



ISSN: 1984-7688

# INTEGRAÇÃO DA GEOMORFOLOGIA E DO GEOPROCESSAMENTO PARA A COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO DA REPÚBLICA DO PANAMÁ

## GEOMORPHOLOGY INTEGRATION OF GEOPROCESSING FOR RAISED SUBDIVISION OF THE REPUBLIC OF PANAMA

**Vanessa Cecília Benavides Silva; Patrícia de Sá Machado\***

Centro Universitário de Belo Horizonte – UniBH, ICBS, Belo Horizonte, MG, Brasil

\* [patriciasa@terra.com.br](mailto:patriciasa@terra.com.br)

Recebido em: 15/07/2012 - Aprovado em: 01/12/2012 - Disponibilizado em: 28/12/2012

*RESUMO: Diante da importância dos estudos que contribuem para melhor compreensão do meio físico de modo a buscar melhores alternativas de se agir sobre o mesmo, é imprescindível a compreensão do arranjo espacial do relevo e das relações nele envolvidas que ocorrem em diferentes escalas no espaço geográfico. A representação cartográfica desses estudos, através das novas tecnologias, contribui nas pesquisas e representações do espaço geográfico, trazendo benefícios para os estudos ambientais. Assim, foi realizada a compartimentação do relevo do território da República do Panamá com o auxílio de técnicas de Geoprocessamento e análise do arranjo espacial e das características do seu relevo atual. A compartimentação foi realizada a partir do cruzamento dos dados de classe de rochas, morfocronologia e elementos estruturais, e dos de hipsometria e relevo sombreado. O mapeamento realizado permitiu identificar os compartimentos litoestruturais de rochas vulcânicas e sedimentares e as unidades de relevo de planalto, depressão, planície, relevo residual, domos e vulcões, com suas respectivas características. Esse estudo mostra-se importante tanto para o melhor conhecimento do relevo da região quanto para a verificação de possibilidades e limites que as técnicas de Geoprocessamento trazem na elaboração de estudos dessa natureza.*

*PALAVRAS-CHAVE: Compartimentação Geomorfológica; Geoprocessamento; República do Panamá.*

### INTRODUÇÃO

A Geomorfologia, “como componente disciplinar da temática geográfica” (Cassetti, 2005), se faz importante não apenas para o conhecimento das formas e tipos de relevo, mas também, para o entendimento de sua dinâmica. O relevo tal como se vê hoje, é produto da interação de processos endógenos e exógenos, pretéritos e atuais, e das ações antrópicas, uma vez que o homem tem se apropriado e modificado o espaço para diversos fins. Assim, compreender as características e fragilidades do ambiente que se ocupa e vive é fundamental para se conhecer os impactos que podem ser gerados pelas intervenções antrópicas, para prevenção de acidentes ambientais e melhor se planejar e gerir o território.

Os estudos geomorfológicos contribuem para a compreensão do arranjo espacial do relevo e das interações, naturais e sociais, que ocorrem em diferentes escalas, espacial e temporal, assumindo assim “importância ao ser abordado no contexto geográfico, considerando sua contribuição no processo de ordenamento territorial” (Cassetti, 2005).

A representação cartográfica desses estudos contribui de forma significativa para a compreensão da organização, dos fenômenos e processos que envolvem a dinâmica do relevo.

A Cartografia sempre esteve vinculada à ciência da Geografia, sendo um instrumento fundamental para a análise e espacialização de fenômenos, permitindo assim, a compreensão mais eficaz a respeito do

espaço e das relações que se estabelecem no mesmo.

Nas últimas décadas, os avanços tecnológicos e científicos foram decisivos para que o ramo da Cartografia se desenvolvesse e evoluísse de modo a contribuir para os estudos e análises sobre representação e dinâmica da superfície terrestre dentre inúmeros outros estudos de cunho geográfico. Nesse contexto, surge o Geoprocessamento trazendo inovações em técnicas e metodologias para a representação do espaço em meio computacional, tornando a elaboração de mapas uma tarefa cada vez mais automatizada e interdisciplinar, permitindo mais agilidade e eficiência na elaboração de produtos e na tomada de decisões.

Diante dessas considerações, evidencia-se que o vínculo entre a ciência da Geomorfologia e as técnicas do Geoprocessamento contribui para o desenvolvimento de análises integradas e tomada de decisões a partir da obtenção, tratamento e análise de informações geográficas.

Ressalta-se a relevância para os estudos ambientais a compreensão da dinâmica, formas e elementos que interagem com o relevo, uma vez que as populações se fixam no relevo e o modificam de acordo com suas necessidades. Desse modo, alteram e reordenam o espaço físico através das diferentes relações que se desencadeiam, considerando os interesses sociais, econômicos, políticos e culturais da sociedade. A proposta deste estudo foi realizar a compartimentação do relevo do território da República do Panamá, localizado na América Central, com o auxílio de técnicas de Geoprocessamento, e analisar o arranjo espacial e características do seu relevo atual.

Faz-se relevante a discussão aqui proposta, pois, refere-se às contribuições da utilização de novas tecnologias na elaboração de mapas que demonstrem o resultado de um estudo de classificação de um determinado tema, em uma dada região, que no caso,

trata-se da compartimentação do relevo do Panamá. Essa compartimentação também se torna importante no sentido de fornecer um exemplo de verificação de possibilidades e limites que as técnicas de Geoprocessamento apresentam na elaboração de estudos dessa natureza.

Nos últimos anos, o Panamá tem apresentado significativo desenvolvimento em relação aos demais países da América Central. O país tem passado por intensa modificação antrópica, com novas infraestruturas, empreendimentos imobiliários, com destaque para as construções na capital, Cidade do Panamá, e projetos de turismo em todo o país. Investimentos como a ampliação do Canal do Panamá e da extensão costeira de uma das principais avenidas da capital, Avenida Balboa, são apenas alguns exemplos da ocupação e ampla alteração do ambiente pelo homem, capazes de repercutir significativos efeitos de ordem ambiental e social no país.

## MÉTODOS

O estudo foi realizado em quatro etapas: 1) pesquisa na literatura especializada sobre o estudo do relevo, metodologias de Geoprocessamento para mapeamento geomorfológico, e aspectos gerais do Panamá; 2) pesquisa de fontes de informações para criação da base de dados espacial, tratamento das bases pré-existentes e elaboração de mapas temáticos; 3) elaboração de mapas temáticos e o mapa de compartimentação geomorfológica a partir da base de dados espacial elaborada e; 4) análise do mapa final de compartimentação geomorfológica produzido.

Para alcançar os propósitos da pesquisa, foram utilizados procedimentos metodológicos existentes e parâmetros (características litológicas, estruturais, cronológicas, morfométricas) baseados na metodologia proposta no Manual Técnico de Geomorfologia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2009) e as técnicas de cartografia

geomorfológica propostas por Silva e Rodrigues (2009).

### Base de dados

A base de dados para a elaboração da compartimentação geomorfológica do Panamá foi construída a partir da vetorização das informações geológicas do Mapa de Geologia, na escala aproximada de 1: 2.000.000, disponibilizado pela Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) do Panamá. Os dados de Falhas Geológicas foram obtidos na base de dados em formato vetorial da United States Geological Survey (USGS) na escala de 1: 2.500.000 da Região do Caribe.

Também foram utilizadas as imagens de radar Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), na escala de 1: 250.000, para extração de informações (hipsometria e relevo sombreado), cuja escala é adequada para o estudo proposto.

