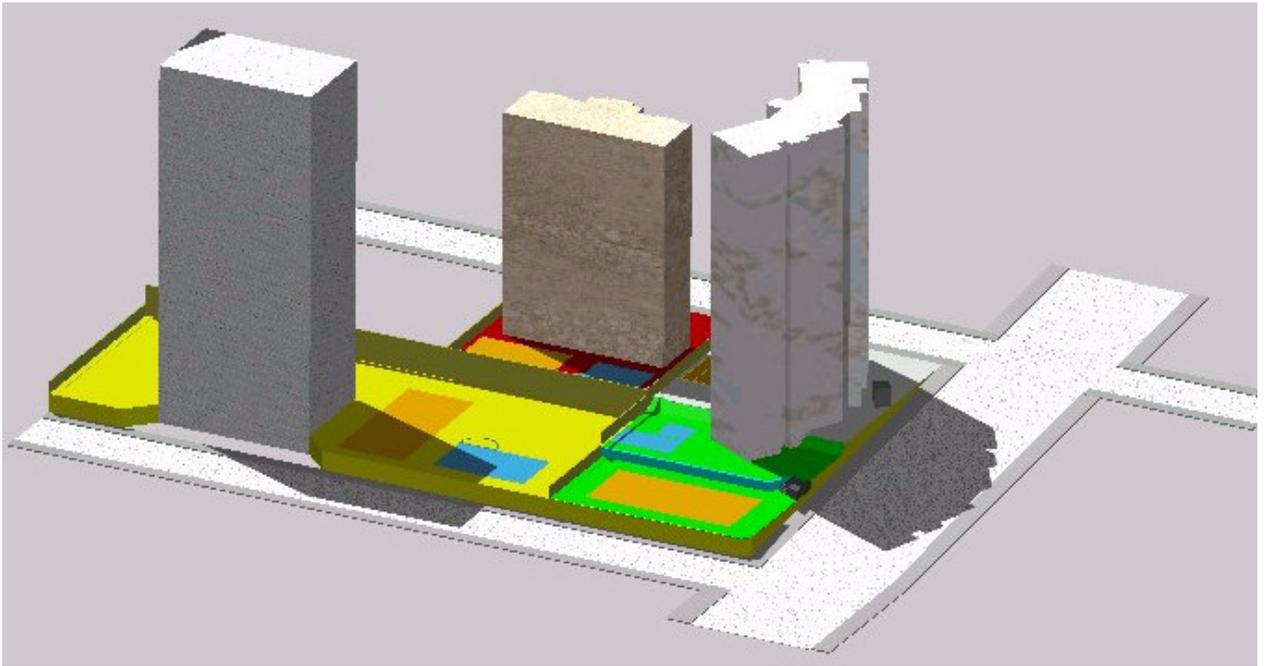


Figura 27 –Efeito de iluminação e sombra  
Dia 15 de janeiro às 10 horas da manhã

