

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

MIQUELINA APARECIDA DEINA

**CONSTITUIÇÃO E VARIAÇÃO MORFOLÓGICA DO
CORDÃO LITORÂNEO ASSOCIADO À FOZ DO RIO
JUCU**

VITÓRIA
2010

MIQUELINA APARECIDA DEINA

**CONSTITUIÇÃO E VARIAÇÃO MORFOLÓGICA DO
CORDÃO LITORÂNEO ASSOCIADO À FOZ DO RIO
JUCU**

Monografia apresentada ao Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Alex Cardoso Bastos.

VITÓRIA

2010

MIQUELINA APARECIDA DEINA

**CONSTITUIÇÃO E VARIAÇÃO MORFOLÓGICA DO
CORDÃO LITORÂNEO ASSOCIADO À FOZ DO RIO
JUCU**

Monografia apresentada ao Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Entregue em 26 de março de 2010.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Alex Cardoso Bastos
UFES/ Departamento de Ecologia e Recursos Naturais
Orientador

Prof^a. Dr^a. Valéria da Silva Quaresma
UFES/ Departamento de Ecologia e Recursos Naturais
Examinador interno

Prof^a. Dr^a. Gisele Girardi
UFES/ Departamento de Geografia
Examinador interno

Prof^a. Dr. Antonio Celso Goulart
UFES/ Departamento de Geografia
Suplente

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado forças para alcançar mais uma vitória em minha vida.

A meus pais, Pedro e Fátima, por me ensinarem a sonhar e correr atrás dos sonhos, por acreditarem em mim sempre e por terem me ensinado a riqueza que existe em estudar.

As minhas irmãs, Gabriela, Jéssica e Carolina, razão de todo o meu esforço e dedicação, obrigada pelo carinho, amor e por sempre torcerem e acreditaram em mim.

Ao meu marido Wesley, pela paciência, dedicação e incansável apoio.

As minhas queridas amigas Aline, Larissa e Mariana, por terem estado ao meu lado todo esse tempo me ajudando e me dando forças sempre.

Ao meu orientador Alex e sua esposa Valéria, pela oportunidade que me deram, pela paciência, pelo tempo dedicado a mim e por tudo que me ensinaram. Sem vocês eu não teria conseguido.

Ao meu amigo Wanildo por ter me ajudado na confecção dos mapas.

Ao professor André Luis por ter me ajudado no georreferenciamento das fotografias aéreas que tanto me deram dor de cabeça.

A todos aqueles que estiveram comigo durante a graduação e que contribuíram de alguma forma com o meu aprendizado.

RESUMO

Este trabalho tem como objeto de estudo principal o cordão litorâneo associado à foz do Rio Jucu, situado na praia da Barra do Jucu, município de Vila Velha - ES. O principal objetivo foi verificar a variação morfológica do cordão litorâneo, ao longo do tempo e no espaço e a atual contribuição do aporte de sedimentos fluviais para a sua formação. Assim, a realização deste estudo contou com a análise de fotos aéreas históricas do local, referentes aos anos de 1978, 1986, 1998 e 2007; a análise das séries temporais também históricas da vazão do rio; além da coleta de sedimentos e análise sedimentológica destes. Desta forma, os resultados obtidos indicaram que houve tendência significativa de redução na largura do cordão litorâneo nas últimas décadas e que o ambiente estudado recebe grande influência das ondas e correntes costeiras, exercendo a ação fluvial papel secundário na constituição e variação morfológica do cordão litorâneo associado à foz do rio Jucu.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu e da Área de Estudo.....	21
Figura 02 - Localização dos Pontos de Amostragem na Foz e Praia Adjacente.....	22
Figura 03 – Foz do Rio Jucu.....	23
Figura 04 – Pluviosidade Média Anual da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu.....	24
Figura 05 - Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu.....	26
Figura 06 - Tipos de Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu.....	27
Figura 07 - Uso e Ocupação da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Jucu.....	28
Figura 08 – Limites do Cordão Litorâneo e Afloramento Rochoso e Limite da Vegetação no Cordão.....	33
Figura 09 – Estação de Coleta de Dados de Vazão e Precipitação do Rio Jucu na Fazenda Jucuruaba.....	34
Figura 10 - Exemplo das 6 classes de rolamento definidas por Powers.....	37
Figura 11 – Distância entre o limite interno da vegetação presente no cordão litorâneo e o limite externo da parte arenosa deste.....	40
Figura 12 – Distância entre o limite interno da vegetação no cordão e o limite externo da parte arenosa deste em 1978.....	41

Figura 13 – Distância entre o limite interno da vegetação no cordão e o limite externo da parte arenosa deste em 1986	41
Figura 14 – Distância entre o limite interno da vegetação no cordão e o limite externo da parte arenosa deste em 1998.....	42
Figura 15 – Distância entre o limite interno da vegetação no cordão e o limite externo da parte arenosa deste em 2007.....	42
Figura 16 – Limites da vegetação presente no cordão litorâneo associado à foz do rio Jucu.....	43
Figura 17 – Limites do cordão litorâneo e afloramento rochoso associado à foz do rio Jucu.....	43
Figura 18 – Vazão média anual e tendência linear referente a série temporal de 1972 a 2008.....	46
Figura 19 – Vazão média mensal e desvio padrão referente à série temporal de 1972 a 2008.....	47
Figura 20 – Vazão média anual e precipitação anual.....	47
Figura 21 - Tamanho médio dos grãos nos pontos de amostragem.....	49
Figura 22 – Gráfico referente às curvas de frequências granulométricas de todas as amostras analisadas.....	50
Figura 23 – Grau de selecionamento dos grãos nos pontos de amostragem.....	51
Figura 24 – Classificação da assimetria nos pontos de amostragem.....	52

Figura 25 - Grau de arredondamento dos grãos referentes à classe granulométrica de 0 ϕ (fi) de todas as amostras analisadas.....	53
Figura 26 - Aspecto superficial dos grãos referentes à classe granulométrica de 0 ϕ (fi) de todas as amostras analisadas.....	54
Figura 27 - grau de arredondamento dos grãos referentes à classe granulométrica de 0,5 ϕ (fi) de todas as amostras analisadas.....	54
Figura 28 - Aspecto superficial dos grãos referentes à classe granulométrica de 0,5 ϕ (fi) de todas as amostras analisadas.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Vazão média mensal e anual do rio Jucu.....	44
Tabela 02 – Tamanho médio dos grãos.....	48
Tabela 03 – Grau de selecionamento dos grãos.....	50
Tabela 04 – Teor de carbonato.....	56
Tabela 5 – Teor de mineral pesado.....	56

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 01 - Foto aérea de 1978.....	31
Fotografia 02 - Foto aérea de 1986.....	31
Fotografia 03 - Foto aérea de 1998.....	32
Fotografia 04 - Foto aérea de 2007.....	32
Fotografia 05 – Busca fundo do tipo van Veen utilizado no campo para coleta de sedimentos.....	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 APRESENTAÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	11
1.2 OBJETIVOS.....	12
1.2.1 Objetivos Gerais	12
1.2.2 Objetivos Específicos	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 AMBIENTES COSTEIROS.....	14
2.1.1 As Praias e os Cordões ou Barreiras Arenosas	14
2.1.2 Estuários e Deltas	16
2.2 ANÁLISE SEDIMENTOLÓGICA NA IDENTIFICAÇÃO DE PADRÕES DE SEDIMENTAÇÃO COSTEIRA.....	18
3 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	21
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	23
3.1.1 Aspectos Gerais	23
3.1.2 Clima	24
3.1.3 Geologia e Geomorfologia	25
3.1.4 Solos	27
3.1.5 Uso e Ocupação da Terra	28
4 MATERIAIS E MÉTODOS	30
4.1 FOTOGRAFIAS AÉREAS HISTÓRICAS.....	30
4.2 SÉRIES TEMPORAIS HISTÓRICAS DA VAZÃO E DA PRECIPITAÇÃO ANUAL DO RIO JUCU.....	33
4.3 ANÁLISE SEDIMENTOLÓGICA.....	35
5 RESULTADOS	39

5.1 VARIACÃO MORFOLÓGICA DO CORDÃO LITORÂNEO ASSOCIADO À FOZ DO RIO JUCU.....	39
5.2 SÉRIES TEMPORAIS DA VAZÃO DO RIO JUCU.....	44
5.2.1 Séries temporais da vazão do rio Jucu e precipitação anual.....	47
5.3 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA.....	48
5.4 ANÁLISE MORFOSCÓPICA.....	52
5.5 TEOR DE CARBONATO.....	55
5.6 MINERAL PESADO.....	56
6 DISCUSSÃO.....	57
7 CONCLUSÃO.....	62
8 REFERÊNCIAS.....	63
ANEXOS.....	66
ANEXO A – Tabela de precipitação anual.....	67
ANEXO B – Tabela de distribuição granulométrica das amostras coletadas	69
ANEXO C – Tabela dos valores da assimetria e sua classificação.....	69
ANEXO D – Tabela do grau de arredondamento dos grãos referente às classes granulométricas de 0 e 0,5 ϕ (fi).....	70
ANEXO E – Tabela do aspecto superficial grãos referente às classes granulométricas de 0 e 0,5 ϕ (fi).....	71
ANEXO F – Tabela dos tipos de minerais encontrados nas amostras referente às classes granulométricas de 0 e 0,5 ϕ (fi).....	72

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO E JUSTIFICATIVA

As zonas costeiras, devido a sua localização geográfica na interface continente oceano constituem-se em regiões sujeitas a contínuas alterações morfodinâmicas. Estas alterações possuem grande variabilidade temporal e espacial em função de processos continentais e marinhos que englobam entre outros, a dinâmica erosiva e deposicional, associada à ação de ondas, marés, correntes costeiras e também a ação fluvial (SILVA et al., 2004).

Ambientes costeiros associados à foz de rios estão igualmente sujeitos a constantes alterações morfodinâmicas, originados tanto por processos fluviais como marinhos. É o caso dos deltas ou pseudodeltas brasileiros classificados por Muehe (2005) como construtivos ou destrutivos de acordo com os processos fluviais ou marinhos (ondas e marés) respectivamente predominantes. Segundo Dominguez (2009), as desembocaduras dos principais rios da costa leste do Brasil podem, por exemplo, ser caracterizadas por deltas dominados por ondas, como é o caso dos rios Doce e Paraíba do Sul, pois devido às condições físicas da região estes rios são os maiores supridores de sedimentos desta zona costeira.

Neste sentido, de acordo com Muehe (2005, p. 291) avaliar a “[...] contribuição efetiva de sedimentos arenosos trazidos pelos rios passa a ser um elemento importante para a compreensão do papel da sedimentação fluvial na estabilidade de áreas costeiras”.

Portanto, conhecer os agentes que atuam na variação morfodinâmica e espaço-temporal das diferentes regiões costeiras é de extrema importância, em especial para esse estudo, aquelas associadas às desembocaduras de rios. Assim é possível estabelecer cenários e modelos acerca do comportamento desses ambientes, fator fundamental para o planejamento do seu uso e ocupação e para o desenvolvimento de projetos de engenharia que venham a interferir na dinâmica sedimentar costeira (SILVA et al., 2004).

A foz do rio Jucu localizada na praia da Barra do Jucu, município de Vila - ES, constitui-se num bom exemplo desses ambientes. Esta é caracterizada como uma região de sedimentação localizada diretamente na linha da costa, sendo constituída por um ambiente com descarga fluvial e características estuarinas que apresenta um cordão litorâneo em uma de suas margens e um afloramento rochoso na outra. É, portanto, um local que merece atenção especial, visto que situa-se numa região altamente mutável em função da sua localização geográfica.

Assim, o trabalho a ser apresentado tem como objeto de estudo principal a constituição e variação morfológica do cordão litorâneo associado à foz do rio Jucu. Este estudo compreende a análise histórica das variações morfológicas ocorridas neste local e sua relação com a descarga líquida e sólida do rio, feita por meio da análise de fotografias aéreas históricas e séries temporais também históricas da vazão do rio, além de contar com a análise da atual contribuição do aporte de sedimentos fluviais na constituição e variação morfológica do cordão litorâneo, através de análise sedimentológica.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivos Gerais

- Identificar a variação morfológica do cordão litorâneo associado à foz do rio Jucu, no tempo e no espaço, e sua relação com a descarga líquida e sólida do rio e analisar a atual contribuição do aporte de sedimentos fluviais na constituição e variação da morfologia deste ambiente costeiro.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Confeccionar mapas da variação morfológica, no tempo e no espaço, do cordão litorâneo associado à foz do rio Jucu;
- Identificar a relação existente entre as séries temporais da vazão do rio Jucu e a variação morfológica do cordão litorâneo associado a ele;

- Determinar a distribuição espacial dos parâmetros granulométricos estatísticos (granulometria média, grau de seleção e assimetria) das amostras de sedimentos do leito do rio, foz e praia adjacente;
- Determinar os aspectos morfoscópicos (grau de arredondamento e aspecto superficial) das amostras de sedimentos do leito do rio, foz e praia adjacente;
- Identificar a contribuição do aporte fluvial e marinho na linha de costa em questão.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 AMBIENTES COSTEIROS

2.1.1 As Praias e os Cordões ou Barreiras Arenosas

As praias e os cordões ou barreiras arenosas constituem o ambiente frontal de muitos sistemas costeiros como, por exemplo, os estuários e as lagunas (SILVA et al, 2004).

De acordo com Muehe (2005, p. 282) a praia “[...] é a parte frontal, oceânica, de uma feição geomorfológica em forma de terraço, quando apoiada em uma escarpa mais elevada, ou em forma de cordão ou barreira, de extensão lateral geralmente muito maior do que em largura [...]”. Estes últimos são feições alongadas paralelas à linha de costa, que podem atingir vários quilômetros de extensão, sendo normalmente estreitos e isolados da planície costeira por uma laguna (SILVA et al., 2004).

Entretanto, o uso dos termos cordão ou barreira arenosa, é motivo de algumas confusões quanto à definição e classificação, visto que são utilizados em muitos casos para descrever feições originadas por diferentes processos e com diferentes morfologias.

Conforme citado por Silva e outros (2004, p.196), por exemplo, os cordões ou barreiras arenosas podem ter sido originados: pelo “[...] crescimento vertical de barras submarinas (BEAUMONT; JOHNSON); crescimento lateral de pontais arenosos (GILBERT; FISHER); e afogamento de praias e dunas costeiras durante eventos de subida do nível do mar (HOYT)”. Mais tarde Schwartz, citado por Hesp e Short (1999), considerou que as barreiras podem ser formadas por múltiplos processos sob determinadas condições.

Mesmo assim, de acordo com Trenhaile (1997) a forma mais simples utilizada para classificar os cordões ou barreiras arenosas baseia-se na forma em como estes estão unidos ao continente. Assim, tanto para Muehe (2002) como para Silva e outros (2004), quando esses cordões ou barreiras arenosas se apresentam totalmente isolados do continente, formam as ilhas barreiras; quando estão

conectados ao continente por apenas uma de suas extremidades, formam os pontais; ou quando estão unidos ao continente por ambas as extremidades, formam os cordões litorâneos.

No entanto, Souza e outros (2008) apresentam definição e classificação um pouco mais detalhada para as feições costeiras arenosas. De acordo com os mesmos (2008, p. 43) ilhas barreiras “[...] são corpos arenosos paralelos à linha de costa, via de regra estabilizados acima do nível de maré mais alta, e que se apresentam ora ancorados em uma extremidade, ou totalmente separados do continente por meio de um corpo aquoso relativamente estreito, que se conecta a uma laguna”.

Já os “[...] pontais arenosos são feições ancoradas em sítios rígidos da costa, e formados pela atuação de correntes de deriva litorânea, em geral em locais onde a linha de costa muda de direção” (SOUZA et al., 2008, p.39) com feições geralmente recurvadas. Além disso, acrescenta-se a definição de barreiras arenosas que se diferenciam dos pontais especialmente por não estarem ancoradas em sítios rígidos, “[...] pois se desenvolvem em fundos arenosos pela ação das ondas e correntes costeiras, em leitos fluviais e desembocaduras estuarinas e lagunares” (SOUZA et al., 2008, p. 40), sendo comum apresentarem-se ancoradas a uma praia, junto a desembocaduras de rios, onde a ação marinha é superior a fluvial.

Quanto à formação dos cordões litorâneos, também designados por Souza e outros (2008, p. 41) como cristas praias estes envolvem mecanismos muito mais complexos como “[...] ondas/ correntes geradas por ondas, variações do nível relativo do mar [...] (transgressões e regressões marinhas), ventos, aporte de sedimentos, morfodinâmica praias e declividade da plataforma continental adjacente [...]”. Em consonância a esta definição, Fernandez (2008) sugere ainda que os cordões arenosos estejam associados a barreiras transgressivas, enquanto as cristas de praia estão associadas a barreiras regressivas.