As imagens SRTM utilizadas possuem resolução espacial de 90 x 90m e são apresentadas no Datum WGS 84 (*World Geodetic System* 1984). Essas imagens têm ganhado significativo destaque para representar elementos do relevo devido à sua disponibilização gratuita pela NASA (*Consortium for Spatial Information - CGIAR-CSI*) e por serem compostas de dados numéricos das variáveis X, Y e Z (longitude, latitude e altitude, respectivamente). A partir das informações dessas imagens, tem-se um Modelo Digital de Elevação (MDE), que são os dados de superfície do relevo.

Para as etapas do tratamento das informações e elaboração dos mapas, foi utilizado o *software* de Sistema de Informações Geográficas (SIG) ArcGis 9.3, tendo como principais ferramentas utilizadas, as extensões 3D *Analyst* e *Spatial Analyst*.

### Aspectos geográficos e históricos do Panamá

A República do Panamá (Figura 1), território situado nos hemisférios Setentrional e Ocidental, faz fronteira

a oeste com a Costa Rica e a leste com a Colômbia e está dividida em 9 províncias e 4 comarcas indígenas (Figura 2). Também é conhecida como Istmo do Panamá por ser uma faixa de terra cercada por dois mares, a norte pelo Mar do Caribe (Oceano Atlântico) e ao sul pelo Oceano Pacífico, e que une dois continentes, a América do Sul e a América do Norte.

Por se encontrar em baixas latitudes (9°38' e 7°12' Norte), o clima do país pertence ao domínio tropical, com temperaturas moderadamente altas durante todo o ano e amplitudes térmicas diárias e anuais mínimas, com exceção nas áreas em que a altitude tem maior influência, e a temperatura é mais baixa. De acordo com o Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC, 2007), o regime pluvial apresenta características diferenciadas na vertente do Pacífico e do Atlântico, apresentando uma média anual que varia de 1.400 a 5.400 mm.

A rede hidrográfica do país foi determinada pela orografia e pelo regime pluvial, compreendendo rios, que em sua maioria, apresentam fluxo abundante e são de pequena extensão (INEC, 2007).

Em relação à biodiversidade do país, “as diferenças de clima, solo e vida silvestre originaram uma variada diversidade de ecossistemas, seis tipos de vegetação, treze zonas de vida e um terço do território nacional com cobertura vegetal que garante a riqueza de espécies” (ANAM, 2010).

Ainda sobre a riqueza ambiental do território do Panamá, até 2006 o Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), que compreende todas as áreas legalmente protegidas do país e aprovadas pela ANAM, possuía 65 áreas protegidas, o que representa aproximadamente 34.43% do território nacional (ANAM e UICN, 2006).

Figura 1: Localização do Panamá



Figura 2: Divisão Administrativa da República do Panamá



Por suas características peculiares, o país ocupa uma posição geográfica estratégica que determinou e determina sua história desde seu descobrimento, em 1502, por Cristóvão Colombo, por servir de rota entre diversos territórios para diferentes tipos de mercadorias.

O Panamá tornou-se colônia da Espanha em 1510, se convertendo em fator chave da expansão imperial e no centro comercial da colônia (MENDÉZ, 1976). Em 1821 conseguiu sua independência e integrou-se à

entidade política criada por Simon Bolívar, a Grã-Colômbia, que era formada pelos atuais países Colômbia, Equador, Panamá e Venezuela.

Mendéz (1976) destaca que o governo dos EUA tinha interesse na construção de um canal que integrasse os oceanos Pacífico e Atlântico, cujo traçado se daria pelo território do Panamá, e com isso, passou a apoiar o movimento de independência do Panamá, visando alcançar seus interesses. Assim, em 1903, o país declara sua independência da Grã-Colômbia.

Em virtude do Tratado de 1903, os EUA, em troca de garantir a independência do Panamá, adquirem: o uso, ocupação e controle perpétuo de uma faixa do território panamenho a fim de proceder à construção, manutenção, funcionamento e defesa de um canal interoceânico; uma ampla jurisdição judicial e policial sobre 10 milhas adjacentes ao Canal; o direito de ocupar por própria decisão, mais terras e águas panamenhas, se fosse necessário, e o direito de manter a ordem pública no Panamá (Mendéz, 1976, p.127).

O tratado também determinou a criação de um enclave colonial chamado “Zona do Canal” e uma neocolônia no restante do país, implantando sistemas sociais e políticos distintos dos existentes no país. Em agosto de 1914 foi inaugurado o Canal do Panamá.

Durante o final da década de 1960 até final da de 1980, o país passou por um período ditatorial. O general Omar Torrijos assume o poder em 1968 e fez inúmeros esforços para conseguir acordos referentes ao Canal do Panamá, com o governo dos EUA.

Em 1977 foi assinado um tratado entre os presidentes do Panamá, Omar Torrijos, e dos EUA, Jimmy Carter, negociando questões administrativas referentes ao Canal. O tratado determinou, dentre outras questões, a eliminação da Zona do Canal e a administração do Canal pelos dois países até a sua devolução ao governo panamenho, que se daria em 1999.

Com a morte de Omar Torrijos em 1981, o comando militar do país é assumido pelo general Manuel Antonio Noriega, em 1983. Este havia sido chefe da Agência Central de Inteligência dos EUA, foi acusado de lavagem de dinheiro, de envolvimento com narcotráfico e assassinatos. Teve sua sentença em 1989, com a invasão dos EUA ao Panamá, conhecida por ‘Operação Just Cause’ (Operação de Justa Causa) objetivando capturar o general e derrubar o governo militar, de modo a garantir seus interesses econômicos e políticos. Em 1992 Noriega foi julgado e

condenado a 40 anos de prisão. Em 31 de dezembro de 1999 o Panamá assumiu a administração plena do Canal.

Nos últimos anos o país vem se desenvolvendo economicamente principalmente por conta das atividades comerciais na Zona Livre de Colón, localizado ao norte do país, às margens do Atlântico, seguido das atividades de turismo e dos benefícios provindos da exploração do Canal.

### **Geoprocessamento: conceitos e aplicações**

O desenvolvimento da informática e das tecnologias de satélites foram fatores decisivos para o avanço da Cartografia e para o surgimento de técnicas como o Geoprocessamento. Esse, por sua vez, integra metodologias e técnicas computacionais que dão suporte à análise de informações geográficas, para diversos fins, através de uma série de ferramentas aplicadas a bases cartográficas.

Dentre as ferramentas computacionais integrantes do Geoprocessamento têm-se os SIG, que contribuem para o armazenamento, representação, integração e manipulação de informações geográficas, além de criação de banco de dados georeferenciados, para análises em variados níveis de complexidade.

Os SIG apresentam vantagens e facilidades para trabalhar com grande quantidade de informações sobre o espaço geográfico representando algumas partes da realidade e suas relações, permitindo assim uma visão sistêmica (MACHADO e MOURA, 2002).

Esses sistemas permitem a organização prática e eficaz de banco de dados geográficos, e sua constante atualização. Permitem também, analisar um fenômeno de forma espacializada, gerando mapas digitais de forma automatizada. Essas técnicas estão sempre em processo de aperfeiçoamento, o que consente afirmar que “cada vez mais, poderá assumir atividades que se aproximam da realidade, ou seja, de modo que o sistema simule a natureza dinâmica dos

processos de constante transformação da natureza, em consequência das ações do homem” (Cerqueira, 2006, p. 21).

É diante dessas vantagens, facilidades e disponibilidade de dados que trabalhos de âmbito ambiental têm sido realizados obtendo resultados eficazes em relação às questões colocadas em discussão em cada caso. Além disso, deve-se considerar que “em segundos, obtêm-se diferentes opiniões sobre um assunto, enorme gama de fontes de pesquisa e informações das mais diversas origens” (Machado e Moura, 2002, p.28), o que, no entanto, não deve preterir o cuidado para que esses dados sejam de qualidade e obtidos de fontes confiáveis, para evitar dados que distorcem a realidade.