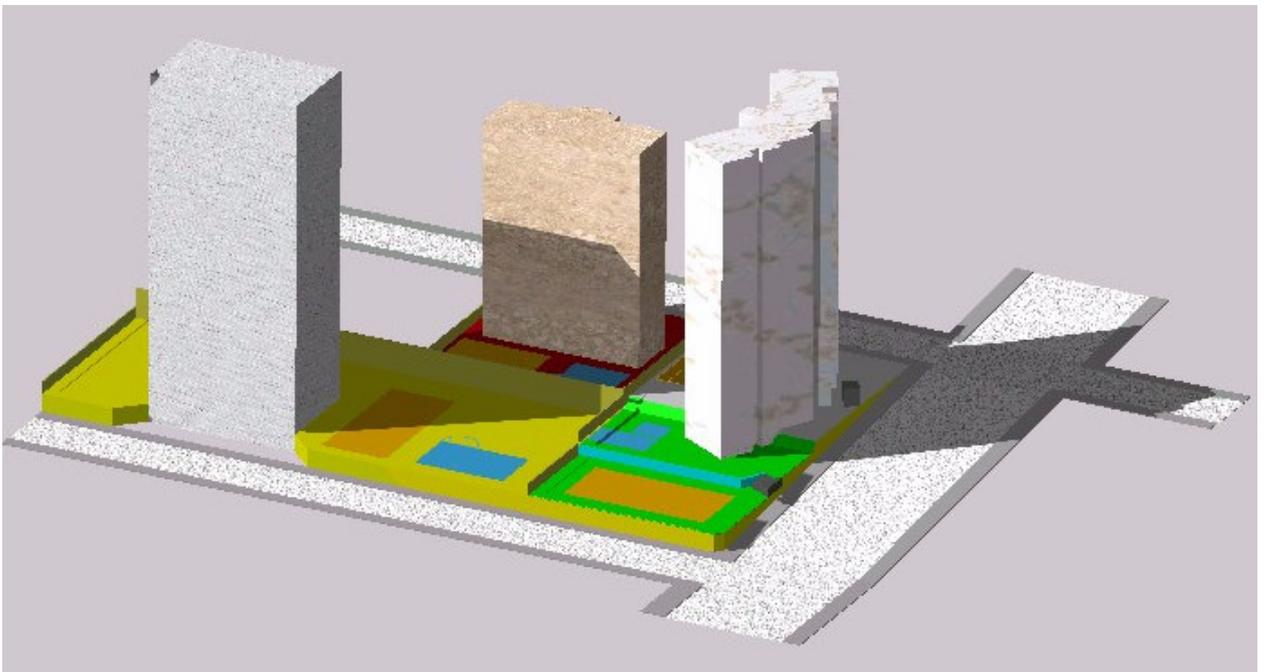


Figura 28 – Efeito de iluminação e sombra privilegiando a fachada frontal  
Dia 15 de julho às 10 horas da manha

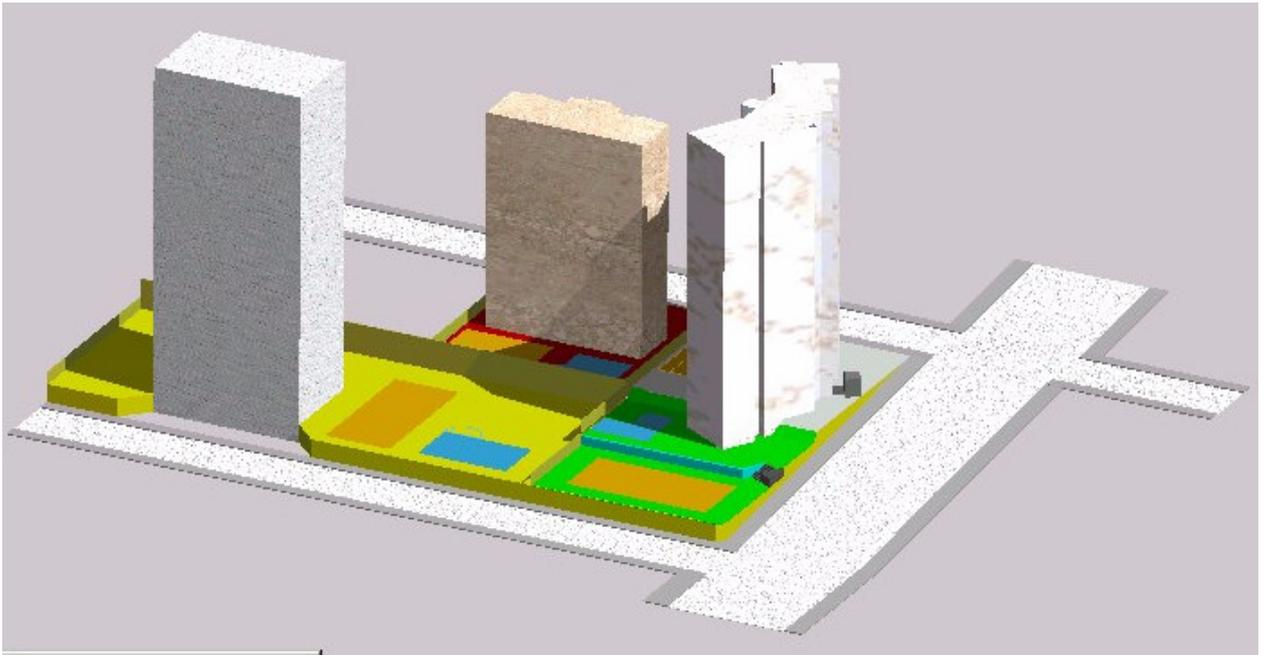


Figura 29 – Efeito de iluminação e sombra  
Dia 15 de janeiro 15 horas (tarde)