No entanto, de acordo com Silva e outros (2004) não existe uma classificação única para os ambientes costeiros, visto que esta pode variar em função da escala de aproximação e conseqüentemente em função das finalidades do estudo a ser realizado. Todavia, estas classificações permitem descrever as características morfológicas e hidrodinâmicas destas regiões, auxiliando na comparação entre

áreas distintas, como no planejamento e organização do uso e ocupação das regiões litorâneas.

Sendo assim, a intenção aqui não é determinar qual a terminologia mais correta a ser utilizada para definir e classificar as feições costeiras arenosas. Porém, é importante deixar claro que no caso do presente estudo será utilizado o termo cordão litorâneo não necessariamente associado a uma das definições mencionadas acima, mas simplesmente por uma questão habitual, embora o termo barreira arenosa de acordo com a definição expressa por Souza e outros (2008) talvez seja aparentemente o mais adequado considerando-se a morfologia do ambiente pesquisado.

3.1.2 Estuários e Deltas

Entre os diversos ambientes de sedimentação continentais e marinhos encontram-se os estuários e deltas localizados diretamente na linha da costa. Estes ambientes são altamente mutáveis por se localizarem no encontro do continente com o oceano, região constantemente alterada pelos processos costeiros associado à ação de ondas, correntes costeiras, marés e ao aporte de sedimentos (SILVA et al., 2004).

Nesse contexto, segundo a definição de Pritchard citado por Silva e outros (2004, p.201) “[...] os estuários são corpos d’ água, semiconfinados, onde ocorre a mistura da água doce vinda do continente, com a água salgada do oceano”. Os processos físicos predominantes, como ação das marés, ventos, ondas e a descarga fluvial, produzem gradientes de densidade que determinam a circulação estuarina. Esta definição baseia-se na salinidade da água e é segundo Dalrymple, Zaitlin e Boyd (1991) a mais utilizada, pois relaciona os processos químicos e biológicos que ocorrem na interface continente-oceano.

A origem dos estuários está ligada ao afogamento da linha da costa em decorrência da elevação relativa do nível do mar e estes ambientes atuam como depósitos efetivos de sedimentos de origens variadas, desde sedimentos da bacia de drenagem, plataforma continental, atmosfera, erosão dentro do corpo estuarino, além de sedimentos provenientes da atividade biológica (SILVA et al., 2004).

Os estuários podem também ser classificados de acordo com a distribuição e deposição de sedimentos dentro do corpo estuarino em função da maior ou menor influência dos processos físicos dominantes (SILVA et al., 2004). Segundo Dalrymple, Zaitlin e Boyd (1991) esta classificação é mais adequada para estudo dos depósitos antigos que leva em consideração a distribuição das litofácies, uma vez que estas são determinadas primeiramente pelos processos físicos dominantes e não pela salinidade da água. Neste sentido, estuário é definido como “[...] a porção do limite oceânico de um sistema de vale inundado que recebe sedimento de origem tanto fluvial como marinha e que contém fácies influenciadas pelas marés, ondas e processos fluviais” (DALRYMPLE; ZAITLIN; BOYD, 1991, p. 1132, tradução nossa).

Quanto aos deltas, estes também são ambientes bastante instáveis e em geral lembram os estuários em vários aspectos. Porém, em termos morfológicos, enquanto os estuários formam-se em locais reentrantes abrigados da linha da costa, os deltas devido ao elevado aporte de sedimentos trazidos pelos rios formam feições deposicionais à frente das desembocaduras fluviais marcando o avanço da linha da costa em direção ao oceano (SILVA et al., 2004).

Assim, os estuários por serem ambientes propícios à sedimentação podem ao longo de sua evolução ser totalmente preenchidos por sedimentos, atingindo desta forma o litoral e então evoluir para sistemas deltaicos (SILVA et al., 2004).

Entretanto, quanto aos deltas propriamente ditos estes estão frequentemente associados a rios de grande porte, onde o aporte de sedimentos nas desembocaduras fluviais é bem superior a influência dos processos costeiros, ondas e marés, que não dão conta de dispersar os sedimentos (SILVA et al., 2004).

Vale lembrar que a denominação delta foi dada inicialmente para descrever a foz do rio Nilo (Egito) devido a sua semelhança com a quarta letra do alfabeto grego. Atualmente este termo também possui um conceito genético, utilizado para descrever depósitos sedimentares que se originam na desembocadura de alguns rios (GUERRA; GUERRA, 2005).

Nesse sentido, segundo Muehe (2005) os deltas se constituem em feições deposicionais situadas à frente de desembocaduras fluviais, classificados como construtivos ou destrutivos, em função do predomínio dos processos fluviais ou

marinhos respectivamente atuantes. Ou seja, os processos construtivos estão relacionados à ação fluvial (erosão e sedimentação) responsáveis pela evolução dos sistemas deltaicos, enquanto os processos destrutivos estão associados à ação marinha (ondas e correntes) responsáveis pelo retrabalhamento e redistribuição dos sedimentos (SILVA et al., 2004).

Contudo, Silva et al. (2004) considera que os deltas modernos recebem influência de ambos os processos, construtivos ou destrutivos, sendo o efeito combinado destes que irá concorrer para definir a morfologia regional do delta

Os deltas são também importantes áreas de conservação ambiental, pois em seu entorno encontram-se planícies de inundação e áreas com alta produtividade biológica e fertilidade. Além disso, os sedimentos deltaicos antigos são importantes fontes de petróleo, gás e carvão, pois são locais de rápida acumulação de sedimentos arenosos e de matéria orgânica (SILVA et al., 2004).

Da mesma forma, retomando os estuários, é importante ressaltar que estes também são áreas de elevada produtividade biológica e fertilidade, local onde ocorre, por exemplo, o ciclo reprodutivo de muitas espécies aquáticas.

Assim, tanto os estuários como os deltas são importantes áreas de preservação ambiental, além de serem altamente influenciados por fatores fluviais e marinhos, constituindo-se em significativos sítios de sedimentação. Portanto, o estudo desses ambientes constitui-se num fator importante para a avaliação da contribuição efetiva de sedimentos trazidos pelos rios na compreensão do papel da sedimentação fluvial para a estabilidade das áreas costeiras.

2.2 ANÁLISE SEDIMENTOLÓGICA NA IDENTIFICAÇÃO DE PADRÕES DE SEDIMENTAÇÃO COSTEIRA

A sedimentologia, conforme a definição de Wadell e citado por Dias (2004) como a melhor e mais simples definição originalmente proposta, dedica-se ao estudo científico dos sedimentos. Suguio (2003, p.2), por sua vez, define a sedimentologia como “[...] o estudo dos depósitos sedimentares e suas origens”.

Contudo, alguns autores consideram importante separar o termo sedimentologia para se referir às propriedades físicas dos sedimentos, como textura, dimensão e forma das partículas e utilizar o termo dinâmica sedimentar para se referir aos processos, como remobilização, transporte e deposição das partículas (DIAS, 2004).

Da mesma forma, Dias (2004) considera importante uma definição precisa para o termo “sedimento”, visto que este é abrangente e muitas vezes mal definido. Pois, ao mesmo tempo é utilizado para designar material depositado e/ou partículas que ainda não foram depositadas, como por exemplo, os sedimentos em suspensão. Assim, para Dias (2004) a definição mais adequada de sedimento é a que se refere a este apenas como conjunto de partículas que de alguma forma estão relacionadas entre si.

Sendo assim, o estudo dos sedimentos permite identificar as principais características do ambiente, como por exemplo, o local onde as partículas foram produzidas, por onde foram transportadas e/ou remobilizadas, até o local onde foram depositadas (DIAS, 2004).

Desta forma, para estudar os depósitos sedimentares e a dinâmica sedimentar que os originou é fundamental a análise das propriedades físicas dos sedimentos. Entre os parâmetros mais utilizados nesta análise estão a densidade, o tamanho, a forma e a rugosidade da superfície das partículas, além da granulometria dos sedimentos (DIAS, 2004). Porém, este autor afirma que a propriedade mais relevante é a dimensão das partículas, pois esta permite deduzir indicações preciosas a respeito da proveniência, do transporte e dos ambientes deposicionais.

Neste sentido, a análise granulométrica é utilizada para determinar as dimensões das partículas das amostras, podendo ser feita através de vários métodos, e no tratamento estatístico dessa informação. Entre os parâmetros estatísticos mais utilizados na análise granulométrica estão a média, o desvio padrão e a assimetria.

A média granulométrica é entre as medidas de tendência central a mais importante, pois permite identificar, por exemplo, qual a classe granulométrica mais freqüente na distribuição, além de permitir a comparação entre as amostras (DIAS, 2004). A média pode ser afetada pela fonte de abastecimento do material, pelo processo de deposição e pela velocidade da corrente (SUGUIO, 1973).

O desvio padrão, por sua vez, é uma medida de dispersão que expressa a maior ou menor concentração de partículas em torno da média, ou seja, indica o grau de selecionamento dos sedimentos e em geral, traduz a constância ou irregularidade dos níveis energéticos (DIAS, 2004). Entre os fatores que influenciam na seleção dos sedimentos estão, a natureza da rocha fonte, o grau de turbulência do agente de transporte, a distância e o tempo de duração do transporte, além da quantidade de abrasão (MENDES, 1984).

Já a assimetria expressa o enriquecimento da distribuição granulométrica em partículas grosseiras ou em partículas finas, indicando o quanto a curva se afasta da distribuição normal (DIAS, 2004). Para Mendes (1984) a assimetria é útil na caracterização do sedimento e na análise ambiental, pois permite indicar as variações da energia cinética do ambiente.

Outra importante propriedade física a ser analisada nos sedimentos se refere à forma e a rugosidade da superfície das partículas. Esta pode ser feita através da análise morfoscóptica, que permite identificar o aspecto superficial das partículas e o grau de arredondamento das mesmas. Tal procedimento é de grande importância, pois na superfície dos sedimentos fica registrada grande parte da história da 'vida' destes, ou seja, é possível através da análise das marcas existentes na superfície desses grãos identificar, por exemplo, há quanto tempo este se encontra no ciclo sedimentar e quais os agentes de transporte a que foi submetido. Além disso, a forma das partículas interfere no comportamento hidrodinâmico (DIAS, 2004).

Por fim, quanto à densidade dos minerais e o tipo de mineral encontrado nas amostras de sedimentos, como por exemplo, mineral pesado e carbonatos respectivamente, estes são importantes indicadores da origem das partículas sedimentares, assim como importantes traçadores da dinâmica sedimentar (DIAS, 2004).

3 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

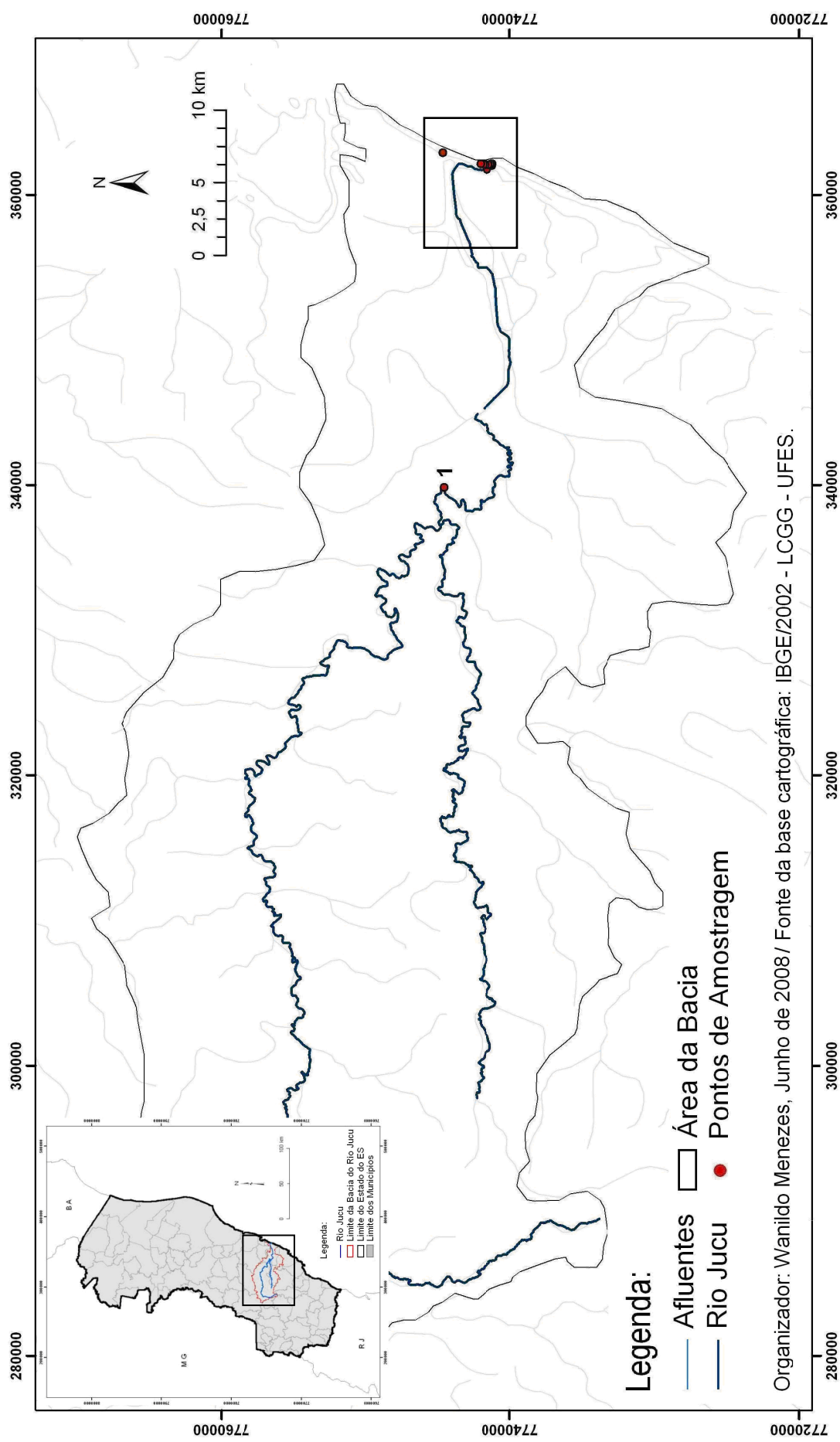


Figura 01 - Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu e da Área de Estudo.

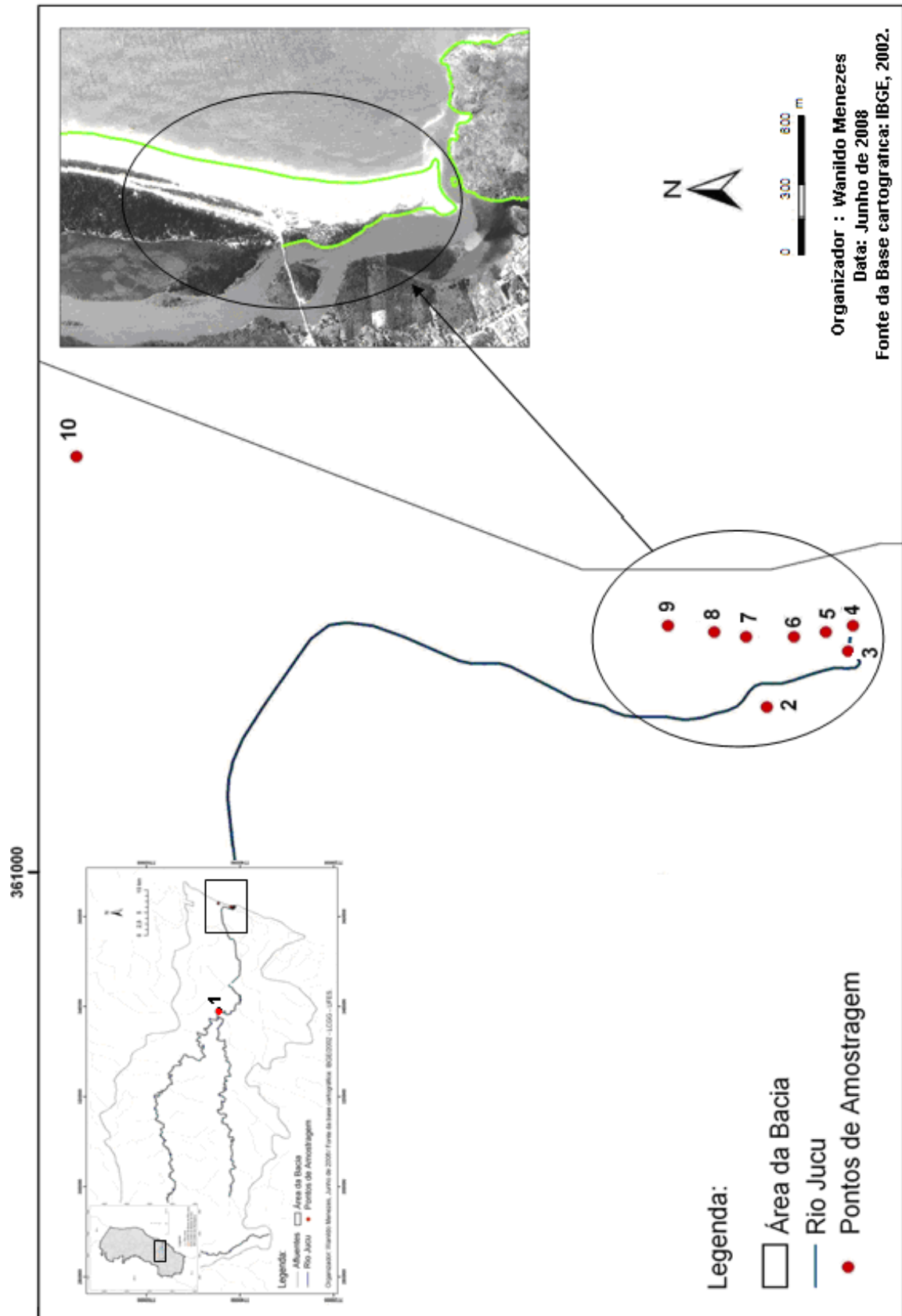


Figura 02 – Localização dos Pontos de Amostragem na Foz e Praia Adjacente.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1.1 Aspectos Gerais

A foz do rio Jucu localiza-se na praia da Barra do Jucu no município de Vila Velha/ES, e pertence à Bacia Hidrográfica do rio Jucu.