As novas tecnologias contribuem nas pesquisas e representações do espaço geográfico, trazendo benefícios para os estudos ambientais, quando da utilização de metodologias adequadas. Deve-se sempre ter em vista que as técnicas de Geoprocessamento constituem apenas o instrumento de trabalho que facilita e agiliza o estudo da representação dos fenômenos da superfície terrestre. O mais importante é a análise do fenômeno representado para o ganho de conhecimento sobre o assunto tratado.

### **Geomorfologia e mapeamento geomorfológico**

A ocupação e demais ações desempenhadas pelo homem no ambiente deveriam ser precedidas por estudos do meio físico, abrangendo a compreensão da dinâmica do ambiente, para que assim se possa projetar situações futuras e suas consequências. Uma das questões essenciais para a realização desses estudos é a análise do relevo e dos fatores que interferem e interagem com o mesmo. O relevo é o resultado da interação das forças endógenas e exógenas e da ação antrópica, podendo assim, “ser concebido como uma forma física em si mesma, que apresenta tamanho e características físicas internas e

externas, disponível para ser descrita e nomeada” (Souza, 2009, p.44).

A compartimentação geomorfológica é uma importante metodologia para se conhecer o arranjo espacial do relevo e suas características. Possui a função de subdividir o relevo em unidades de acordo com as formas que tenham características e relações litológicas e estruturais semelhantes, derivadas das ações de climas pretéritos e presentes que resultaram no modelado atual de modo a tratar as unidades individualmente.

Para melhor compreensão do conceito de relevo, é importante compreender os componentes da Terra que integram antes de se analisar a abordagem dos processos endógenos e exógenos (Souza, 2009).

Pode-se dizer que existe relevo, porque existem quatro componentes básicos na Terra: energia, massa, gravidade e fluidos. O primeiro é emanado do próprio interior da Terra e do Sol; o segundo é todo o material sólido ou líquido, que tem peso e compõe a Terra; o terceiro é dado pela força de atração estabelecida entre a Terra, que tem massa, e todos os corpos que estão em sua superfície e proximidades, que têm massa e, o último corresponde aos fluidos líquidos e gasosos, que compõem a Terra (Souza, 2009, p.45)

Esses quatro componentes estão em constante interação e conseqüentemente transformação e deformação, resultando nos movimentos internos da litosfera, e assim, nos aspectos estruturais e litológicos do relevo. De acordo com Souza (2009) as deformações das massas presentes no processo, são expressas na superfície da terra como irregularidades e essas “deformações são, em parte, responsáveis pelas irregularidades da superfície na escala global, enquanto processos externos ocorrem simultaneamente” (Souza, 2009, p.46).

Sendo assim, o relevo pode ser considerado a forma materializada da troca de energia conseqüente da

interação dessas forças e dos processos endógenos e exógenos.

A associação desses fatores e de outras características ambientais (condições climáticas, hidrográficas, pedológicas, biogeográficas e outras), torna o ambiente favorável à atuação dos processos geomorfológicos, em intensidade e magnitude variáveis. Dessa maneira contribui para a esculturação das formas de relevo, transformando-as e individualizando-as, permitindo assim, o estudo das características e do arranjo espacial dos compartimentos resultantes. Essas características estabelecem relações com as formas superficiais e dinâmica do relevo, o que faz com que a Geomorfologia assuma “caráter de disciplina privilegiada nos estudos ambientais, pelo fato de que para seu adequado entendimento e análise, exige do pesquisador conhecimento pluralista” (Ross, 2007, p.16).

Em relação à representação da paisagem, em tempos passados, os mapas eram elaborados à medida que se percorria o trajeto de estudo, o que demandava muito tempo, e o resultado ficava limitado à visão local do pesquisador/cartógrafo. Atualmente são, predominantemente, elaborados com a utilização e interpretação de imagens de satélite e de radares, que trazem informações eficientes para serem trabalhadas em ambiente de SIG e em outras técnicas ligadas ao Geoprocessamento, o que agiliza e permite melhor qualidade dos mapas. A facilidade e a qualidade que atualmente os produtos de sensores remotos podem oferecer aos estudos do ambiente não anula, contudo, a importância da pesquisa de campo. Pelo contrário, a verificação em campo dos dados produzidos remotamente, é essencial para a garantia de informações mais fidedignas.

Os trabalhos de mapeamentos são importantes para a compreensão e análise de elementos do meio físico, gênese, dinâmicas e condições ambientais em áreas

de diferentes escalas, seja regional ou local. Além disso, com o auxílio do SIG é possível cruzar informações e dados espaciais para realizar análises integradas e eficazes, obtendo resultados consistentes em relação ao fenômeno estudado.

O SIG tem contribuído de maneira significativa nos estudos do relevo e “se mostrado uma importante ferramenta que possibilita ao ser humano se posicionar diante das questões que envolvem a organização espacial e análise ambiental de forma a visualizar melhor os diversos fenômenos que aí atuam em suas diversas formas” (Cerqueira, 2006, p.11)

Machado e Moura (2002,) acrescentam que no ambiente de SIG

As entidades geográficas são representadas conforme seus atributos geométricos (localização, forma e extensão), lógicos (qualificação taxonômica) e topológicos (relações com outras entidades representadas). É pela associação dessas representações que uma determinada ocorrência e as correlações de variáveis são obtidas (Machado e Moura, 2002, p.47).

No caso da Geomorfologia, a associação de informações é essencial uma vez que há influência mútua entre os elementos que interagem e compõem o relevo, fazendo-se necessária a análise conjunta dos mesmos para compreender o relevo atual.

Não se pode compreender alguns aspectos do relevo sem considerar as ações antrópicas, sendo fundamental considerar e estudar o relevo como elemento de suporte da atuação do homem e compreender as relações de reciprocidade e suas consequências entre essa atuação e os processos geomorfológicos (Cunha e Mendes, 2005)

É nesse âmbito que as técnicas de Geoprocessamento oferecem parâmetros tão mais precisos na construção dos modelos, que hoje são imprescindíveis no controle e na prevenção dos

desastres naturais e nas análises ambientais. Através do estudo das relações geomorfológicas com as ciências afins são desvendadas as transformações ambientais em função da atuação antrópica na escala histórica recente (IBGE, 2009).

Os mapas geomorfológicos proporcionam e facilitam uma série de abordagens que podem ser realizadas em escala regional, como a distribuição e arranjo espacial, a compartimentação das unidades morfoestruturais e morfoesculturais e em escala local, com estudos sobre a morfodinâmica e ação antrópica no relevo da área. Essas abordagens levam à interligação de dados que permitem interpretar e compreender a dinâmica da atuação dos fatores físicos passados e presentes que levaram à configuração atual do relevo assim como a extensão dos processos atuais, permitindo, análises mais diversificadas e complexas. Assim, “o grande potencial na aplicação de mapeamentos geomorfológicos está no seu interfaceamento com os projetos de planejamento da ocupação humana, com vistas à economia dos recursos investidos, mediante a prevenção de problemas futuros” (ARGENTO, 2008, p.368), visto que “o relevo assume importância fundamental no processo de ocupação do espaço, fator que inclui as propriedades de suporte ou recurso, cujas formas ou modalidades de apropriação respondem pelo comportamento da paisagem e suas consequências” (Cassetti, 2005).