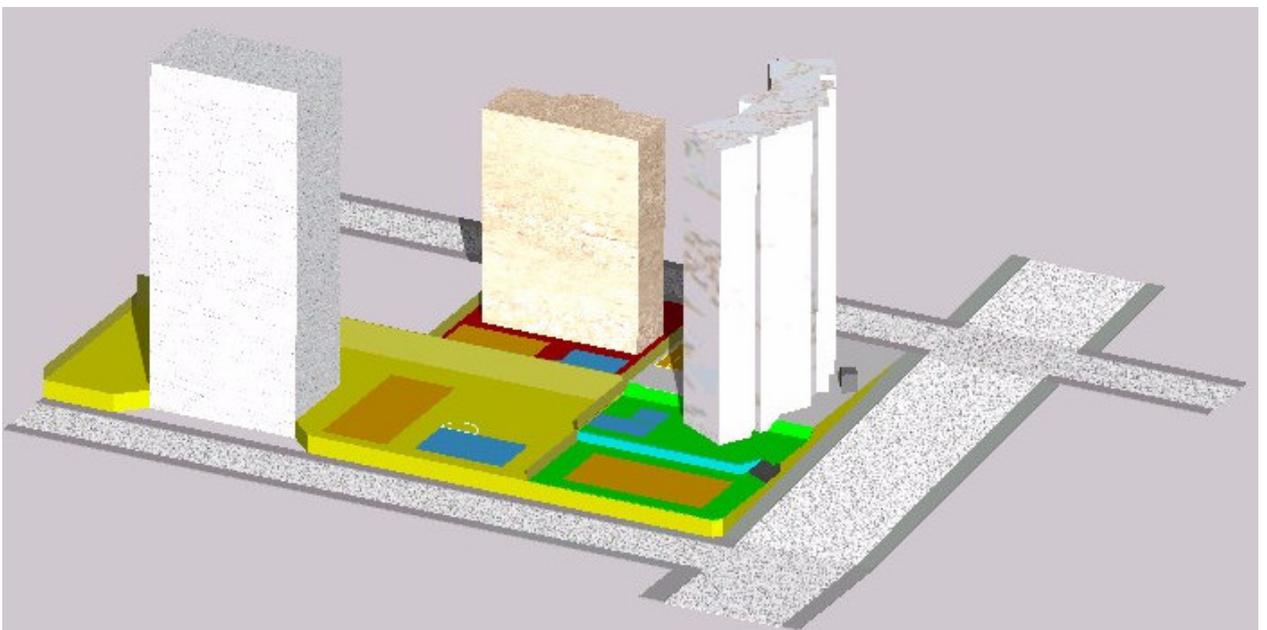


Figura 30 – Efeito de iluminação e sombra  
Dia 15 de julho às 15 horas (tarde)

Outra simulação feita foi o estudo de iluminação e sombra nos mesmos dias e horários considerando que o local tenha sofrido uma rotação de 180°, possibilitando as figuras seguintes.