A Bacia do rio Jucu compreende uma superfície de 2.032 km² e fazem parte desta os municípios de Domingos Martins, Marechal Floriano, Viana, Vila Velha, Cariacica, Guarapari e Vitória. Seus principais afluentes são os rios: Jucu Braço Norte, Jucu Braço Sul, Barcelos, Ponte, Melgaço, D'antas, Jacarandá, Ribeirão Tijuco Preto e Córrego Biriricas (INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, acesso em 5 nov. 2007).

O rio Jucu Braço Norte nasce na região serrana do município de Domingos Martins e seu curso se desenvolve numa extensão aproximada de 166 km até desaguar no município de Vila Velha, na praia da Barra do Jucu (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, acesso em 25 ago. 2007).

O local da desembocadura é caracterizado como um ambiente de sedimentação estuarino localizado diretamente na linha da costa, associado à presença de um cordão litorâneo na margem esquerda da foz, sendo este interrompido por um afloramento rochoso na margem direita da mesma (Figura 03).



Figura 03 – Foz do Rio Jucu, Vila Velha - ES.

3.1.2 Clima

As condições físicas predominantes na área da Bacia são bastante distintas. O clima, com base na classificação de Köppen, é constituído por dois tipos principais, o tropical quente e úmido e o tropical de altitude (mesotérmico), que se constituem em dois tipos climáticos bastante distintos (VALE, 2004).

O primeiro localiza-se na região litorânea da bacia, onde são registrados um dos menores índices de precipitações, entre 1200-1300 mm/ano. O segundo encontra-se na região serrana e está dividido em: mesotérmico sem estação seca (Cf), situado na parte central da bacia, onde se localizam as maiores cotas altimétricas e os maiores índices pluviométricos, acima de 1500 mm/ano; e, o mesotérmico com estação seca (Cw), localizado mais a oeste da área em estudo, onde são registrados os menores índices pluviométricos, abaixo de 1200 mm/ano, além da presença de verões mais quentes (Figura 04).

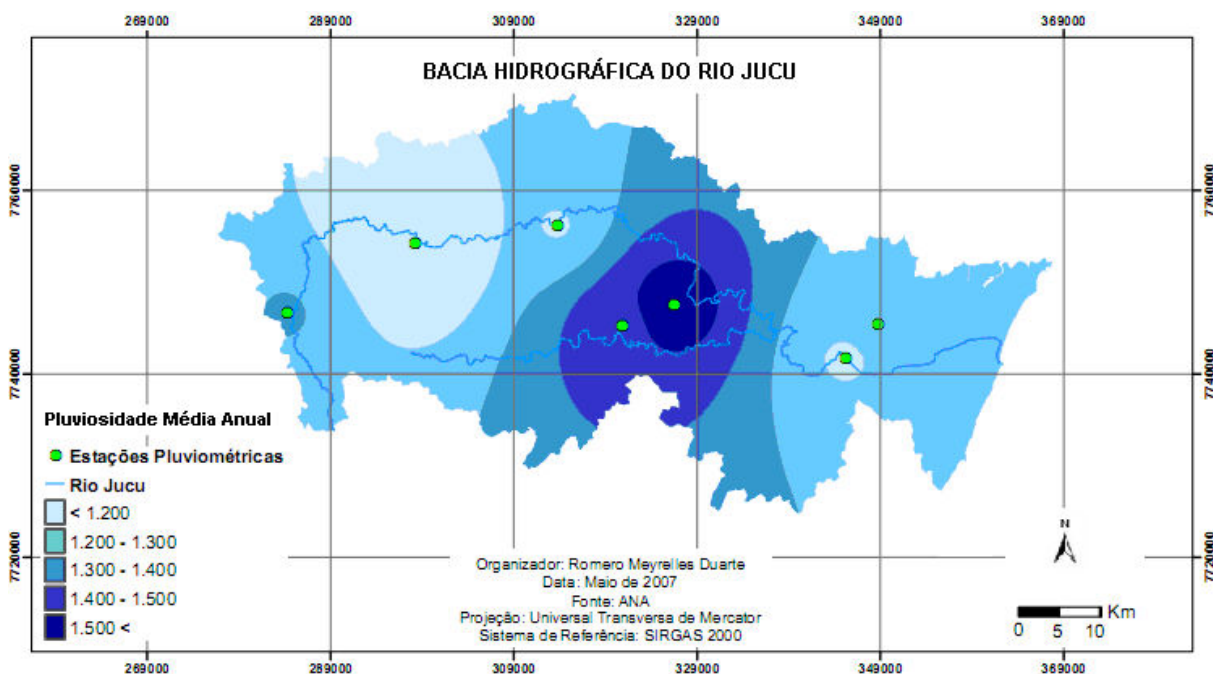


Figura 04 – Pluviosidade Média Anual da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu.
Fonte: QUARESMA, 2007 (trabalho não publicado).¹

¹ QUARESMA, Valéria da Silva. **Estudo Hidrossedimentológico da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu**. [S.l.: s.n., 2007].

Dezembro a março são os meses onde se registra o período de águas altas do rio, com as maiores vazões concentradas, principalmente, em dezembro. Enquanto nos meses de julho a setembro estão os períodos de estiagem, com vazões mínimas ocorrendo frequentemente em agosto e setembro. Em geral, essas descargas acompanham os índices de precipitação (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, acesso em 25 ago. 2007).

3.1.3 Geologia e Geomorfologia

Em relação aos aspectos geológicos e geomorfológicos da área da bacia hidrográfica do rio Jucu, de acordo com o Projeto RADAMBRASIL (1983), o primeiro é representado por rochas com idades que variam desde o Pré-Cambriano até o Terciário-Quaternário/recente, havendo grandes lacunas estratigráficas do Paleozóico ao Mesozóico e, o segundo é representado basicamente por dois domínios morfoestruturais: os Depósitos Sedimentares e os Dobramentos Remobilizados.

As rochas com idades do Pré-Cambriano são representadas em sua maioria pelo Complexo Paraíba do Sul que abrange quase a totalidade da área desta bacia, sendo a sua geomorfologia dominada pelos Dobramentos Remobilizados. Estes se constituem de uma pequena faixa de colinas e maciços costeiros distribuídos nas várzeas do rio e pelos Patamares Escalonados do Sul Capixaba que representam a maior área da bacia, se estendendo desde as proximidades do litoral, no sentido E-W, até o extremo oeste do município de Domingos Martins.

Já a área litorânea é representada por unidades geológicas que datam do Terciário ao Quaternário recente. O Terciário dominado pelas formações do Grupo Barreiras, localizadas ao sul da foz do rio Jucu ao longo do litoral, constituídas por arenitos e sedimentos areno-argilosos com laterização e que correspondem, em relação à geomorfologia do local, ao Domínio dos Depósitos Sedimentares representados pelos tabuleiros costeiros.

Nas proximidades da foz do rio estão presentes os sedimentos marinhos que datam do Quaternário e constituem as restingas e os cordões litorâneos presentes na

região e, os depósitos aluvionares, representados basicamente por sedimentos argilo-arenosos localizados nas várzeas do baixo curso do rio. Ambos estão presentes no domínio geomorfológico dos Depósitos Sedimentares constituídos pelas planícies costeiras.

De modo geral, podemos constatar que a região da bacia hidrográfica do rio Jucu possui um relevo bastante acidentado (Figura 05), com cotas altimétricas variando de 0 a 1900 metros, o que constitui dois conjuntos orográficos bastante distintos: o domínio serrano e o domínio da baixada.

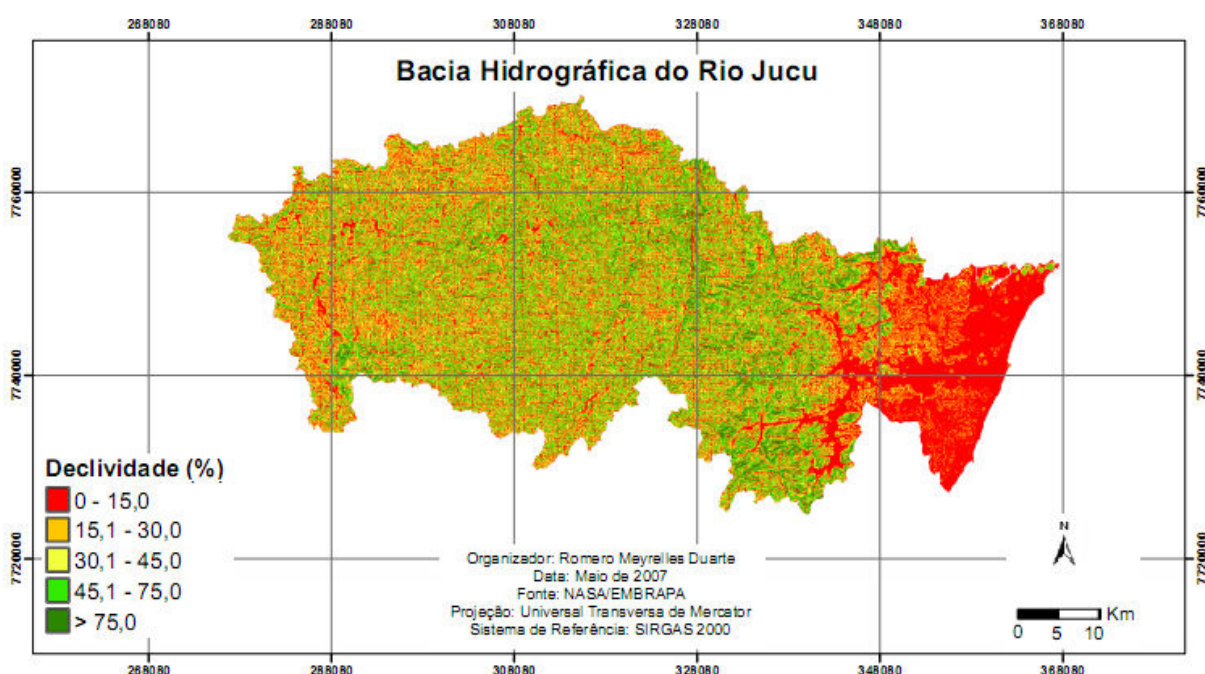


Figura 05 – Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu.
 Fonte: QUARESMA, 2007 (trabalho não publicado).²

O domínio serrano constituído pelos maciços costeiros e montanhas, com declividades entre 45 a 75%, principalmente na parte central da bacia, podendo em algumas localidades ser superior a 75%. O domínio das baixadas, por sua vez, representado pelos tabuleiros e planícies costeiras, com declividades que variam em geral entre 0 a 15%.

² QUARESMA, Valéria da Silva. **Estudo Hidrossedimentológico da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu**. [S.l.: s.n., 2007].

3.1.4 Solos

Em relação aos solos presentes na área de abrangência da bacia do rio Jucu, de acordo com a figura 06, o tipo predominante é o Latossolo Vermelho-Amarelo que se estende deste a parte baixa da bacia até suas nascentes. Este compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico (ZIMBACK, 2003). São solos profundos, com transição entre horizontes gradual ou difusa e textura (ou granulometria) uniforme. Há pequena diferenciação entre os horizontes, tanto em relação à cor quanto à textura (LEPSCH, 2002).

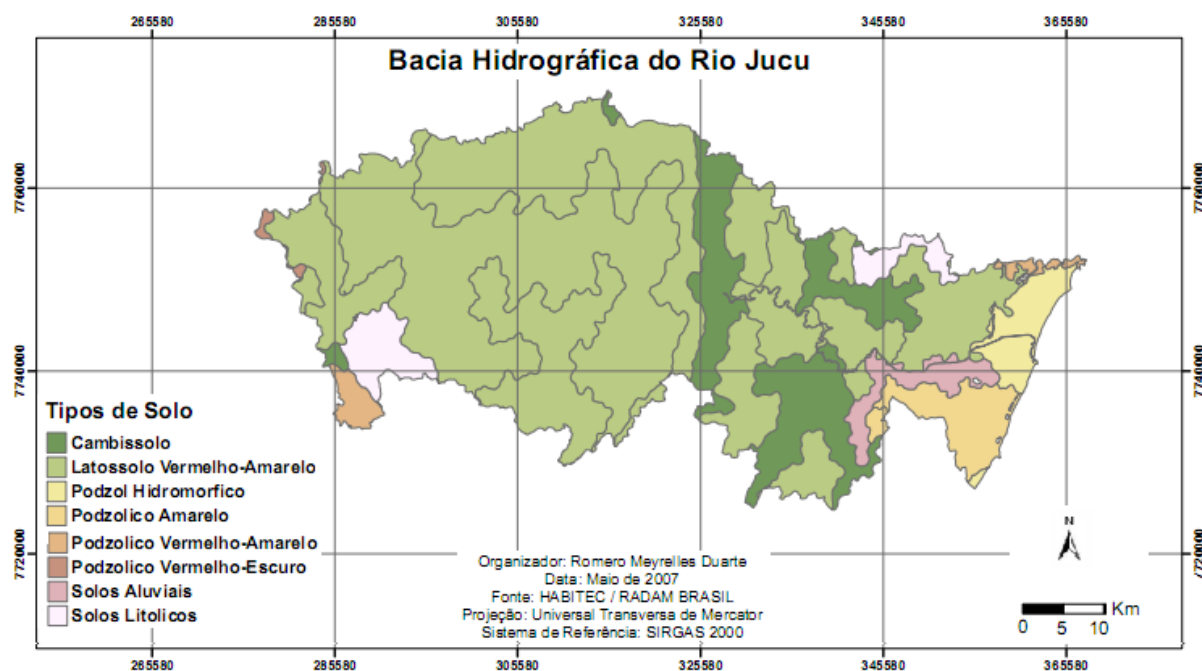


Figura 06 – Tipos de Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu.
Fonte: QUARESMA, 2007 (trabalho não publicado).³

Na porção litorânea estão o Pdzol Hidromórfico e o Pdzólico amarelo. O primeiro localizado mais próximo a foz do Rio, caracterizando-se por ser um solo mineral com horizonte B espódico (ZIMBACK, 2003), desenvolvido sobre sedimentos arenosos de origem marinha, do Quaternário (Holoceno), mal ou muito mal drenados, encontrados em áreas de relevo plano. O segundo localiza-se mais ao sul da foz e

³ QUARESMA, Valéria da Silva. **Estudo Hidrossedimentológico da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu**. [S.l.: s.n., 2007].

trata-se de um solo mineral com horizonte B textural, não hidromórfico, bem a moderadamente drenados e com seqüências de horizontes A, B e C (HABTEC ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1997). Os demais solos presentes na bacia, quanto à sua área de abrangência são pouco representativos.

3.1.5 Uso e Ocupação da Terra

Por fim, quanto ao uso e ocupação da Terra (Figura 07), a área da bacia do rio Jucu contém uma parcela considerável de florestas, vegetação secundária e agricultura, que se estendem desde o extremo oeste do município de Domingos Martins até áreas próximas ao litoral.