## **O MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DO PANAMÁ**

### **Tratamento de Dados e Elaboração dos Mapas**

A partir da base de dados espacial elaborada com a vetorização das informações geológicas, fez-se uma análise e o cruzamento com outras informações (limites dos vulcões e rochas plutônicas) do Mapa Geológico do Caribe (USGS, 1997), por técnicas de

análise espacial, criando o mapa de Aspectos Litológicos e Estruturais do Panamá (Figura 3), resultando em 7 classes, subdivididas em: Era Cenozóica: 1) Rochas sedimentares; 2) Rochas vulcânicas; 3) Rochas plutônicas; Era Mesozóica: 4) Rochas sedimentares; 5) Rochas metamórficas; 6) Rochas plutônica e; 7) Rochas vulcânicas.

Quanto às imagens SRTM, foram necessárias duas cenas originais, disponibilizadas pelo CGIAR-CSI, para contemplar toda a área do território do Panamá. Foi feito o mosaico das cenas que posteriormente foi recortado conforme a delimitação do país. A partir do processamento dessas imagens foram gerados os mapas de hipsometria e relevo sombreado.

O mapa de hipsometria (Figura 4) consiste na criação de classes altimétricas a partir do MDE, representadas por gradação entre cores frias (para baixas altitudes) e quentes (para altitudes maiores). As altitudes do território, que variam de 0 a 3.450m, foram representadas em 5 classes. A maior parte do território encontra-se em até 500m de altitude.

### **COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO DO PANAMÁ**

Segundo Argento (2008, p.368), “a metodologia do mapeamento geomorfológico tem como base a ordenação dos fenômenos mapeados, segundo uma taxonomia que deve estar aferida a uma determinada escala cartográfica”. As especificidades da escala são consideradas na classificação e cabe ao pesquisador definir os critérios apropriados considerando a compatibilidade entre a dimensão da área, dos fenômenos representados e da base de dados utilizada. Tendo por referência essa perspectiva, o mapeamento realizado contemplou uma abordagem regional e os mapas finais foram elaborados na escala 1: 2.300.000.

Figura 3: Aspectos Litológicos e Estruturais do Panamá

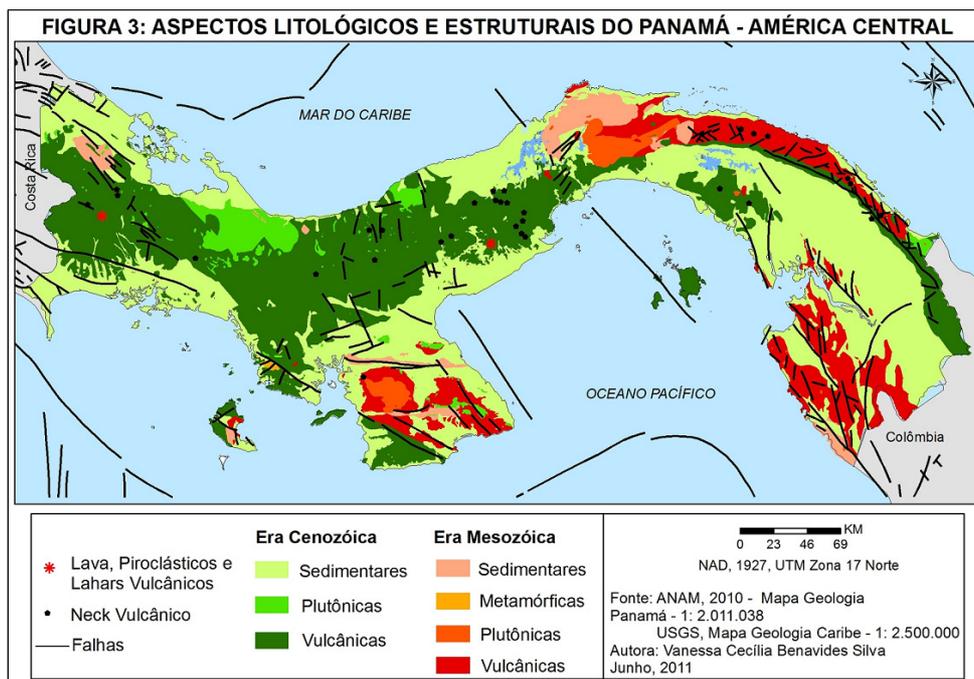
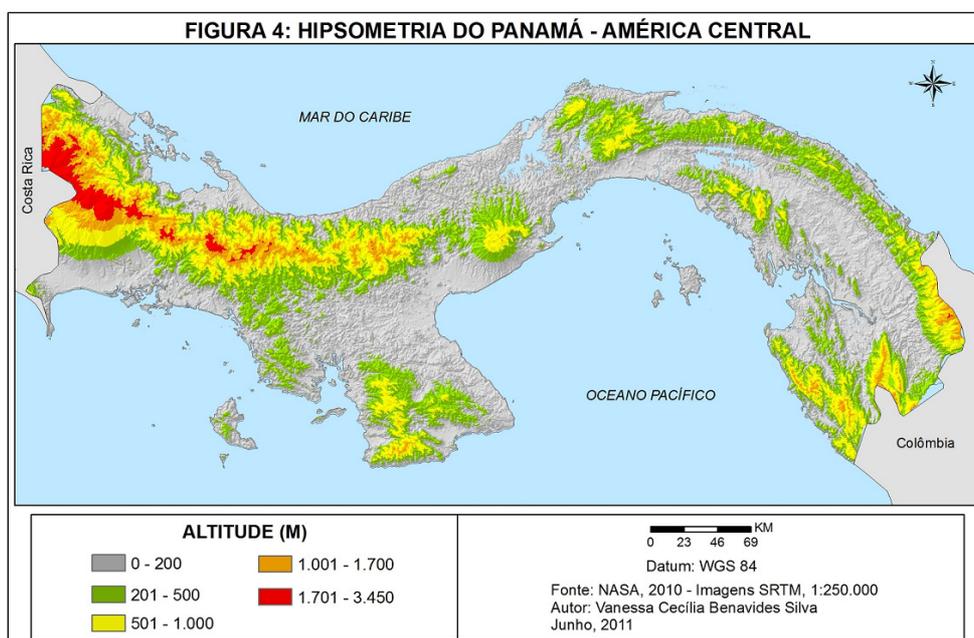


Figura 4: Hipsometria do Panamá



Primeiramente, identificou-se a base do relevo, que corresponde às suas características geológicas. Para tal, foi feita a sobreposição das informações de classes de rochas e falhas geológicas, sobre o mapa de relevo sombreado, que consiste na representação do relevo que simula o seu sombreado a partir dos

dados de altimetria do terreno, permitindo melhor visualização das feições do relevo e do padrão de drenagem. Identificou-se assim, dois compartimentos litoestruturais predominantes (Figura 5), o das rochas sedimentares (CS - Compartimento Rochas Sedimentares) e o das rochas vulcânicas (CV -

Compartimento Rochas Vulcânicas). Associando essas informações ao mapa de Rubio (1946), os CS correspondem às Terras Baixas e Planícies de Origem Sedimentar e os CV correspondem às Terras Altas e Montanhas de Origem Vulcânica. Cada compartimento apresenta suas peculiaridades em relação ao modelado, altitude, declividade e drenagem. Foram criados subcompartimentos de modo a facilitar na análise.

Diante da análise das feições do relevo, da drenagem e perfis topográficos para cada compartimento e da análise dos mapas de Rubio (1956), ANAM (2010) e Smithsonian Tropical Research Institute (SRTI, 2010), elaborou-se o mapa de Unidades de Relevo do Panamá (Figura 6). As áreas definidas como planaltos apresentam altitudes maiores que 200m chegando a 3.450m, as depressões apresentam altitudes que

variam de 0 a 200m, as planícies encontram-se dentro das depressões e nas bordas do país correspondendo a rochas sedimentares, tem-se também presença de relevo residual, vulcões e intrusões dômicas.