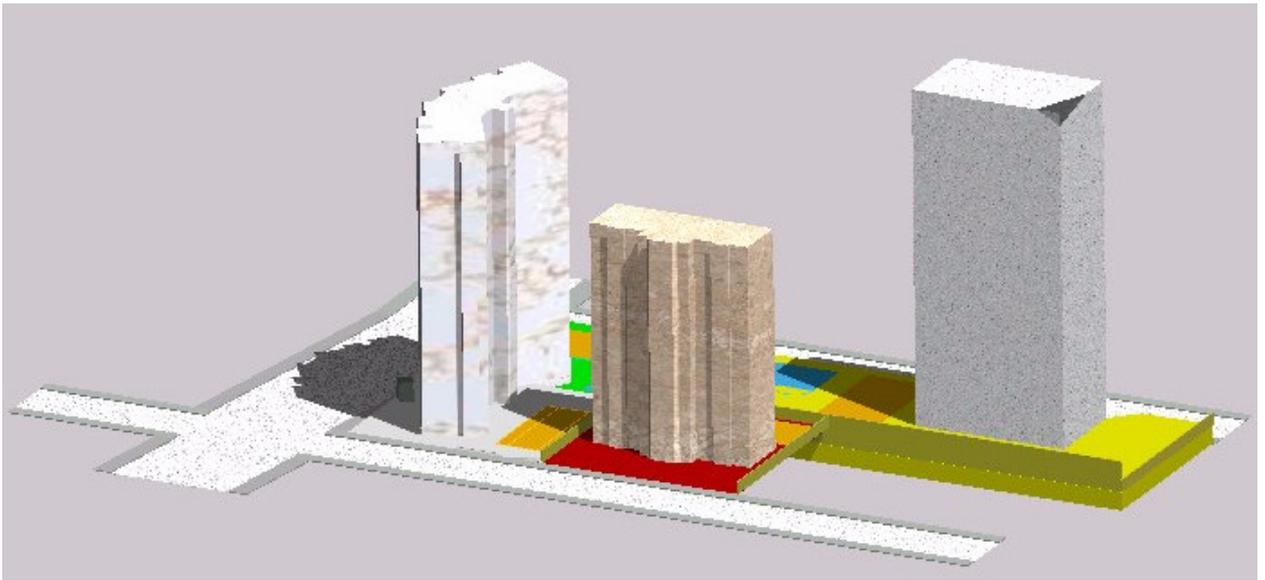


Figura 31 – Efeito de iluminação e sombra  
Dia 15 de janeiro às 10 horas

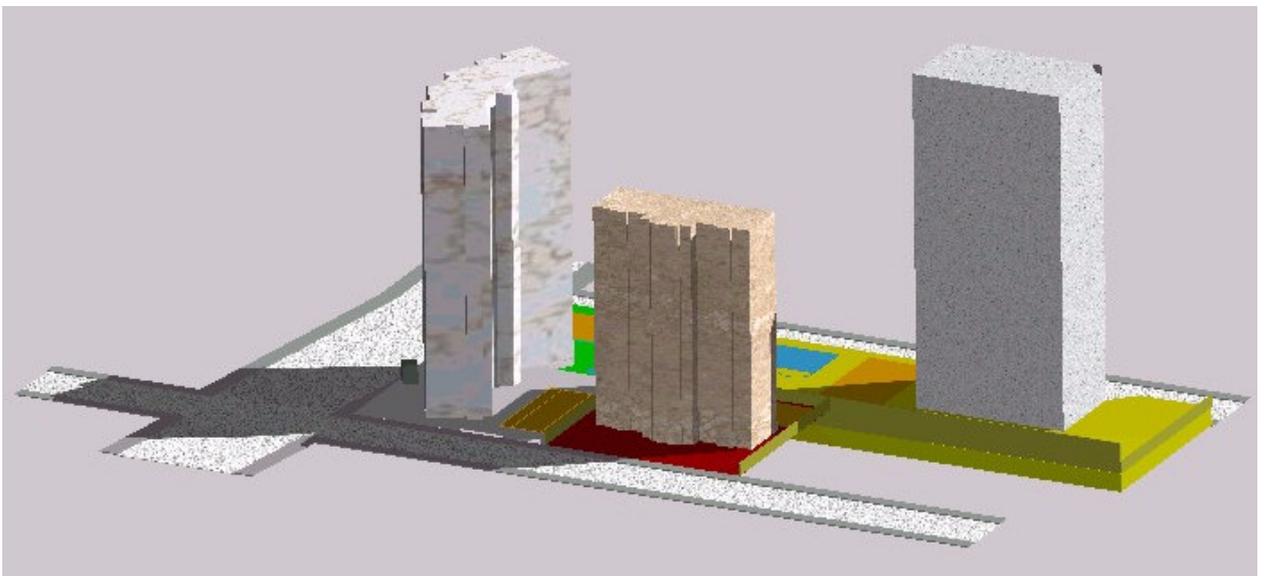
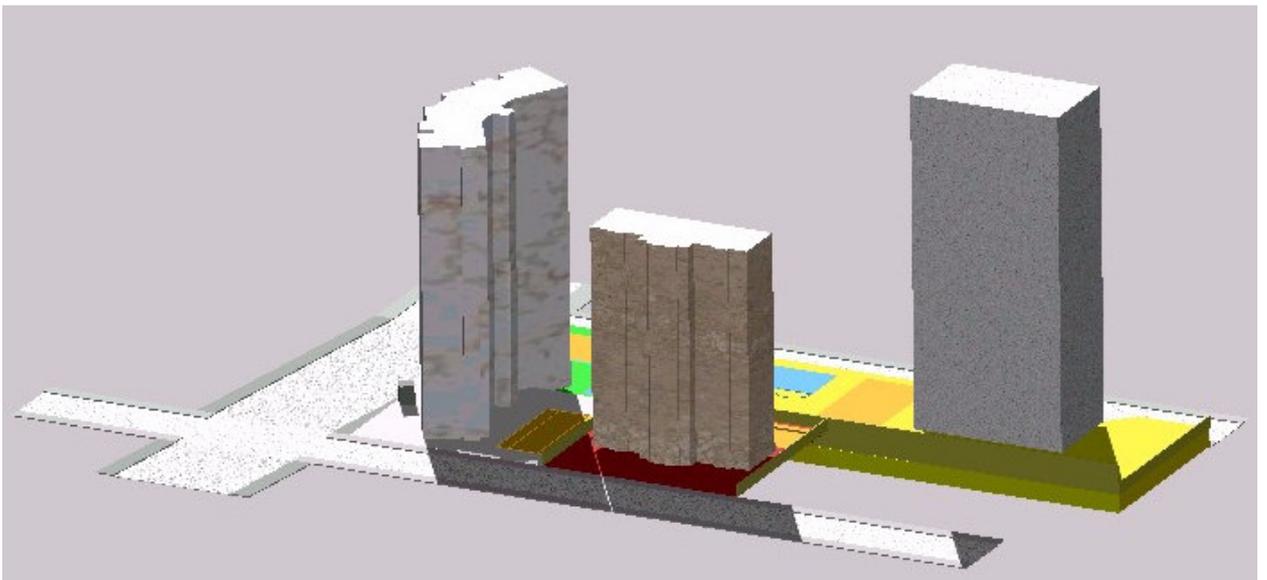


Figura 32 – Efeito de iluminação e sombra  
Dia 15 de julho às 10 horas



Figura 33 – Efeito de iluminação e sombra  
Dia 15 de janeiro às 15 horas (tarde)



Dia 15 de julho à 15 horas (tarde)

Figura 34 – Efeito de iluminação e sombra

### **3.6 – Conclusão final**

Pode-se observar que, fazendo uma análise apenas das 4 condições propostas de insolação para o Edifício Antares, isto é, no verão (15 de janeiro) às 10,00 e 15,00 horas, e no inverno (15 de julho) nos mesmos horários, é possível fazer várias observações sobre iluminação, insolação e conforto ambiental para o prédio citado. É importante dizer que variando os horários e os dias do ano o trabalho poderá ser bem mais completo, permitindo uma orientação segura e rápida para arquitetos e engenheiros. A cultura de conforto ambiental no nosso país é bem diferente dos países da Europa e América do Norte, talvez devido ao clima exageradamente frio no inverno, existindo a preocupação de proteção das edificações para o problema das temperaturas baixas. Evidentemente quando se faz uma construção fazendo os isolamentos de portas, janelas e paredes a proteção feita devido ao frio irá funcionar do mesmo modo quanto ao calor, aumentando o conforto dentro dos ambientes tanto no inverno como no verão. Para a nossa cultura entretanto, como não temos frios intensos não se faz nada quanto ao calor. Providências bastante simples que não iriam onerar os custos melhorariam em muito as condições de vida dos habitantes, inclusive economizando com energia elétrica para ar condicionado. O uso das janelas com vidros duplos e gás especial entre eles, o uso de paredes com isolamento térmico são soluções raras no Brasil, cabendo apenas aos usuários colocar cortinas e persianas para amenizar o problema.