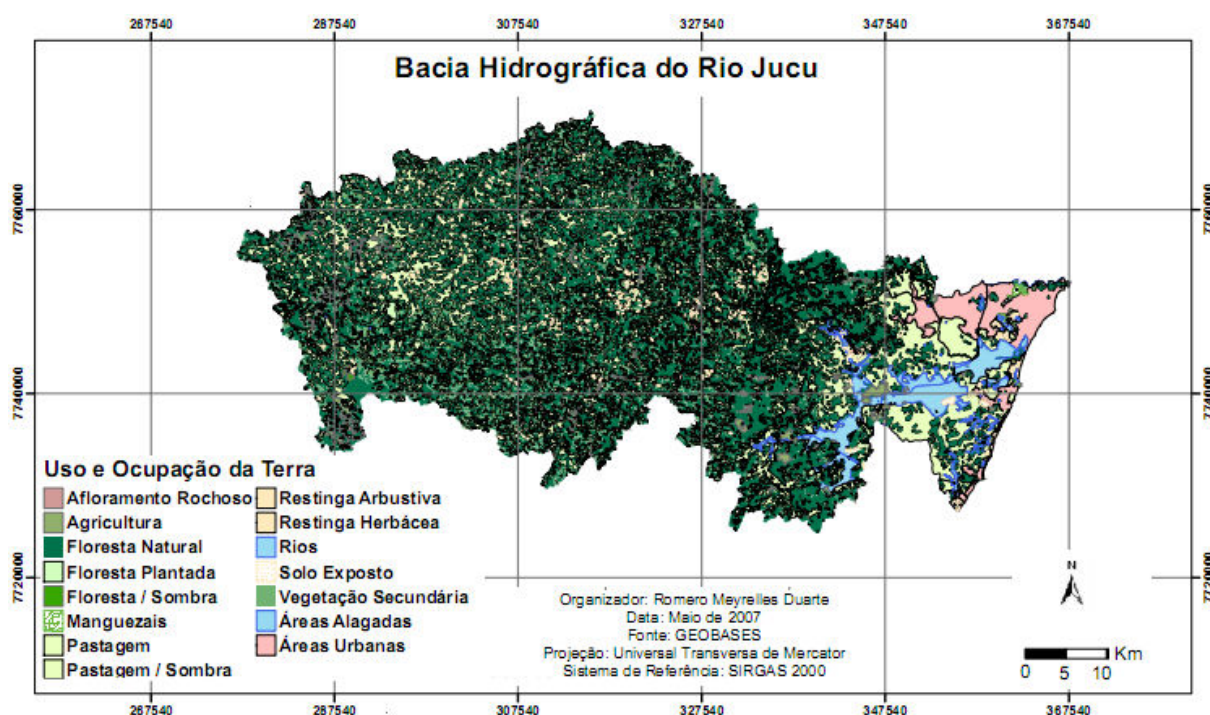


Figura 07 – Uso e Ocupação da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Jucu.
Fonte: QUARESMA, 2007 (trabalho não publicado).⁴

⁴ QUARESMA, Valéria da Silva. **Estudo Hidrossedimentológico da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu**. [S.l.: s.n., 2007].

No litoral e suas proximidades estão concentradas extensas áreas urbanas, principalmente nos municípios de Vila Velha e Cariacica. Além disto, há áreas de alagados situadas nas várzeas do rio em direção a foz, áreas de pastagens localizadas nos municípios de Cariacica e Viana e de restingas distribuídas ao longo do litoral.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 FOTOGRAFIAS AÉREAS HISTÓRICAS

O presente trabalho foi desenvolvido a partir da obtenção de fotografias aéreas históricas da foz do rio Jucu, referente aos anos de 1978, 1986, 1998 e 2007, fotografadas entre os meses de maio e junho (exceto a de 1998 visto que não se tem esta informação), com escalas de 1:20.000, 1:8.000 1:10.000 e 1:35.000 respectivamente (Fotos de 01 a 04). Estas fotografias foram adquiridas por meio do Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF), Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN) e do Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA), sendo o principal objetivo correlacioná-las para identificar a variação morfológica, no tempo e no espaço, do cordão litorâneo associado à foz do rio Jucu.

As fotografias foram então georeferenciadas em Sistema de Informação Geográfica (SIG) e foram escolhidas, entre outros, por conterem pontos comuns facilmente identificáveis e por apresentarem o local da foz do rio Jucu associado ao cordão litorâneo na parte central da foto, exceto a foto de 1986. O georreferenciamento foi efetuado a partir da foto aérea de 2007 que já se encontrava georreferenciada.

Em seguida, foram traçados no SIG os limites de variação espacial e temporal do cordão litorâneo associado à foz do rio Jucu. Este traçado foi feito no limite do cordão como um todo e na parte vegetada deste, assim como no afloramento rochoso associado à margem direita da foz (Figura 08). O intuito foi interpretar a variação morfológica do cordão, tendo o afloramento rochoso e a vegetação como referencial de comparação, pois a faixa arenosa deste está mais susceptível à modificações, podendo a parte vegetada do cordão e o afloramento rochoso servir, por exemplo, como indicativo da variação do ciclo de maré.

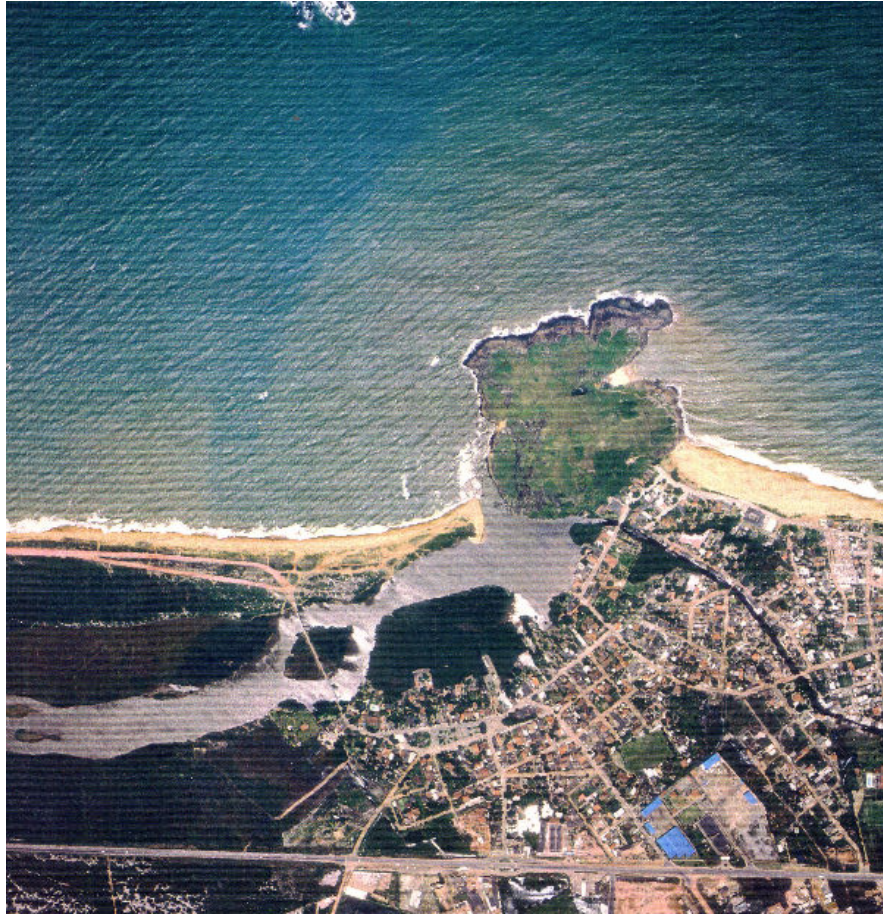
Desta forma foram elaborados alguns mapas e gráfico indicando os limites de variação morfológica do cordão, assim como a distância entre o limite interno da vegetação presente no cordão e o limite externo da parte arenosa deste. Para este último caso foram escolhidos três pontos fixos no reverso do cordão considerados menos susceptíveis a variações espaços-temporais e feitas às medições com intuito de quantificar o grau de variação morfológica no decorrer dos anos.



Fotografia 01 - Foto aérea de 1978. Fonte: IDAF.
Nota: Imagem não georreferenciada.



Fotografia 02 - Foto aérea de 1986. Fonte: IDAF.
Nota: Imagem não georreferenciada.



Fotografia 03 - Foto aérea de 1998. Fonte: IJSN.
Nota: Imagem não georreferenciada.



Fotografia 04 - Foto aérea de 2007. Fonte: IEMA.
Nota: Imagem georreferenciada.

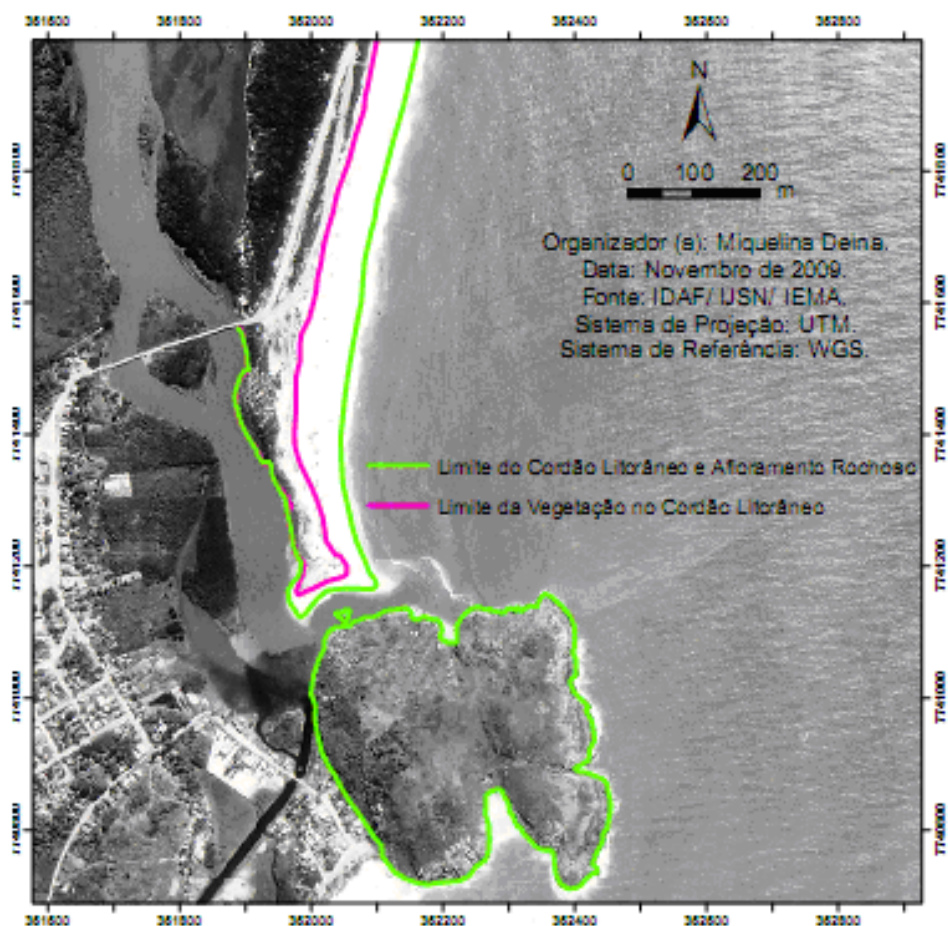


Figura 08 – Limites do Cordão Litorâneo e Afloramento Rochoso e Limite da Vegetação no Cordão, Foz do Rio Jucu, Vila Velha - ES.

4.2 SÉRIES TEMPORAIS HISTÓRICAS DA VAZÃO E DA PRECIPITAÇÃO ANUAL DO RIO JUCU

Além das fotografias aéreas, foram obtidas para este estudo, através da Agência Nacional de Águas (ANA), as séries históricas da vazão do rio Jucu e da precipitação anual referente aos anos de 1972 a 2008. Estes dados foram coletados especificamente da estação da Fazenda Jucuruaba localizada no município de Viana (Figura 09), pois das estações de coleta com dados disponíveis que tivemos acesso esta é a mais próxima ao local da pesquisa. Além disso, o período desta série histórica foi escolhido com base nos intervalos de tempo do registro das fotografias aéreas utilizadas neste estudo.

A obtenção da série histórica da vazão do rio Jucu teve como objetivo primordial analisar o comportamento hidrológico do rio com o intuito de verificar se há alguma

correlação deste com a variação morfológica do cordão litorâneo. Enquanto que a aquisição das séries da precipitação anual teve como finalidade principal verificar se o comportamento da vazão média anual no período estudado seguiu a mesma tendência da precipitação.

Desta forma, após a aquisição os dados foram tabulados e em seguida foram confeccionados vários gráficos para melhor visualização, análise e interpretação dos dados.

Sendo assim, em relação aos dados específicos da vazão às informações mais relevantes consideradas nesta pesquisa foram as médias da vazão, tanto mensais como anuais, sendo confeccionados gráficos da vazão média mensal e da vazão média anual. Quanto aos dados da precipitação estes foram junto com os dados da vazão média anual plotados em um mesmo gráfico para melhor visualização e consequentemente interpretação destes. Assim, foram efetuadas as análises e interpretações de todos os dados.

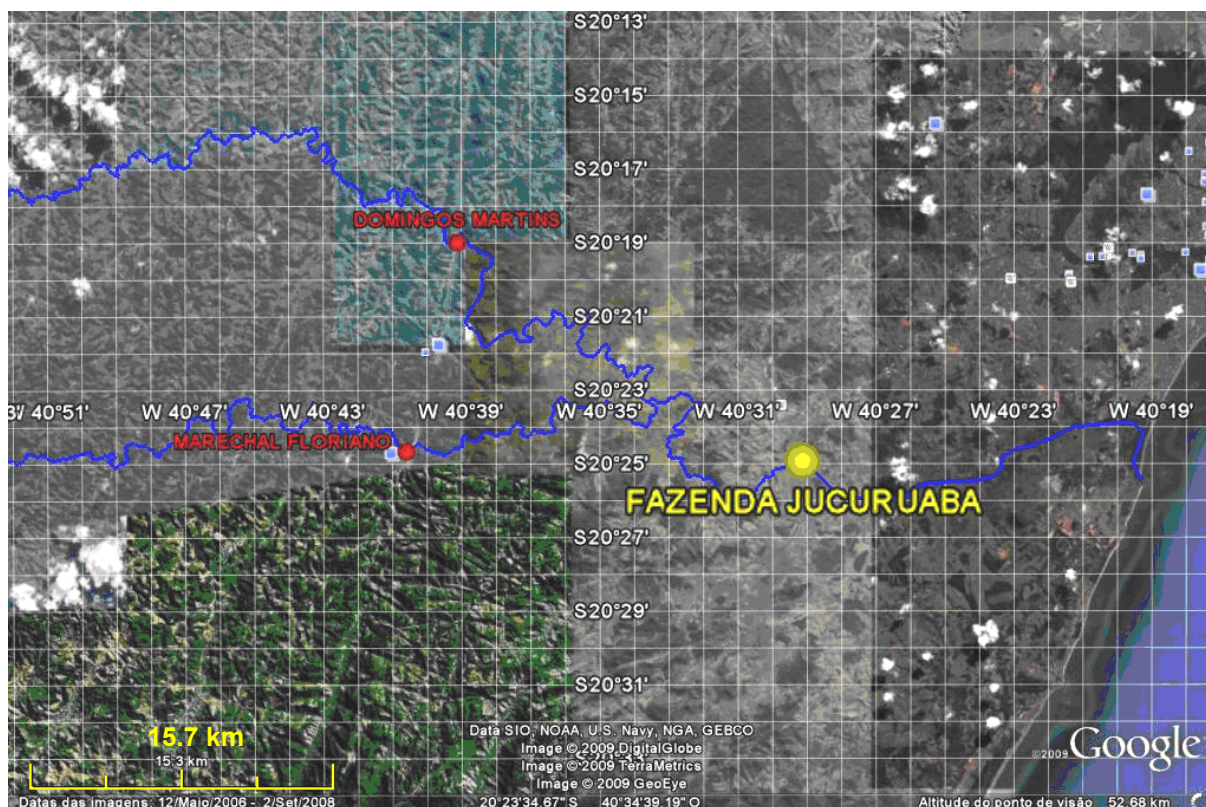


Figura 09 – Estação de Coleta de Dados de Vazão e Precipitação do Rio Jucu na Fazenda Jucuruaba, Viana - ES.

4.3 ANÁLISE SEDIMENTOLÓGICA

Paralelamente a obtenção das fotografias aéreas e séries históricas da vazão e precipitação do rio Jucu, foram realizadas a coleta de sedimentos (01/12/2007) e em seguida a análise sedimentológica destes. O principal objetivo foi identificar se existe alguma contribuição do aporte de sedimentos do rio na constituição e variação morfológica do cordão litorâneo em questão.

Sendo assim, foram estabelecidos dez pontos de amostragem distribuídos desde o médio curso do canal do rio, baixo curso próximo à foz e na praia adjacente. As amostras do canal do rio foram coletadas através de um equipamento conhecido como busca fundo do tipo van Veen (Fotografia 05) enquanto as demais foram coletadas manualmente. Depois de coletados os sedimentos foram submetidos à análise granulométrica através do método de peneiramento, que consiste na separação mecânica das partículas em classes dimensionais e na determinação de seu peso (DIAS, 2004).