A partir da análise integrada das Figuras 5 e 6 foi elaborado o mapa de Compartimentação do Relevo do Panamá (Figura 7).

No intuito de permitir uma visão geral das principais características do relevo do Panamá, foi elaborado um quadro resumo (Figura 8) contendo os compartimentos estruturais, sigla no mapa, unidade de relevo, nome, morfochronologia, variação de altitude predominante, unidades de relevo e drenagem. Tais informações basearam-se nas análises dos mapas elaborados juntamente com informações dos mapas de Rubio (1956), ANAM (2010) e SRTI (2010).

Figura 5: Compartimentos Litoestruturais do Panamá

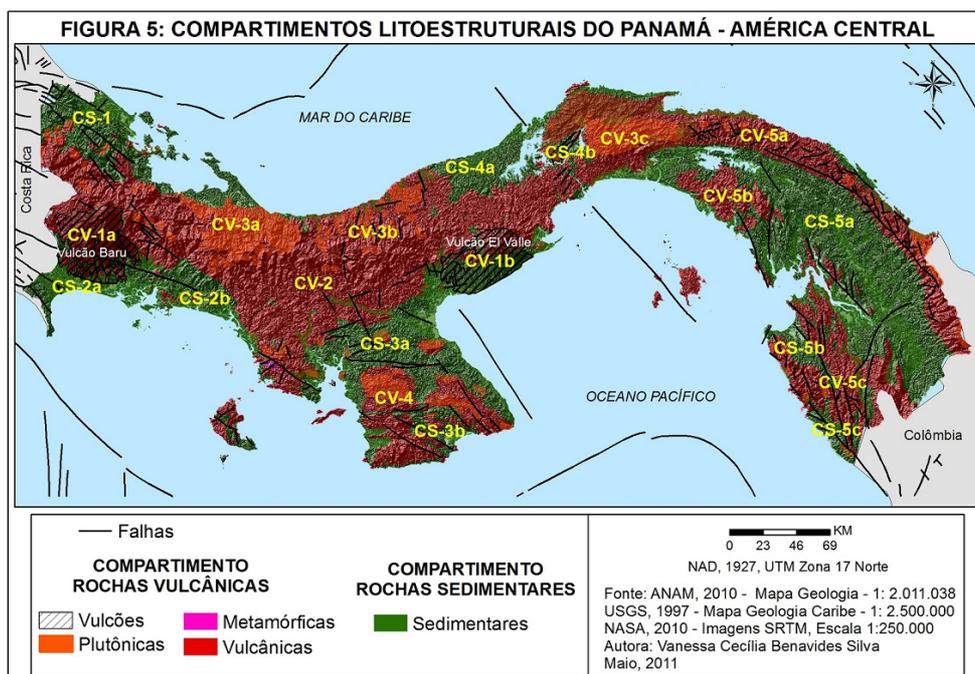


Figura 6: Unidades de Relevo do Panamá

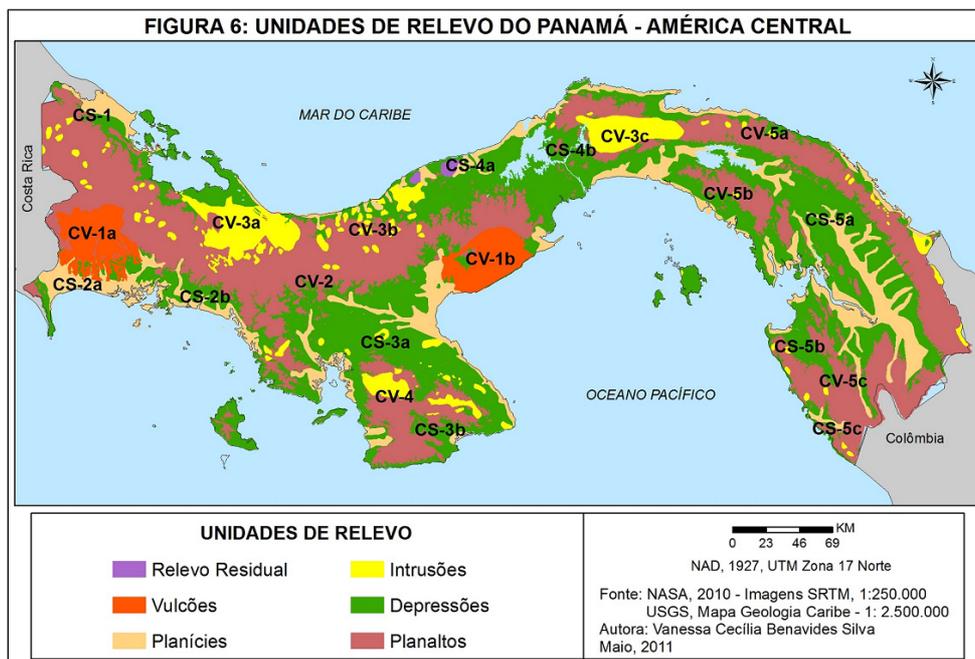


Figura 7: Compartimentação do Relevo do Panamá

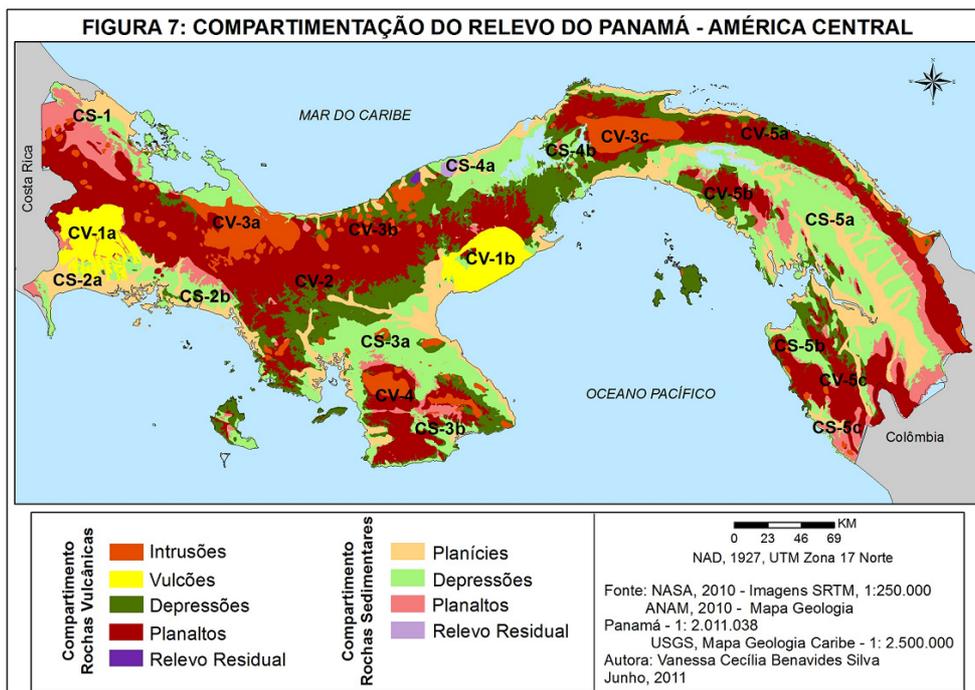


Figura 8: Quadro Resumo do Relevo do Panamá

COMPARTIMENTOS LITOESTRUTURAIS		SIGLA NO MAPA	NOME	MORFOCRO NOLOGIA	VARIAÇÃO DE ALTITUDE (m)	UNIDADES DE RELEVO E DRENAGEM
ROCHAS VULCÂNICAS		CV-2	Cordilheira Central	Terciário	200 a 3.450m	- Planalto, depressão e relevo residual; - Drenagem dendrítica.
		CV-5b CV-5c	-	Cretáceo e Terciário	0 a 1.000m	- Planalto e depressão; - Drenagem dendrítica.
		CV-5a	Cordilheira de San Blas (central), Cordilheira Tacarcuna (sudeste)		0 a 2.000m	
	Plutões	CV-3a CV-3b CV-3c CV-4	Intrusões do Cretáceo e Terciário		200 a 1.600m	- Drenagem dendrítica;
	Vulcões	CV-1a	Vulcão Baru	Quaternário	200 a 3.450m	
		CV-1b	Vulcão El Valle	Terciário e Quaternário	200 a 2.000m	
ROCHAS SEDIMENTARES	Bacias sedimentares (BS)	CS-1	BS Noroeste Bocas Del Toro	Cretáceo, Terciário e Quaternário	0 a 600m	- Planalto, planície e depressão; - Drenagem dendrítica;
		CS-2a	BS Sudoeste de Chiriquí	Terciário e Quaternário	0 a 500m	- Planalto e depressão; - Drenagem dendrítica.
		CS-3b	BS Sul de Los Santos	Cretáceo e Terciário		
		CS-4b	BS do Canal do Panamá	Terciário		
		CS-5a	BS Bayano-Chucunaque	Terciário e Quaternário	0 a 600m	- Planalto, planície e depressão; - Drenagem dendrítica.
	CS-5b	BS Sambu	- Planície e depressão; - Drenagem dendrítica.			
		CS-2b			0 a 200m	- Planalto, planície e depressão; - Drenagem dendrítica.
		CS-3a				- Planície, depressão e relevo residual; - Drenagem dendrítica.
		CS-4a				- Planalto, planície e depressão; - Drenagem dendrítica.
		CS-5c				Cretáceo e Terciário

### Compartimento de Rochas Vulcânicas

O compartimento das rochas vulcânicas estende-se da porção oeste do território até a região central, continuando em toda borda nordeste e em trechos fragmentados da borda sudeste do território panamenho. Dentro desse compartimento encontram-se rochas plutônicas e metamórficas, e os próprios vulcões como o Baru, na cidade de Volcán na província de Chiriquí e o vulcão na cidade de El Valle na província de Coclé, que datam do Cenozóico.