#### **3.6.1 - DENOMINAÇÃO DAS FACHADAS DO EDIFÍCIO ANTARES**

Considerando a nomenclatura para facilitar a argumentação denominamos FP a fachada principal com frente para a Av. Paulo Camilo Pena; FF a fachada de fundos ou posterior; FLD a fachada lateral direita com frente para a Rua Juvenal Melo Senra e FLE a fachada lateral esquerda com frente para a Rua Professor Raimundo Nonato

### 3.6.2 - ESTUDO DAS FACHADAS

O observado em relação às fachadas foi o seguinte

#### a) FACHADA PRINCIPAL

A fachada principal receberá no inverno e no verão sol à tarde, incidência que promoverá aquecimento dos cômodos com aberturas voltadas para ela. Não haverá sombra dos outros prédios estudados sobre essa fachada. As paredes irão absorver grande quantidade de calor mantendo desconforto interno, não somente na parte da tarde como também à noite, por irradiação. Conforme o nível das edificações nesta situação seria o caso de estudar janelas com vidros duplos, paredes isoladas, pinturas claras para permitir uma reflexão maior, etc.

#### b) FACHADA DE FUNDOS OU POSTERIOR

O sol incidirá nesta fachada de fundo na parte da manhã. Nesta fachada estão as janelas dos chamados cômodos voltados para o nascente, de preferência dormitórios, pois recebem a influência benéfica da insolação direta pela manhã e haverá um tempo maior para a temperatura interna baixar até a noite, possibilitando nos quartos temperatura mais agradáveis. No verão haverá sombra do Ed. Vecchio sobre o Ed. Antares em parte da fachada, somente nas primeiras horas da manhã e nos andares mais baixos. No inverno, também nas primeiras horas da manhã haverá sombra do Ed. Vecchio e do prédio a ser construído sobre parte da fachada do Ed. Antares, mas também nos andares mais baixos.

#### c) FACHADA LATERAL DIREITA

Somente no verão e na parte da manhã o sol incidirá nesta fachada, sendo portanto uma fachada com pouca insolação. Não há nenhuma sombra dos outros dois prédios sobre ela.

#### d) FACHADA LATERAL ESQUERDA

Esta fachada receberá insolação somente no inverno na parte da manhã e da tarde, não havendo também nenhuma interferência dos outros prédios quanto à sombra.

#### e) yPISCINA

Pode-se observar que a piscina do Ed.Antares está muito bem posicionada, somente havendo sombra em parte dela no verão à tarde.

Uma série de outros estudos poderão ser feitos quanto ao tipo de janelas e posição delas nos diversos cômodos, tipos de materiais para alvenarias (isolantes ou não), materiais de revestimentos externos, cuidados a serem tomados na colocação de cerâmicas , mármores ou granitos nas fachadas e mesmo internamente, cores dos revestimentos internos. Evidentemente tais estudos serão necessários por ocasião dos projetos, para que as especificações e providencias sejam tomadas no momento adequado.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

DOMINGUES, Felipe Augusto Aranhas - Topografia e Astronomia de Posição para Engenheiros e Arquitetos – Ed. Mc Graw-Hill do Brasil-1979-Pa.297 a 304.

DOMINGUES, Felipe Augusto Aranhas, Topografia e Astronomia de Posição – Escola Politécnica da USP – Vol I e II – 1998.

ESPARTEL, Lelis - Curso de Topografia – Ed. Globo – 1980 .

I.B.G.E. – Manuais Técnicos de Geociências - Noções Básicas de Cartografia – nº 8 1999.

MASCARÓ, Juan Luis – Manual de Loteamentos e Urbanização – Sagra de Luzzatto Editores – 1994.