Fotografia 05 – Busca fundo do tipo van Veen utilizado no campo para coleta de sedimentos.

Para tanto, as amostras foram quarteadas manualmente e submetidas aos procedimentos clássicos de lavagem, também manual, para retirada do sal. Em seguida foram levadas para secar na estufa em temperatura média de 40°C.

Posteriormente realizou-se o peneiramento a seco, sendo necessário um novo quarteamento, dessa vez utilizando um quarteador mecânico do tipo Jones e pesagem em balança de precisão para obter amostras com pesos entre 50 a 100g. As amostras foram peneiradas de 1/2 em 1/2 ϕ (fi) que foram agitadas por 15 minutos em um agitador de peneiras. Em seguida as frações de cada intervalo granulométrico foram pesadas cuidadosamente e acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados.

A partir dos resultados obtidos no peneiramento foi possível gerar os histogramas, curvas de frequências e curvas de frequências acumuladas de cada amostra peneirada. Em seguida, estes dados foram inseridos no software Gradistat (BLOTT, 2000), para o cálculo de medidas como a média, o desvio padrão e a assimetria.

Além da análise granulométrica foi realizada também a análise morfooscópica dos grãos através de uma lupa com aumento de 2 a 4 vezes. Esta análise foi efetuada utilizando-se as classes granulométricas mais freqüentes das amostras coletadas e peneiradas. Estas foram às classes de 0 e 0,5 ϕ (fi), sendo analisados 300 grãos de cada uma destas classes, referente a cada amostra. Os parâmetros utilizados para a referida análise foram o grau de arredondamento dos grãos e o aspecto superficial dos mesmos.

Em relação ao grau de arredondamento, este teve como base a escala definida por Powers em 1953 (DIAS, 2004) (Figura10).

Para os aspectos superficiais dos grãos foram utilizados os seguintes referenciais: grãos com brilho natural, fosco, brilhante, picotado e sujo. Os parâmetros (grau de arredondamento e aspecto superficial) foram utilizados para caracterizar somente os grãos de quartzo, os demais minerais encontrados nas amostras, como também os bioclastos foram apenas quantificados e identificados na medida do possível.

A partir dos resultados obtidos foram gerados os gráficos referentes ao grau de arredondamento dos grãos e aspecto superficial dos mesmos para facilitar a visualização e análise dos dados.

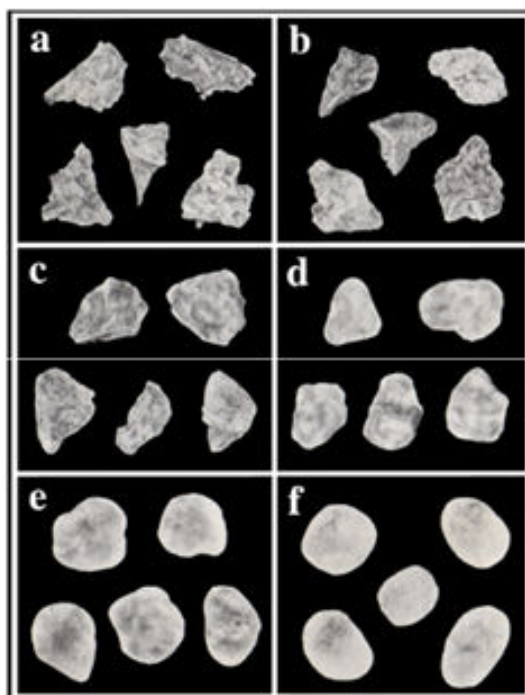


Figura 10 – Exemplo das 6 classes de rolamento definidas por Powers: a) muito anguloso; b) anguloso; c) sub-anguloso; d) sub-arredondado; e) arredondado; f) bem arredondado. Adaptado de Powers (1953) e Shepard (1973).

Fonte: Dias (2004).

Paralelo a estas atividades foram realizadas a queima de carbonato e a separação de mineral pesado com o intuito de identificar a contribuição fluvial e marinha.

A queima de carbonato foi realizada com as parcelas das amostras coletadas e não peneiradas, utilizando-se entre 15 a 20g de cada. Esta foi feita através do tratamento com ácido clorídrico, que consistiu em depositar a amostra em um béquer seguindo com a adição de HCl (ácido clorídrico) a 10% até que não houvesse mais reação, indicando a completa dissolução dos carbonatos. Em seguida, os sedimentos foram lavados até que o ácido fosse totalmente retirado e então foram levados para secar em estufa com temperatura média de 40°C. Após a secagem as amostras foram novamente pesadas para que fosse possível, comparando-se com o peso inicial, quantificar o teor de carbonato existente nas mesmas.

A separação de mineral pesado foi feita por meio da separação densimétrica com bromofórmio ($d=2,89 \text{ g/cm}^3$). As amostras utilizadas já haviam sofrido dissolução carbonática e foram primeiramente pesadas (aproximadamente 10g cada). Em

seguida foram colocadas em um funil de separação contendo bromofórmio e agitadas com um bastão de vidro.

Após um tempo, os minerais pesados se depositaram num tubo de borracha associado ao funil e então, cuidadosamente, foi aberta uma pequena passagem com uma pinça que prende a borracha para que os minerais pesados fossem transferidos para outro funil que contém um filtro de papel (pesado anteriormente) para reter estes minerais. Os minerais retidos no filtro foram então levados para secar e posteriormente pesados para identificação do percentual de mineral pesado existente em cada amostra.

Por fim, os dados referentes à queima de carbonato e a separação de mineral pesado foram tabulados para facilitar a análise e interpretação dos resultados obtidos.

4 RESULTADOS

4.1 VARIAÇÃO MORFOLÓGICA DO CORDÃO LITORÂNEO ASSOCIADO À FOZ DO RIO JUCU

A morfologia da foz do rio Jucu tem como característica principal a presença de um afloramento rochoso em uma de suas margens e um cordão litorâneo na outra, estando esta última bastante susceptível a variações morfológicas ocorridas ao longo do tempo. Isso pode ser constatado inicialmente por meio da análise de fotos aéreas históricas do local, referentes aos anos de 1978, 1986, 1998 e 2007, que comprovaram alterações significativas no cordão litorâneo nas últimas décadas. Tais alterações se referem especialmente a redução da distância entre o limite interno da vegetação presente no cordão litorâneo em relação ao limite externo da parte arenosa deste, ou seja, indicando uma tendência de redução na largura do cordão litorâneo (Figuras de 11 a 15).

Esta tendência a diminuição da largura ocorreu especialmente nos intervalos de tempo entre 1978 a 1998, alcançando ao longo do período avaliado em média 18 metros no ponto 01 (mais próximo a foz) e aproximadamente 31 metros nos pontos 02 e 03 (mais distante da foz), ou seja, a tendência a uma redução mais acentuada na largura do cordão ocorreu nos pontos mais distantes da foz. Contudo é importante observar que nos pontos 01 e 02 esta diminuição se deu de forma gradativa e na mesma proporção entre os períodos de 1978 a 1986 e de 1986 a 1998, enquanto no ponto 03 a redução mais significativa ocorreu já no primeiro intervalo de tempo, entre 1978 a 1986. Quanto ao último período avaliado, entre 1998 a 2007, a largura do cordão litorâneo manteve-se estável nos três pontos analisados (Figura 11).

Em relação à vegetação presente no cordão, conforme observado na figura 16 é possível perceber que esta apresentou a partir de 1978 em alguns pontos do cordão um avanço de seu limite na parte frontal oceânica, enquanto na inflexão do mesmo (foz do rio) há um recuo de seu limite a partir desta data. Todavia, estas alterações devem ser analisadas com bastante cautela, visto que há uma diferença considerável na qualidade das fotografias aéreas utilizadas, o que dificultou a interpretação das mesmas. É o caso da foto aérea de 1978 que devido ao seu alto

percentual de brilho e claridade impediu a identificação exata da vegetação presente no cordão, limitando consideravelmente a precisão de seu traçado.

No entanto, ao observar atentamente as quatro fotografias aéreas é possível visualizar, se não o avanço desta ao longo dos anos ao menos seu adensamento, principalmente ao comparar a fotografia de 1978 com a de 2007.

Quanto ao afloramento rochoso este não apresentou uma sobreposição exata de seus traçados (Figura 17). Em alguns pontos foram observados alguns deslocamentos, porém pouco significativos. Tal fato pode ser atribuído então, a possíveis erros durante o processo de georreferenciamento das fotos aéreas que ficou estimado em três metros aproximadamente, a variação diária da maré ou até mesmo ao grau de incidência das ondas no momento exato do registro das fotos aéreas. Portanto, estes fatores não descaracterizam a tendência de redução da largura do cordão litorâneo, visto que o percentual de deslocamento observado para os mesmos é muito inferior em comparação aos do cordão litorâneo registrado nas últimas décadas.

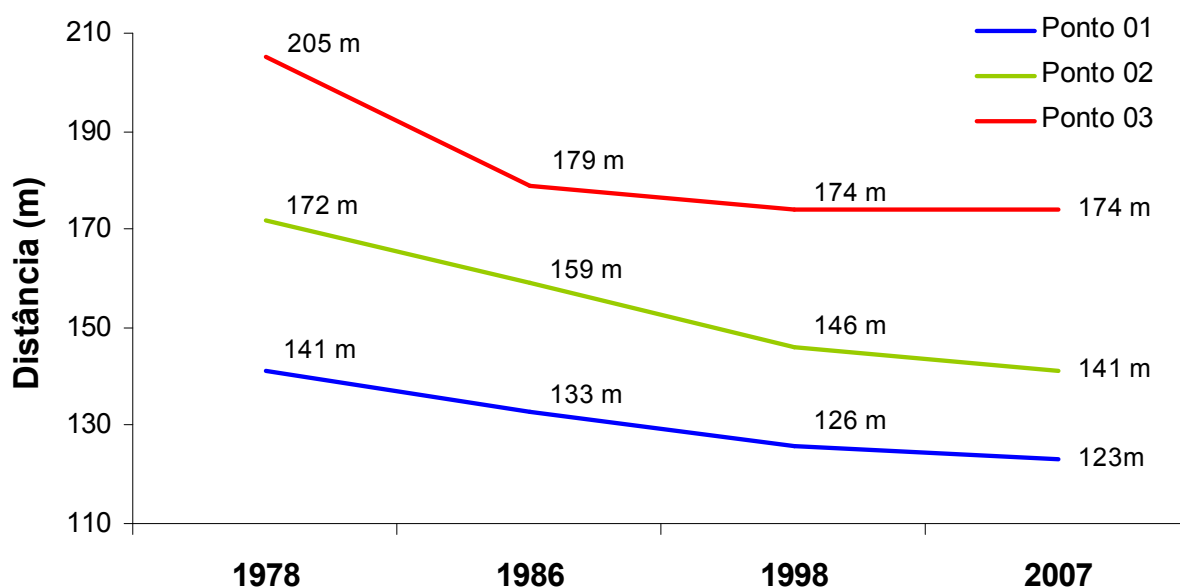


Figura 11 – Distância entre o limite interno da vegetação presente no cordão litorâneo e o limite externo da parte arenosa deste referente aos três pontos avaliados.

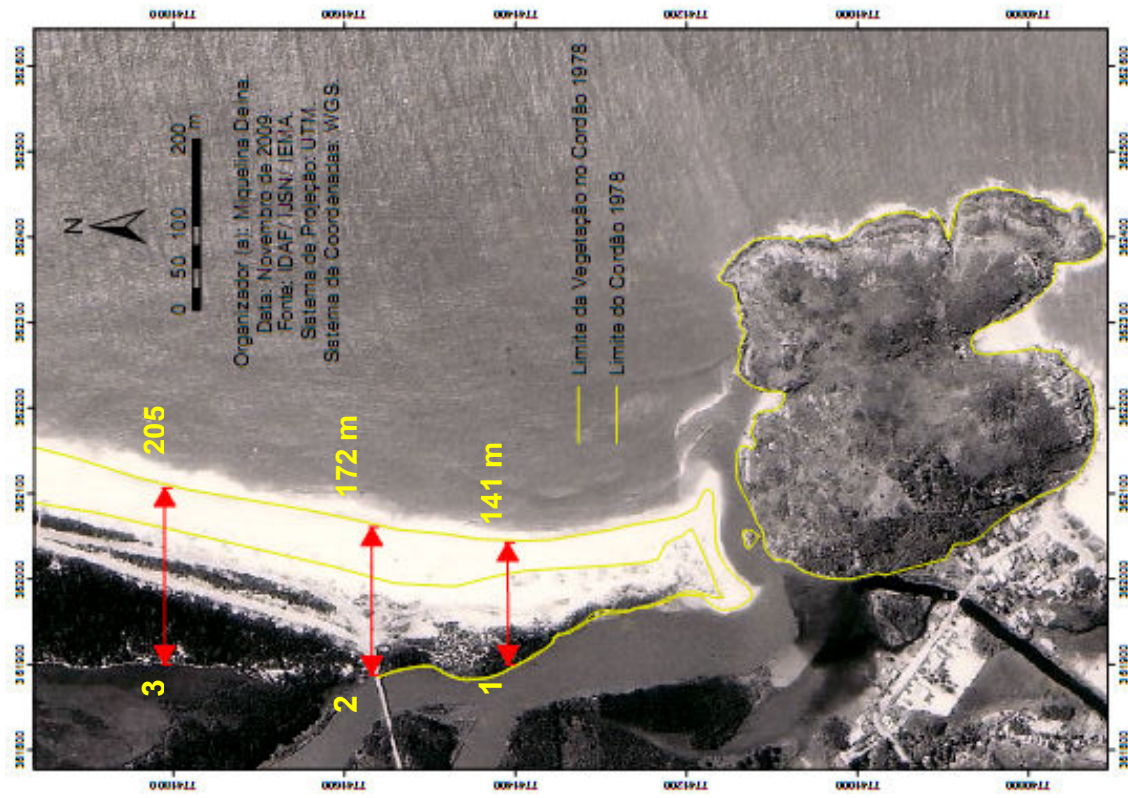


Figura 12 – Distância entre o limite interno da vegetação no cordão e o limite externo da parte arenosa deste em 1978. Nota: Foto aos fundos de 1978.

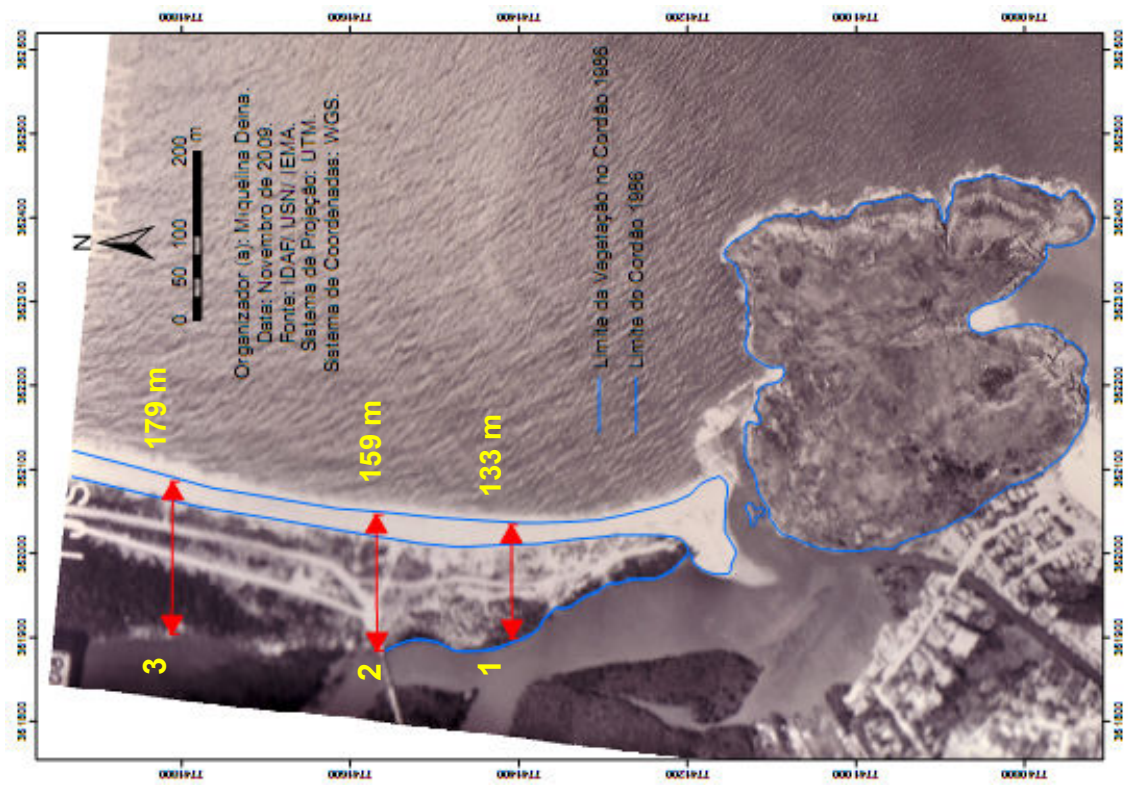


Figura 13 – Distância entre o limite interno da vegetação no cordão e o limite externo da parte arenosa deste em 1986. Nota: Foto aos fundos de 1986.