Os compartimentos identificados remetem à ideia dos Domínios Morfoestruturais (IBGE, 2008), que estão organizados a partir do resultado da dinâmica dos processos endógenos considerando a natureza das rochas e a tectônica atuante sobre elas, uma vez que é possível associar a litologia com elementos

estruturais (falhas) para a interpretação do relevo do Panamá.

As áreas CV-2 e CV-5a correspondem, respectivamente, à Cordilheira Central e às Cordilheiras San Blas e Tacarcuna (Rubio, 1946). A maior parte da CV-2 apresenta rochas do Terciário, pequenos trechos de Quaternário e Cretáceo. A área caracteriza-se pela presença de planaltos com altitudes que variam de 400 a 2.000m e recobre as províncias de Chiriquí, Bocas Del Toro, Veraguas, Coclé, Panamá e a Comarca Nogbe-Buglé. Traçando-se perfis topográficos no sentido oeste-leste (Figura 9) observam-se as altitudes predominantes dessa área. No sentido norte-sul, observam-se as diferenças de altitude das áreas de planaltos e depressão. O padrão de drenagem predominante é o dendrítico, exceto na área do vulcão, que possui padrão radial em sua

porção sul. Essa cordilheira corresponde a um grande divisor de águas das drenagens dos oceanos Pacífico e Atlântico.

Nas áreas com predomínio de rochas plutônicas, intrusivas, (CV-3, CV-3b, CV-3c), as feições do relevo não diferem das do entorno com a presença das rochas vulcânicas, mas diferem em relação às formas e grau de dissecação das formações sedimentares.

Apresentam padrão de drenagem dendrítico e caracterizam o tipo de relevo dômico. No caso da área CV-3a, corresponde a rochas plutônicas do Terciário e altitudes que aumentam no sentido oeste e leste e na porção leste variam de 30 a 125m e em sentido oeste de 125 a 1400m. As rochas do CV-3b e CV-3c correspondem ao período Cretáceo e apresentam altitudes que variam de 200 a 1000m.

Figura 9: Perfis Topográficos da Porção Oeste da Cordilheira Central (CV-2)

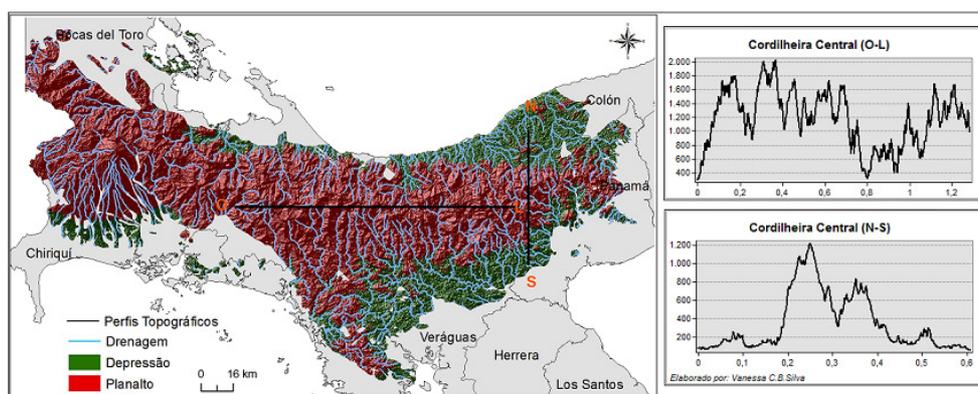
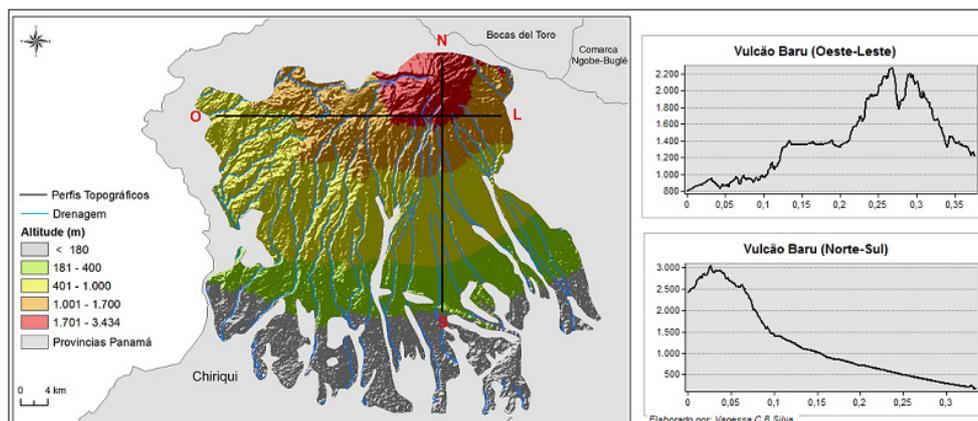


Figura 10: Perfis Topográficos Vulcão Baru (CV-1a)



Os vulcões correspondem às maiores altitudes do país e possuem formações de relevo que derivaram dessa estrutura. A área que corresponde à formação do Vulcão Baru (CV-1a) apresenta altitude que, na área do cone do vulcão, varia de 2.200 a 3.434m e apresenta padrão de drenagem o radial (Figura 10). A

partir dos perfis topográficos traçados no sentido oeste-leste e norte-sul, é possível observar essa variação altimétrica que resulta na própria forma do vulcão. No sentido oeste-leste as altitudes variam de 1.000 a 2.000m aproximadamente e decrescem de 3.450m ao norte para 500m ao sul. O outro vulcão

corresponde à área da cidade de El Valle (CV-1b) e não ultrapassa 2.000m de altitude.