MOURA, Ana Clara Mourão – Microstation – Guia Prático – Ed. Petrópolis RJ – 2001

OLIVEIRA, Cêurio de, Curso de Cartografia Moderna – IBGE – 1993

TIMBÓ ELMIRO, Marcos , Cartografia e Técnicas de Mensuração – Instituto de Geociências da UFMG, 2001 – pág 18.

RODRIGUES, David Márcio Santos, Espaço Geográfico de Minas Gerais – Uma Visão Cartográfica – IGA-MG - 2002

[vist@erea](mailto:vist@erea)

[www.belohorizonte.com.Br](http://www.belohorizonte.com.Br)

[www.pbh.gov.Br](http://www.pbh.gov.Br)

[www.embrapa.gov.br](http://www.embrapa.gov.br)

[www.engesat.com.br](http://www.engesat.com.br)

[www.geocities.com](http://www.geocities.com)

DINIZ, DELSON JOSÉ CARVALHO

Título. Belo Horizonte, 2002.

n. p.

Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais.  
Departamento de Cartografia.

1. palavra chave - Conforto . Universidade Federal de Minas Gerais.  
Instituto de Geociências. Departamento de Cartografia

A projeção adotada no Mapeamento Sistemático Brasileiro é o Sistema Universal Transverso de Mercator (UTM), que é também um dos mais utilizados no mundo inteiro para cartografia sistemática, recomendado pela União de Geodesia e Geofísica Internacional (UGGI). A projeção UTM é um caso particular da Projeção Transversa de Mercator com as seguintes características abaixo:

- 11) A superfície de projeção é um cilindro cujo eixo é perpendicular ao eixo polar terrestre ;
- 12) É uma projeção conforme, portanto mantém os ângulos e a forma das pequenas áreas;
- 13) O cilindro de projeção é secante ao elipsóide de revolução, segundo dois meridianos, ao longo dos quais não ocorrem deformações de projeções ( $K = 1$ ). As áreas entre os meridianos de secância sofrem reduções de escala ( $K < 1$ ), enquanto que as áreas fora dos meridianos de secância apresentam escalas ampliadas ( $K > 1$ ). Desta forma permite-se que as distorções de escala sejam distribuídas ao longo do fuso de  $6^\circ$ ;
- 14) O elipsoide terrestre é dividido em 60 fusos parciais de  $6^\circ$  de amplitude cada um. O coeficiente de redução máxima ocorre ao longo do meridiano central do fuso (MC) e tem o valor constante de  $K = 0,9996$  (1 m para cada 2500m). Os meridianos centrais são múltiplos de  $6^\circ$ ;
- 15) O Equador é uma linha reta horizontal, o Meridiano Central é uma linha reta vertical, os paralelos são curvas de concavidade voltada para os pólos e os meridianos são curvas de concavidade voltada para o MC ;
- 16) A origem do sistema cartesiano de coordenadas é formada pelo meridiano central do fuso (eixo Y) cujo valor é  $E = 500.000,00$  metros, e pelo Equador (eixo X) que tem valor  $N = 0,00$  metros para coordenadas no hemisfério norte e  $N = 10.000.000,00$  metros, para coordenadas no hemisfério sul. As coordenadas são designadas pelas letras E e N, acrescidas do Fuso e Hemisfério ;
- 17) As constantes de  $E = 500.000$  metros e  $N = 10.000.000$  metros são chamadas, respectivamente, de Falso Este e Falso Norte (visam evitar coordenadas negativas) ;
- 18) O coeficiente de deformação de escala (K) em um ponto qualquer é dado por  $K \approx K_0 (1 + y^2 / 2R^2)$  onde y é o afastamento do ponto ao MC e R é o raio médio da Terra no ponto considerado;
- 19) A Convergência dos Meridianos ( $\delta$ ) é dada por  $\delta = (\lambda - \lambda_{MC}) \text{sen } \varphi$ ;
- 20) A projeção UTM quando comparada a outras projeções apresenta deformações muito pequenas em todos os aspectos. Para maiores detalhes ver (Timbó, 2001).