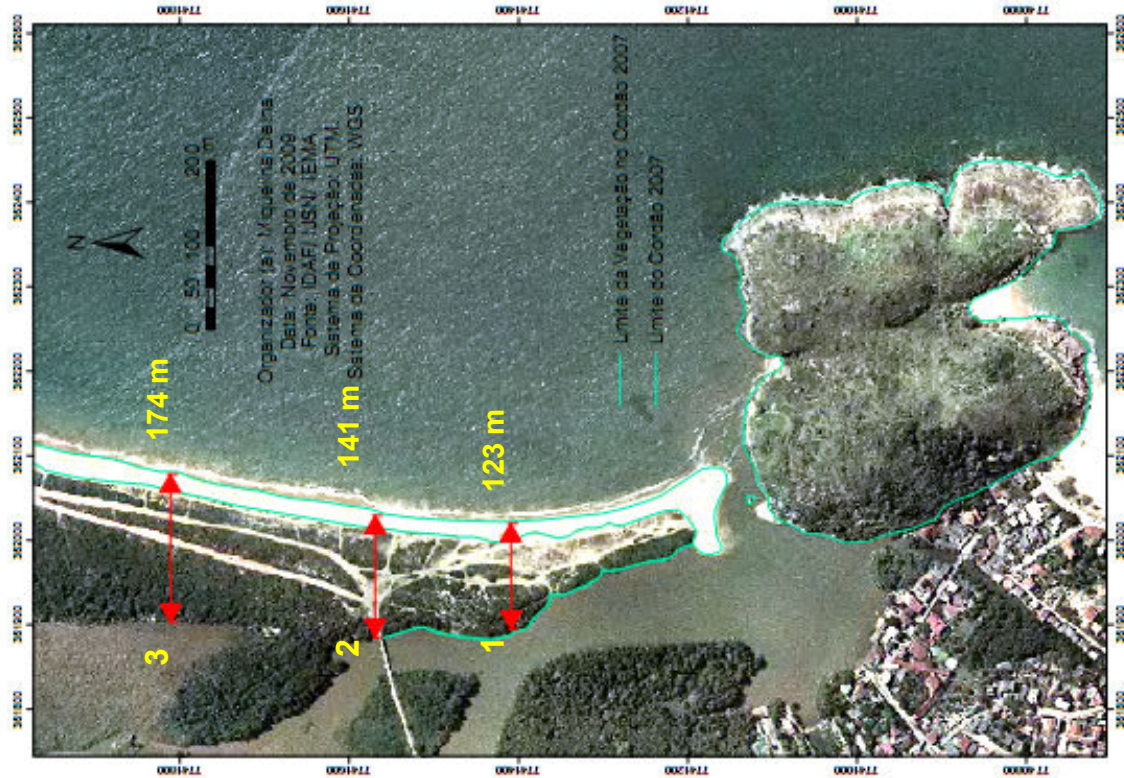


Figura 15 – Distância entre o limite interno da vegetação no cordão e o limite externo da parte arenosa deste em 2007. Nota: Foto aos fundos de 2007.

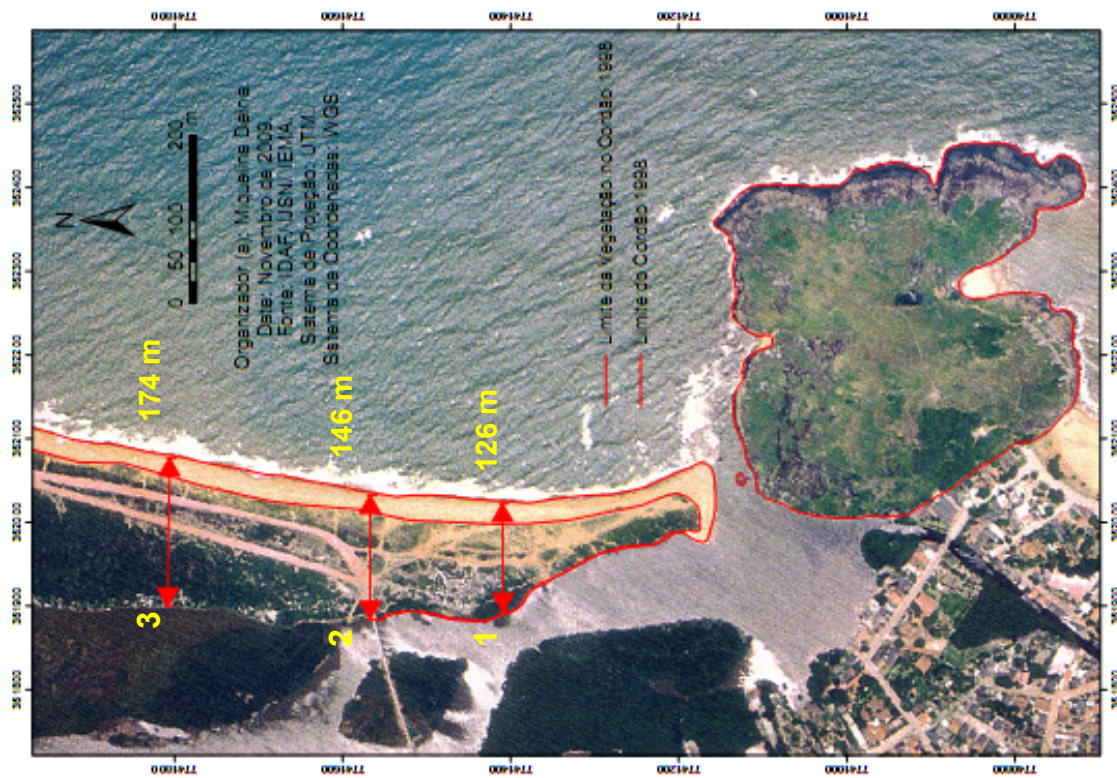


Figura 14 – Distância entre o limite interno da vegetação no cordão e o limite externo da parte arenosa deste em 1998. Nota: Foto aos fundos de 1998.

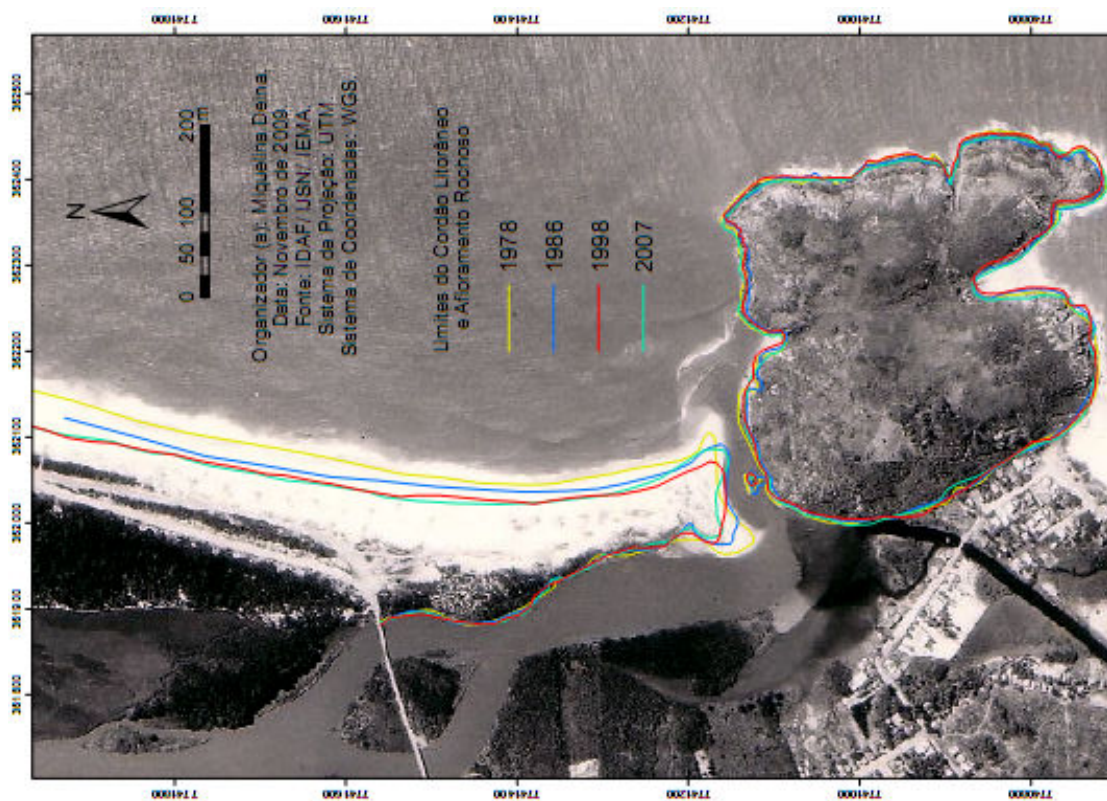


Figura 17 – Limites do cordão litorâneo e afloramento rochoso associado à foz do rio Juçu. Nota: Foto aérea aos fundos de 1978.

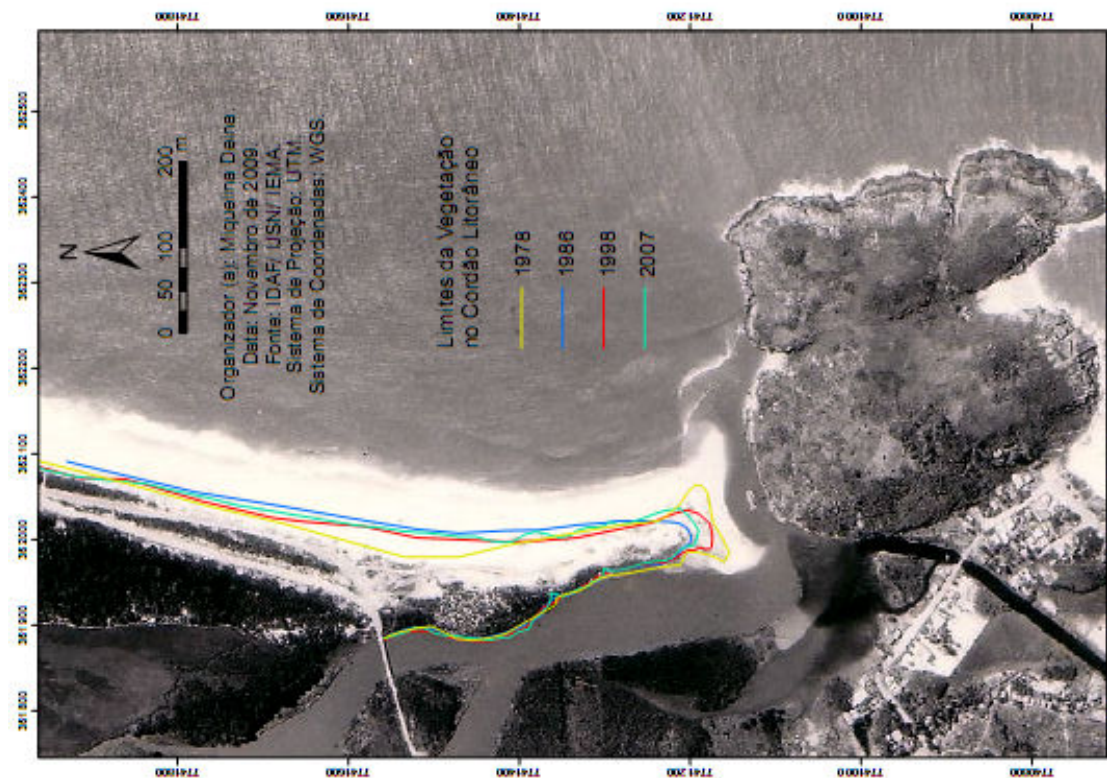


Figura 16 – Limites da vegetação presente no cordão litorâneo associado à foz do rio Juçu. Nota: Foto aérea aos fundos de 1978.

4.2 SÉRIES TEMPORAIS DA VAZÃO DO RIO JUCU

Em relação aos dados da vazão média anual (Tabela 01), o comportamento hidrológico da bacia no ponto de coleta analisado, apresentou variação significativa ao longo dos anos, entre 17,5 m³/s no ano de 1989 a 42,56 m³/s no ano de 1985. É importante observar que de acordo com a tabela o ano de 1990 é o que apresenta a menor vazão média anual, porém não pode ser considerado visto que os dados de coleta deste período estão incompletos, assim como dos anos de 1991, 1992 e 1993.

Tabela 01 – Vazão média mensal e anual do rio Jucu

(continua)

VAZÃO MÉDIA MENSAL E ANUAL (m ³ /s)													
RIO JUCU - FAZENDA JUCURUABA													
VAZÃO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média Anual
1972	36,6	31,8	30,6	30,4	30,1	21,2	22,1	19,5	23,3	24,6	30,8	39,9	28,4
1973	36,9	34,8	65,1	48,2	32,7	25,9	22,8	19,9	18,8	27,2	22,8	34,6	32,5
1974	46,1	32,1	41,0	36,9	27,1	22,1	18,2	14,8	16,5	22,0	21,7	27,5	27,2
1975	40,5	46,8	31,4	26,0	23,5	21,4	19,8	16,2	19,8	33,3	33,3	23,7	28,0
1976	15,8	15,1	14,9	14,1	16,3	12,8	15,3	11,3	15,4	16,1	32,6	40,0	18,3
1977	33,9	19,9	17,5	18,8	18,6	14,1	12,0	9,4	11,2	17,5	30,7	37,3	20,1
1978	32,3	28,9	21,3	22,1	20,3	15,3	29,2	18,6	19,9	25,9	20,9	27,2	23,5
1979	63,1	101,4	59,6	46,9	33,0	27,1	24,7	22,0	20,4	18,7	26,2	36,7	40,0
1980	54,1	32,7	22,6	43,2	29,8	22,1	18,4	17,2	13,7	14,2	15,5	38,1	26,8
1981	20,9	16,9	24,9	26,3	23,7	19,0	15,7	16,7	15,3	18,9	44,1	32,4	22,9
1982	41,2	25,3	55,2	40,6	28,6	22,1	19,0	26,9	18,0	16,0	13,5	21,6	27,3
1983	50,1	33,8	23,3	29,7	27,4	20,5	17,1	14,7	26,1	45,1	57,1	66,6	34,3
1984	38,7	29,2	29,1	33,8	22,9	18,1	15,4	15,6	16,5	20,7	30,5	63,6	27,9
1985	109,9	63,4	58,9	39,3	31,2	25,1	24,2	21,5	26,6	26,6	37,0	47,1	42,6
1986	32,7	24,9	19,2	18,0	16,4	15,3	15,6	15,0	14,1	12,3	15,0	26,9	18,8
1987	25,5	19,1	33,6	28,0	18,5	16,6	13,7	11,3	12,7	11,6	45,4	42,2	23,2
1988	39,4	24,5	24,2	21,9	16,6	14,8	13,3	13,0	13,1	20,5	21,7	22,0	20,4
1989	17,4	14,3	23,4	17,1	14,9	15,1	11,5	12,4	10,8	10,4	23,0	39,5	17,5
1990	15,4		13,3						10,9	13,7	24,3		15,5
1991						14,9	28,4	34,1	34,4	28,7	21,5	34,9	28,1
1992	37,5	31,8	18,2	21,1	23,1	21,7	30,9	22,1	19,4	27,7	93,1		31,5
1993				36,1		25,5	18,9	17,3	15,8	15,6	14,6	30,8	21,8

Tabela 01 – Vazão média mensal e anual do rio Jucu

	(conclusão)												
1994	68,6	25,5	68,4	45,6	46,0	30,3	24,8	19,6	16,7	17,0	18,6	29,9	34,2
1995	15,4	13,7	14,6	18,8	14,5	10,6	12,0	11,3	9,9	12,9	29,3	50,9	17,8
1996	38,0	17,2	16,7	14,9	14,1	12,4	10,0	9,0	14,3	15,9	68,4	52,3	23,6
1997	48,4	27,1	50,9	32,4	24,5	18,8	15,9	14,3	14,2	18,7	26,6	51,9	28,6
1998	28,8	25,0	19,8	19,7	15,1	13,5	12,4	13,7	10,3	15,9	34,3	29,9	19,9
1999	29,0	13,5	20,1	16,8	12,9	16,0	13,2	12,8	11,8	14,3	39,8	42,4	20,2
2000	32,2	33,6	29,3	29,5	19,7	17,3	14,3	12,2	14,9	12,4	39,7	50,7	25,5
2001	30,8	20,8	17,1	13,7	12,5	11,9	10,4	10,4	12,9	20,6	67,2	39,4	22,3
2002	44,9	35,0	26,9	21,2	18,9	15,6	15,9	13,6	20,9	13,1	18,8	28,8	22,8
2003	62,9	21,7	18,9	18,0	14,0	10,9	11,4	10,3	8,8	9,5	10,0	28,7	18,8
2004	52,1	45,7	45,5	40,7	24,6	21,4	19,0	17,1	11,9	12,5	13,9	39,7	28,7
2005	30,0	50,5	80,7	32,5	30,7	48,8	29,0	20,1	20,2	16,3	40,7	56,6	38,0
2006	32,4	19,0	49,3	38,9	23,1	20,4	18,2	15,5	16,5	20,3	44,5	50,9	29,1
2007	64,2	25,9	24,2	19,1	16,4	14,6	13,2	14,0	13,0	16,7	17,3		21,7
2008	13,8	40,2	36,8	29,2	18,7	14,3	12,9	10,5	10,1	13,1	53,7	57,1	25,9
Média													
Mensal	39,4	30,6	32,8	28,3	22,4	19,1	17,7	15,9	16,2	18,8	32,4	39,5	

Fonte: Agência Nacional de Águas (acesso em 05 nov. 2008).