A área de CV-5a estende-se, no sentido oeste-leste, desde a porção noroeste da província de Colón, passando pelo norte de Panamá, Comarcas de Kuna Yala, norte de Kuna de Madug e de Emberá e trechos de Darién. Compreende uma área com presença de basalto e lava dos períodos Cretáceo, Terciário e em menor quantidade do Quaternário, e o relevo é caracterizado por formações de planaltos com altitudes que variam de 200 a 800m e depressões com altitudes que variam de 20 a 140m com padrão de drenagem dendrítica. Essas características são semelhantes às áreas CV-4, CV-5c e CV-5b, caracterizadas pela presença de, respectivamente (utilizando-se a nomenclatura geológica de Rubio, 1946), Planaltos e Depressões da Cadeia Canajagua em Los Santos, e da Cadeia Ocidental no sul de Herrera e de Veraguas, no contato de rochas sedimentares e vulcânicas, Planaltos Alto Darién e Planaltos Altos Del Río Congo.

### **Compartimento de Rochas Sedimentares**

Analisando o mapa de relevo sombreado e hipsométrico, e outros mapas como os de Rubio (1946) e da STRI (2010), verificou-se que muitas áreas com predomínio de rochas sedimentares correspondem a bacias sedimentares, sendo áreas mais rebaixadas em relação às de seu entorno. Suas bordas coincidem com a presença de falhas geológicas geradas por movimentos tectônicos. Essas falhas sugerem soerguimento da área de entorno, que corresponde às rochas vulcânicas, e rebaixamento da atual área sedimentar. Com isso, ao longo do tempo geológico ocorreu o processo de depósito de sedimentos do Terciário e Quaternário, e trechos do Cretáceo, nessas áreas rebaixadas.

Essas áreas correspondem à formações sedimentares originadas das transgressões e regressões marítimas, que ficaram submetidas aos agentes exógenos que

modelaram o relevo e resultaram em feições suaves (RUBIO, 1949).

A partir da análise da Figura 6, identificou-se os compartimentos sedimentares (CS-2b, CS-3<sup>a</sup>, CS-4a, CS-5c) e os compartimentos sedimentares que correspondem a bacias sedimentares (CS-1, CS-2a, CS-3b, CS-4b, CS-5a, CS-5b).

Nas bacias sedimentares o relevo caracteriza-se pela presença de depressão, com planalto nas bordas, e planícies. As falhas encontram-se nas rochas vulcânicas, principalmente do Cenozóico, mais densamente nas porções nordeste, sudeste, noroeste e outros trechos do país, o que evidencia a tectônica recente do Terciário e Quaternário.

A bacia sedimentar da porção noroeste da província de Bocas Del Toro (Figura 11) é constituída, de acordo com outras características mapeadas, por aluviões, conglomerados, e outras rochas do Quaternário, Terciário e Cretáceo, em formações de planícies com altitudes que variam de 0 a 50m, depressões com altitudes alcançando 200m e planaltos chegando aos 2.000m.

A bacia sedimentar Bayano-Chucunaque (STRI, 2010), na porção leste do país, abrange porções, no sentido oeste-leste, das províncias Panamá e David e as Comarcas Kuna de Madug e Emberá. Em sua borda nas porções noroeste e sudoeste, tem-se a presença de falhas, o que pode explicar o rebaixamento da área da bacia. É constituída por rochas do Terciário, como argilas, conglomerados, siltitos, arenitos, do Quaternário como aluviões, corais e conglomerados, e do Cretáceo como siltitos, tufos e calcário, de acordo com características mapeadas. Em relação ao relevo, a área caracteriza-se por presença de planalto nas bordas, depressão e planícies no centro, com altitudes predominantes de, respectivamente, 200 a 600m e 0 a 200m.

A partir dos perfis topográficos elaborados no sentido sudoeste-nordeste e norte-sul (Figura 12) é possível

observar as variações altimétricas das três unidades de relevo.

Figura 11: Perfis Topográficos da Bacia Sedimentar Noroeste Bocas Del Toro (CS-1)

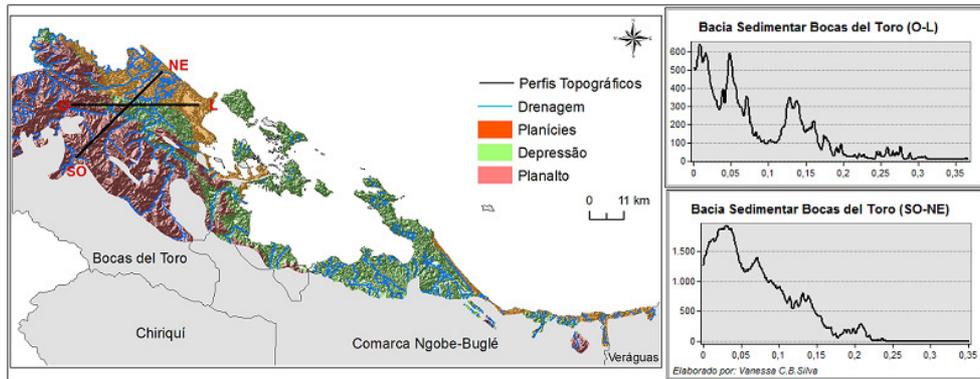
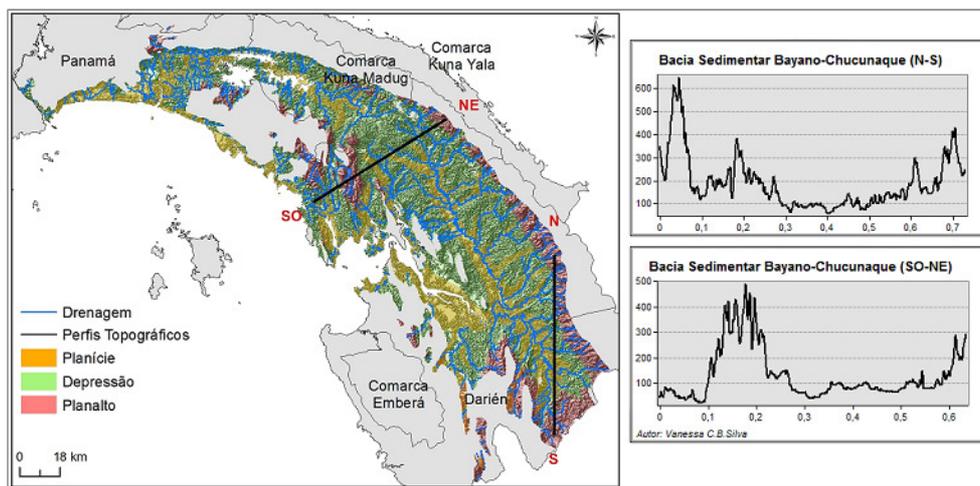


Figura 12: Perfis Topográficos da Bacia Sedimentar Bayano-Chucunaque (CS-5a)



As outras bacias sedimentares de Sambu (CS-5b), do Canal do Panamá (CS-4b), do sul de Los Santos (CS-3b) e sudoeste de Chiriquí (CS-2a), apresentam características semelhantes, com sedimentos do Cretáceo, Terciário e Quaternário, relevo caracterizado por planaltos, planícies e depressões com altitudes que variam de 0 a 600m.

Os demais compartimentos de rochas sedimentares (CS-2b, CS-3a, CS-4a, CS-5c, Figura 5) apresentam altitudes que variam de 0 a 500m, com relevo caracterizado pela presença de planaltos, planícies,

depressões e relevo residual e padrão de drenagem dendrítico.

## CONCLUSÃO

O estudo do relevo, a espacialização das suas formas e o conhecimento de suas fragilidades, contribuem para o planejamento, monitoramento e gestão ambiental/territorial. É de fundamental importância conhecer o contexto regional do relevo, pois, possibilita estabelecer alternativas mais adequadas para o uso e ocupação do território de modo a alcançar um maior equilíbrio entre os aspectos físicos e humanos.

Um mapeamento geomorfológico pode privilegiar certas variáveis em relação a outras em função da disponibilidade de dados, da abordagem focalizada e da escala de trabalho, sendo a questão da escala a primeira a ser verificada em trabalhos de mapeamento, pois, deve estar de acordo com a dimensão da área representada de modo a não distorcer a realidade pelo uso de escala inadequada.

Diante dessa perspectiva, o estudo aqui realizado permitiu compreender as características do relevo do Panamá a partir da análise dos mapas construídos com o auxílio das técnicas de Geoprocessamento. A análise das características do relevo foi feita a partir de uma abordagem regional, uma vez que foi contemplado todo o território do Panamá. Os resultados obtidos mostraram-se satisfatórios uma vez que muitas informações coincidem com os mapeamentos já existentes, como o de Rubio (1946).

As técnicas de Geoprocessamento utilizadas contribuíram expressivamente para os mapeamentos

realizados. Ressalta-se que as imagens SRTM na resolução 90 x 90m foram extremamente importantes e o detalhamento foi adequado para o presente estudo. As maiores limitações dessas imagens encontram-se na sua aplicação em mapeamentos de maior escala, que podem distorcer informações representadas. Um mapeamento geomorfológico pode ser realizado sem o uso de ferramentas de Geoprocessamento, conforme eram realizados em tempos atrás. No entanto, a emergência dessa tecnologia além de agilizar o processo da pesquisa, permite analisar e cruzar um maior número de dados, além de possuir mais mecanismos de verificação das informações e processamento de medidas da superfície do terreno.

A elaboração do mapeamento geomorfológico do Panamá desenvolvido abre uma perspectiva para outros estudos sobre o relevo no país em diferentes escalas e sobre outros temas cujo tema relevo torna-se essencial. Pode servir também como um modelo que pode ser aplicado em outros territórios.

---

## REFERÊNCIAS

Argento, M.S.F. Mapeamento Geomorfológico. In: GUERRA, Antônio José Teixeira. CUNHA, Sandra Baptista da. (org) Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos. 8ª Ed; Bertrand Brasil, Rio de Janeiro p. 365-391

Autoridad Nacional Del Ambiente - ANAM. IV Informe Nacional de Panamá ante el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Panamá. Julio 2010.p.1-110. Disponível em: <<http://www.cbd.int/doc/world/pa/pa-nr-04-es.pdf>>. Acesso em outubro de 2010.

Autoridad Nacional Del Ambiente - ANAM. Panamá. 2010. Mapas Interactivos – Mapa Geología, Escala 1:2.011.038. Mapa Geomorfología, Escala 1:2.088.481. Disponível em: <<http://www.anam.gob.pa/>>. Acesso em agosto de 2010.

Autoridad Nacional Del Ambiente (ANAM) e Unión Mundial Para La Naturaleza (UICN). Panamá. 2006. Estado de la Gestión Compartida de Áreas Protegidas en Panamá. Disponível em: <

<http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2006-008.pdf> >. Acesso em fevereiro de 2011.

Autoridad Nacional Del Canal De Panamá - ACP. Panamá. 2010. Historia del Canal. Disponível em <<http://www.pan Canal.com>>. Acesso em outubro de 2010.

Casetti, V. Geomorfologia. [S.1]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em agosto de 2010.

Cerqueira, M.S. Utilização do Geoprocessamento para Estudo do Uso e Ocupação Conflitante com a Legislação Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Manhuaçu, no Município de Manhuaçu - MG. Trabalho de Graduação de Curso. Viçosa – MG, Dezembro 2006. p. 6-57.

Consortium For Spatial Information - CGIAR-CSI. Shuttle Radar Topography Mission. Disponível em: <<http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>> . Acesso em Janeiro de 2010.

Cunha, C.M.L.; Mendes, I.A.. Proposta de Análise Integrada dos Elementos Físicos da Paisagem: uma Abordagem Geomorfológica. Estudos Geográficos, Rio Claro, 3(1): p. 111-120 jan- jun – 2005 - Disponível em [www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm](http://www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm). Acesso em outubro de 2010.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Manuais Técnicos em Geociências: Manual Técnico de Geomorfologia. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2ª Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

Instituto Nacional de Estadística y Censo - INEC. 2007, Contraloría General de la República. 7. - Otras Publicaciones. Estadísticas Ambientales: Años 2000-04. Panamá. 15-02-2007. Disponível em: <http://www.contraloria.gob.pa/> >. Acesso em outubro de 2010.

Instituto Nacional de Estadística y Censo - INEC. 2009, Contraloría General de la República. 7. - Otras Publicaciones. Panamá en Cifras 2004-2008. Panamá. 28-10-2009. Disponível em: <http://www.contraloria.gob.pa/> >. Acesso em outubro de 2010.

Machado, P.S.; Moura, A.C.M. Projeto Piloto de Sistema de Informação Geográfica para a Vila São Francisco das Chagas - Belo Horizonte. Informação Pública, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, 2002. p. 27-53.

Mendéz, M. Panamá, el Canal y la Zona del Canal. Nueva Sociedad Número 26 Septiembre-October 1976, p. 125-140.

Ross, J.L.S. Geomorfologia: Ambiente e Planejamento. 8ª edição. Contexto. São Paulo 2007. p.7-85.

Rubio, A. Notas Sobre Geología de Panamá. Panamá. Imprenta Nacional, 1949, 183p.

Silva, J.X. Geomorfologia e Geoprocessamento. In: GUERRA, Antônio José Teixeira. CUNHA, Sandra Baptista da. (org) Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos. 8ª Ed; Bertrand Brasil, Rio de Janeiro p. 393-414

Silva, T.I.; RODRIGUES, S.C. Tutorial de Cartografia Geomorfológica ArcGis 9.2 e Envi 4.0. Revista Geográfica Acadêmica. Laboratório de Geomorfologia e Erosão de Solos. Uberlandia, 2009. p. 3-65.

Smithsonian Tropical Research Institute – SRTI, 2010. Panamá Geology Project, Cenozoic Evolution of the Panamá Isthmus. Disponível em: [http://striweb.si.edu/jaramillo/PDFs/Panama\\_Geology\\_Project.pdf](http://striweb.si.edu/jaramillo/PDFs/Panama_Geology_Project.pdf)>. Acesso em maio de 2011.

Souza, C.J.O. Geomorfologia no ensino superior: difícil, mas interessante! Por quê? Uma discussão a partir dos conhecimentos e das dificuldades entre graduandos de geografia. 2009. Tese de doutorado em Geografia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG. 264 p.

United States Geological Survey – USGS, 1997. Surface geology of the Caribbean region. Escala de 1: 2.500.000. E faults of the Caribbean region na escala de 1: 2.500.000. Disponível em: <http://pubs.usgs.gov/of/1997/ofr-97-470/OF97-470K/graphic/data.html>>. Acesso em maio de 2011.