Nota: Os dados selecionados na tabela se referem à vazão do ano anterior ao registro de cada foto aérea e a vazão média dos meses do ano que antecede o registro de cada foto.

Quanto aos dados da vazão média anual do ano anterior ao registro de cada foto aérea utilizada nesta pesquisa, visto que a maior parte delas foi fotografada entre os meses de maio e junho, observa-se que esta também apresentou variação significativa, entre 20,1 m³/s em 1977 a 42,6 m³/s em 1985. Do mesmo modo, ao efetuar a média da vazão dos meses que antecede o registro de cada foto, exceto a de 1998 visto que não se tem esta informação, observa-se uma tendência de queda da vazão entre 1978 a 1986, enquanto de 1986 para 2007 há um aumento razoável desta.

Contudo, conforme observado na figura 18, ao adicionar a linha de tendência linear referente a toda a série histórica analisada neste estudo nota-se uma gradativa, porém sensível tendência de diminuição da vazão média anual ao longo dos anos. Além disso, é possível perceber ao seccionar os dados em intervalos iguais aos das fotografias aéreas utilizadas nesta pesquisa que o período que apresenta uma

diminuição mais acentuada da vazão se estende de 1986 a 1998 e de 1998 a 2003 do intervalo de tempo seguinte. Neste mesmo período nota-se também menor variação da vazão média anual. Quanto ao período anterior aos citados acima, entre os anos de 1978 a 1986, foram registrados uns dos maiores índices de vazão média anual ao longo dos anos avaliados, assim como as maiores variações desta.

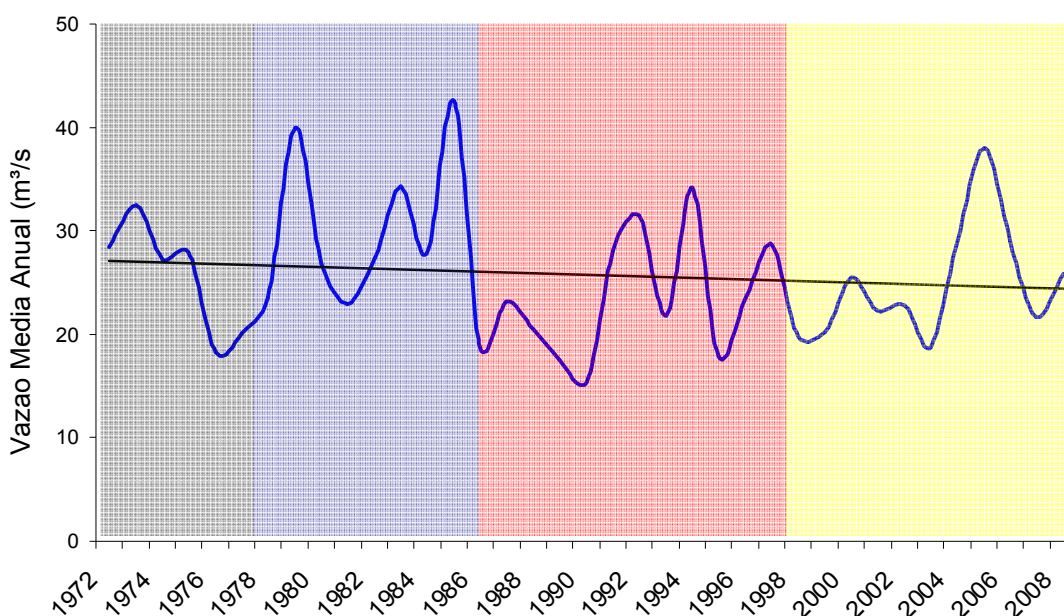


Figura 18 – Vazão média anual e tendência linear referente a série temporal de 1972 a 2008, estação de coleta Fazenda Jucuruaba, rio Jucu, Viana - ES.

Quanto à vazão média mensal dos anos analisados (Figura 19), os meses com as maiores médias de vazão, ou seja, período das águas altas do rio vão de novembro a março, com destaque para os meses de dezembro e janeiro que registraram respectivamente as maiores médias, enquanto os meses de agosto e setembro apresentaram os menores índices. Da mesma forma, os meses que registraram as menores vazões médias de todos os anos analisados, abril a outubro, são os que apresentaram o menor desvio padrão, ou seja, a menor variação da vazão média mensal. Vale igualmente lembrar que a maioria das fotografias aéreas da foz do rio Jucu utilizadas nesta pesquisa foram registradas nos meses de maio e junho (exceto a de 1998), cuja vazão média mensal relativa ao período de tempo analisado nesta pesquisa é respectivamente de 22,36 m³/s e 19,10 m³/s, ou seja, período

relativamente de águas baixas do rio, que apresentou um dos menores índices de vazão média mensal, assim como as menores variações desta.

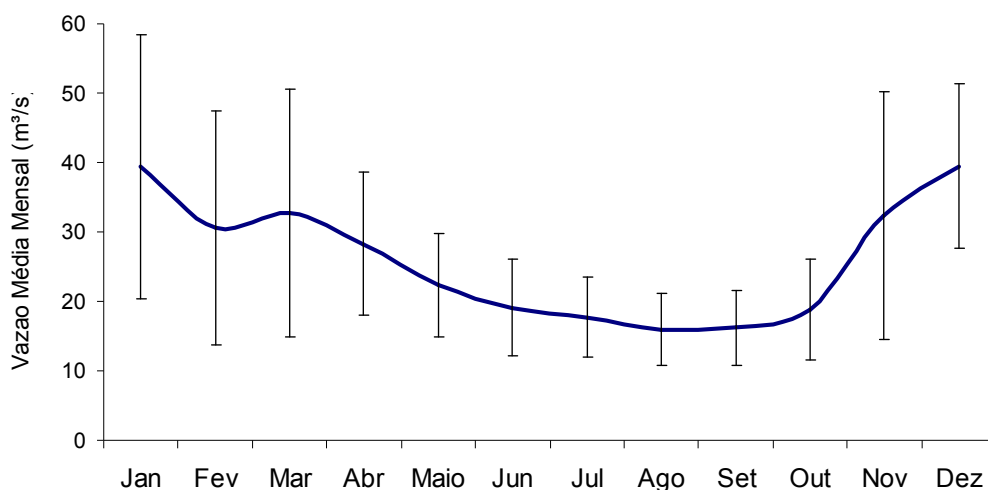


Figura 19 – Vazão média mensal e desvio padrão referente a série temporal de 1972 a 2008, estação de coleta Fazenda Jucuruaba, rio Jucu, Viana - ES.

4.2.1 Séries temporais da vazão do rio Jucu e da precipitação anual

Em relação aos dados da precipitação anual (ANEXO A) observa-se que esta também variou bastante no período analisado – entre 791,10 mm em 1986 a 1948,0 mm em 2005 (Figura 20).

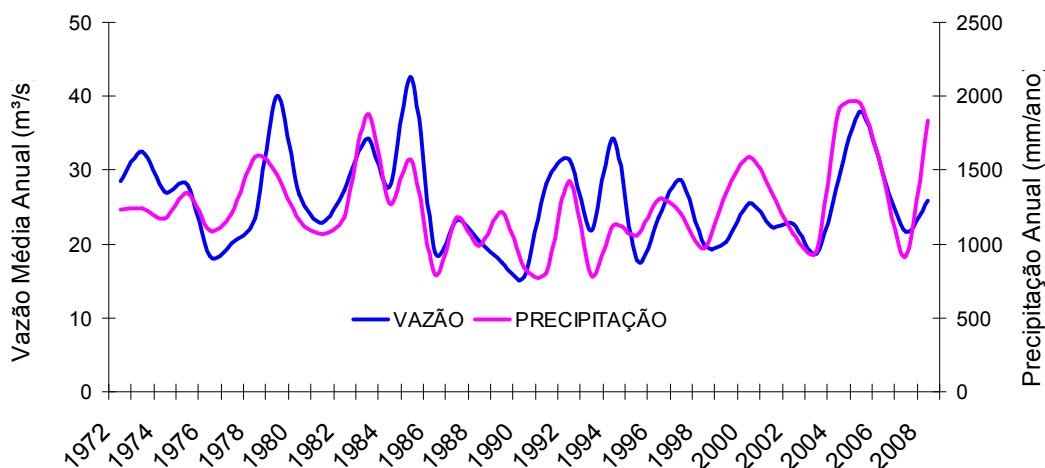


Figura 20 – Vazão média anual e precipitação anual, estação de coleta Fazenda Jucuruaba, rio Jucu, Viana - ES.

Esta variação, de forma geral, mostrou a mesma tendência da vazão média anual, com exceção para os anos de 1973, 1979, 1985 e 1994, que apresentaram uma diferença um pouco mais expressiva entre vazão e precipitação.

5.3 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

A partir dos resultados obtidos na análise granulométrica, de acordo com o parâmetro tamanho médio do grão (Tabela 02), as amostras dos pontos 01, 02, 03, 06 e 09 são compostas por areias grossas, com médias variando de 0 a 0,75 ϕ (fi). Enquanto as amostras dos pontos 04, 05, 07, 08 e 10 são constituídas por areias muito grossas, com médias variando de -0,01 a -0,46 ϕ (fi).

Tabela 02 – Tamanho médio dos grãos

Amostras	* ϕ (fi)	**Classificação
1	0,009	Areia grossa
2	0,747	Areia grossa
3	0,622	Areia grossa
4	-0,185	Areia muito grossa
5	-0,305	Areia muito grossa
6	0,549	Areia grossa
7	-0,458	Areia muito grossa
8	-0,011	Areia muito grossa
9	0,717	Areia grossa
10	-0,035	Areia muito grossa

Fonte: Blott (2000).

Nota: * Método de Folk e Ward / ** Classificação de Wentworth.

Esta distribuição granulométrica (Figura 21) mostrou que todas as amostras coletadas no rio (pontos 01, 02 e 03) são constituídas por areias grossas e a granulometria decresce em direção a foz. Estando a amostra do ponto 01 localizada no médio curso do rio e as dos pontos 02 e 03 localizadas no baixo curso deste. Já às amostras 06 e 09 coletadas ao longo da praia adjacente, a uma distância aproximada de 200 e 800m da foz, respectivamente, são constituídas igualmente por areias grossas. Quanto às amostras do ponto 04 coletada na foz do rio e dos pontos 05, 07, 08 e 10 coletadas ao longo da praia adjacente, com distâncias aproximadas

em relação à foz de 50m, 400m, 600m e 3445m respectivamente, são constituídas por areias muito grossas. A granulometria destas tende a aumentar do ponto 04 aos 05 e 07 e diminui um pouco nos pontos 08 e 10.

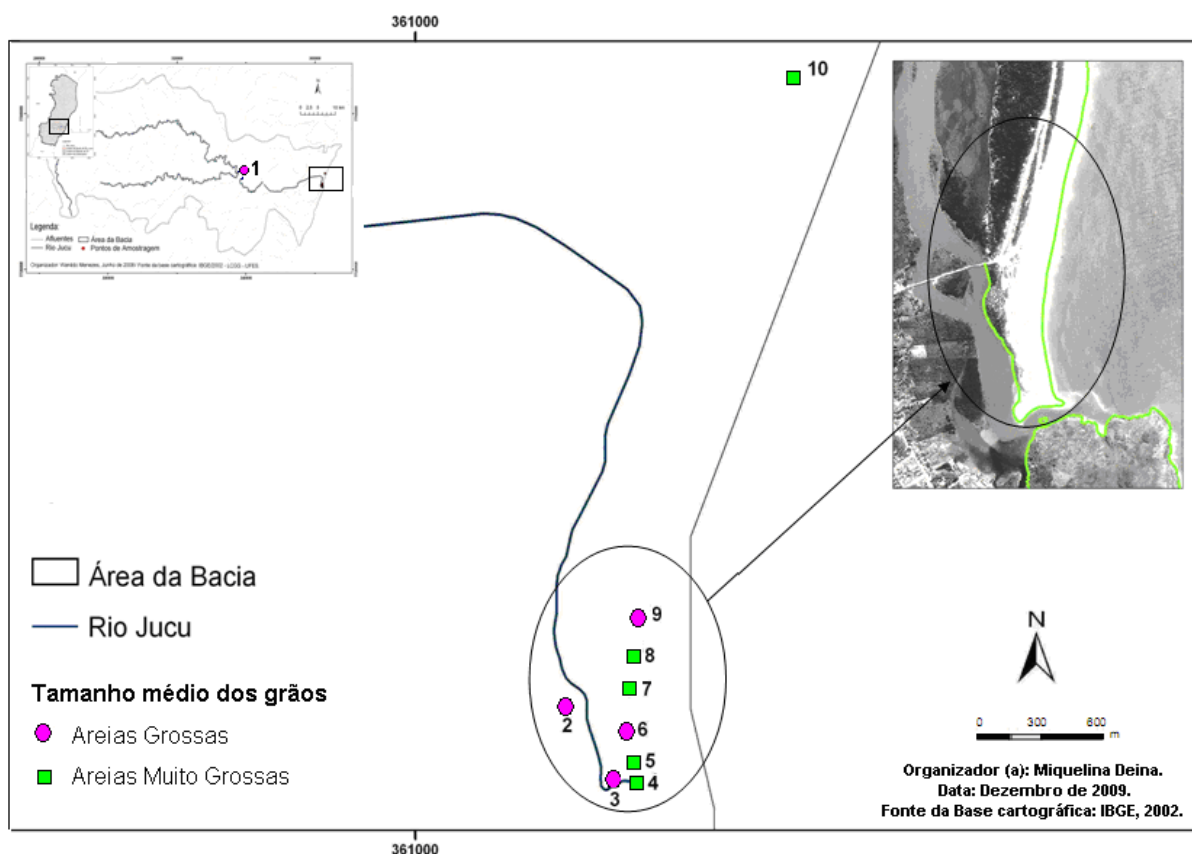


Figura 21 - Tamanho médio dos grãos nos pontos de amostragem, classificação de Wentworth. Fonte: Blott (2000).

Em relação à frequência da distribuição granulométrica observa-se, de acordo com a figura 22 e ANEXO B, que em geral as classes granulométricas mais frequentes encontradas na maioria das amostras foram as de 0 e 0,5 ϕ (fi). Sendo a classe granulométrica de 0 ϕ (fi) mais frequente nas amostras 04, 05 e 07, enquanto a classe de 0,5 ϕ (fi) é a mais frequente nas amostras 01, 03, 06, 08, 09 e 10. Apenas na amostra 02 a classe granulométrica mais frequente observada foi a de 1,00 ϕ (fi).

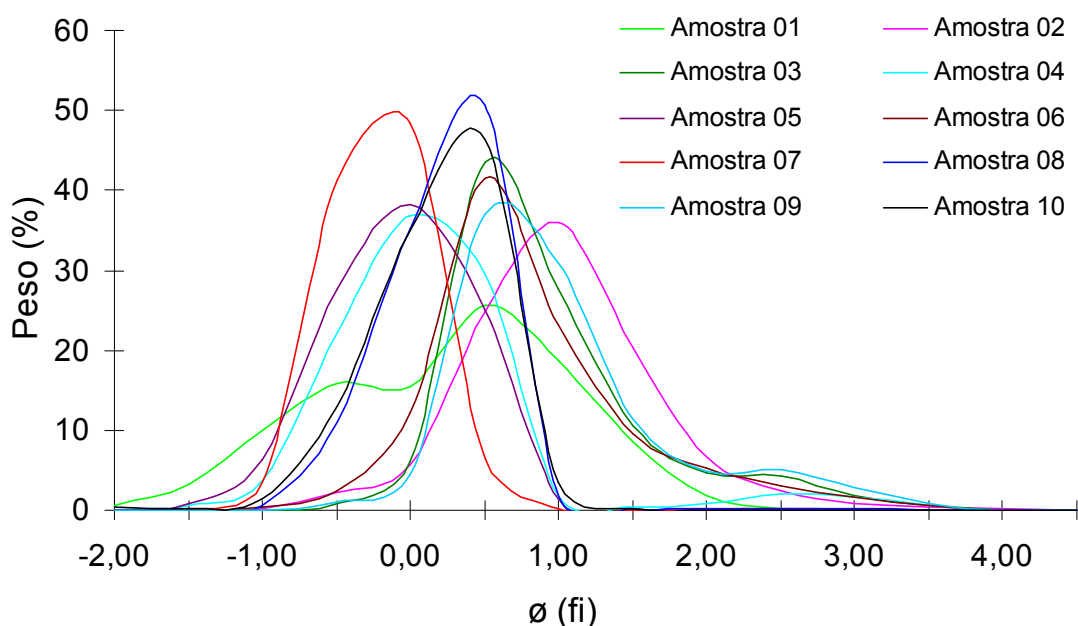


Figura 22 – Gráfico referente às curvas de frequências granulométricas de todas as amostras analisadas.

Quanto ao grau de selecionamento dos grãos observa-se que a maioria das amostras apresentou-se como moderadamente bem selecionada a bem selecionada. Apenas a amostra 01 (médio curso do rio) indicou menor grau de selecionamento, sendo classificada como moderadamente selecionada (Tabela 03).

Tabela 03 – Grau de selecionamento dos grãos

Amostras	*Desvio Padrão (σ)	*Grau de Selecionamento
1	0,862	Moderadamente selecionado
2	0,632	Moderadamente bem selecionado
3	0,651	Moderadamente bem selecionado
4	0,642	Moderadamente bem selecionado
5	0,504	Moderadamente bem selecionado
6	0,673	Moderadamente bem selecionado
7	0,358	Bem selecionado
8	0,389	Bem selecionado
9	0,687	Moderadamente bem selecionado
10	0,415	Bem selecionado

Fonte: Blott (2000).

Nota: * Método de Folk e Ward.

Assim, foi possível constatar que o grau de selecionamento das amostras coletadas no rio aumenta em direção à foz (Figura 23). Sendo a amostra 01, classificada como

moderadamente selecionada, com desvio padrão de 0,862 σ (fi). Enquanto as amostras 02 e 03, são classificadas como moderadamente bem selecionadas, com desvio padrão de 0,632 e 0,651 σ (fi) respectivamente.

Quanto à amostra coletada na foz do rio, ponto 04, e ao longo da praia adjacente referentes aos pontos 05, 06 e 09, também foram classificadas como moderadamente bem selecionadas, com valores de desvio padrão variando de 0,504 a 0,687 σ (fi).

Já as amostras referentes aos pontos 07, 08 e 10 situadas mais distante da foz são as mais bem selecionadas, tanto em relação às amostras da praia como as do leito do rio, classificadas como bem selecionadas, com desvio padrão variando de 0,358 a 0,415 σ (fi), ou seja, de maneira geral o grau de selecionamento das amostras da praia aumenta à medida que se distancia da foz (Figura 23).

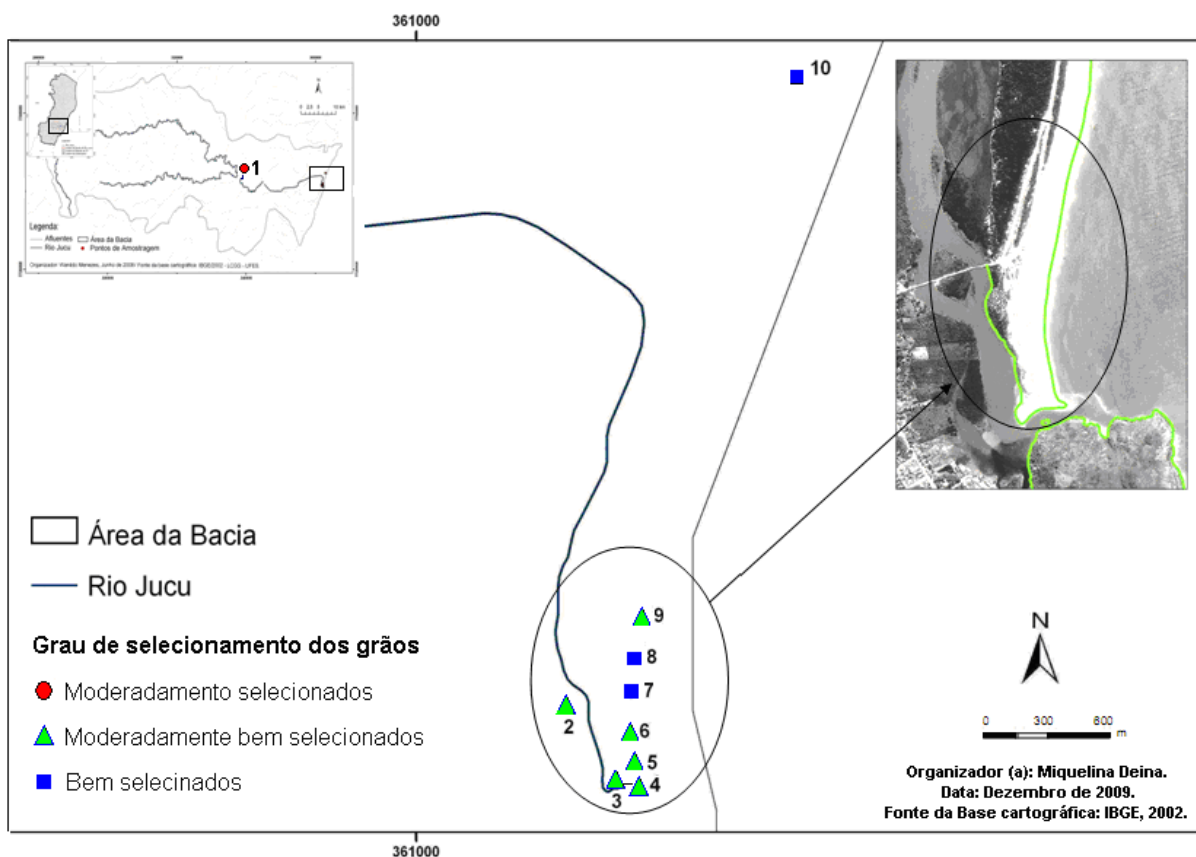


Figura 23 – Grau de selecionamento dos grãos nos pontos de amostragem, classificação de Folk e Ward.

Fonte: Blott (2000).

Em relação à assimetria (Figura 24 e ANEXO C), esta apresentou uma variação bastante considerável tanto nas amostras do rio como da praia adjacente. Nas amostras do rio a assimetria variou desde negativa a muito positiva, ou seja, no ponto 01 (médio curso do rio) esta se apresentou assimétrica no sentido dos grosseiros (negativa), passando para aproximadamente simétrica no ponto 02 (baixo curso do rio) a muito positiva ou assimétrica no sentido dos finos no ponto 03 (ponto do baixo curso do rio mais próximo a foz). Nas amostras da foz e praia adjacente a assimetria também variou bastante. Entre os pontos 04 e 07, esta ficou intercalada entre positiva e aproximadamente simétrica, enquanto que nos pontos 08, 09 e 10 esta passou de negativa para muito positiva e novamente para negativa.

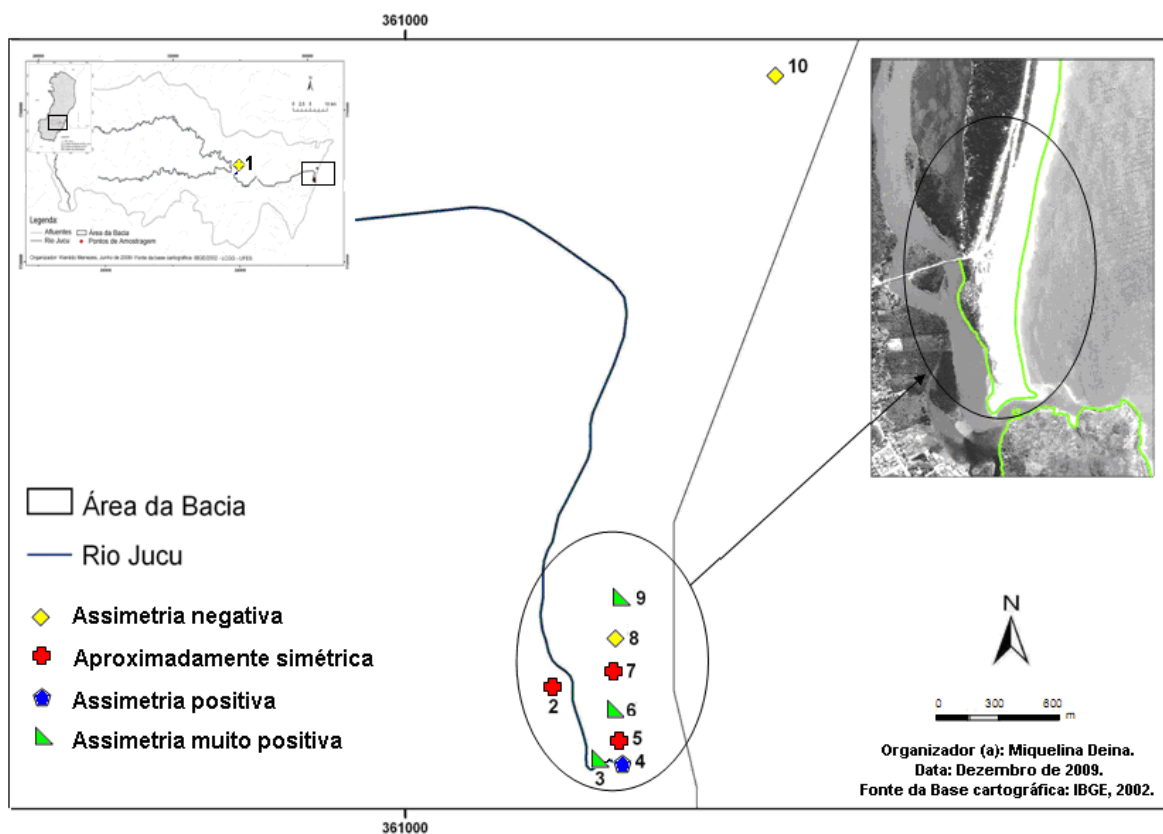


Figura 24 – Classificação da assimetria nos pontos de amostragem, classificação de Folk e Ward.
Fonte: Blott (2000).

5.4 ANÁLISE MORFOSCÓPICA

Em relação à análise morfoscópica, o grau de arredondamento das amostras referentes à classe granulométrica de 0ϕ (fi) (Figura 25 e ANEXO D) indicou: grãos

mais angulosos para as amostras do rio, sendo a amostra do ponto 01 (médio curso do rio) constituída por quase 90% de grãos exclusivamente angulosos, enquanto a do ponto 02 (baixo curso do rio) possui em média 50 % de grãos angulosos, seguidos de 17,5% de grãos sub-angulosos. Já na amostra do ponto 03 (baixo curso do rio mais próximo a foz) os grãos começam a ficar mais arredondados. Quase 60% destes possuem características arredondadas, sendo em média 35,0% grãos sub-arredondados e 25% grãos arredondados.

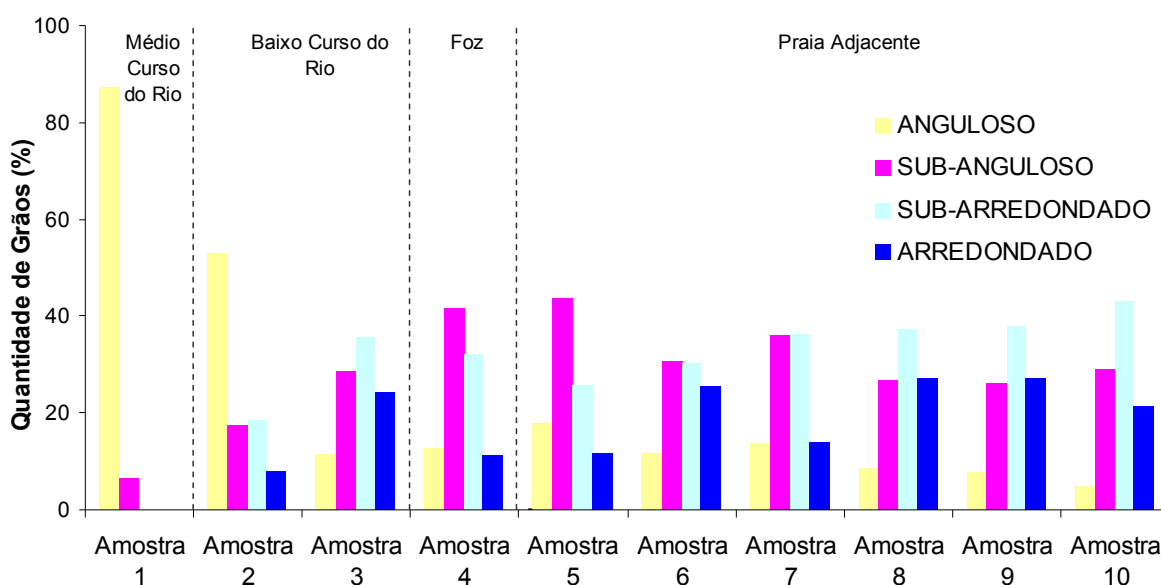


Figura 25 - Grau de arredondamento dos grãos referentes à classe granulométrica de 0 ϕ (fi) de todas as amostras analisadas.

A partir da foz, nas amostras distribuídas ao longo da praia adjacente, os grãos seguem uma tendência geral a um maior grau de arredondamento à medida que se distanciam da mesma, com exceção do ponto 04 (foz do rio) e ponto 05 (situado a 50m da foz) que ainda possuem predomínio de grãos com características angulares, sendo o ponto 04 constituído, aproximadamente, por 42% de grãos sub-angulares e 12% de grãos angulares e o ponto 05 por 44% de grãos sub-angulares e 18% de grãos angulares. Nas demais amostras há predomínio de grãos com características de arredondamento.

Quanto ao aspecto superficial destas houve predomínio de grãos com aspecto brilhantes em todas as amostras, variando entre 50 a 70% (Figura 26 e ANEXO E).

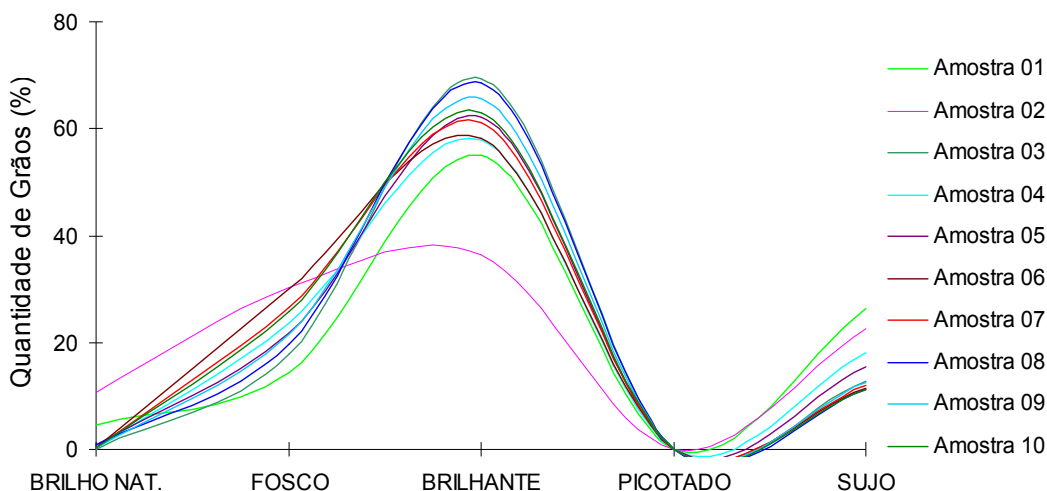


Figura 26 - Aspecto superficial dos grãos referentes à classe granulométrica de 0 ϕ (fi) de todas as amostras analisadas.

No que se refere aos tipos de minerais encontrados nas amostras desta classe granulométrica (ANEXO F), o destaque é para a amostra do ponto 01 (médio curso do rio) em que foi encontrado um percentual significativo de litoclastos, em média 7,5%, sendo estes constituídos de feldspatos, biotita, entre outros, seguida da amostra do ponto 02 (baixo curso do rio) com aproximadamente 2,5% de litoclastos.

Em relação às amostras da classe granulométrica de 0,5 ϕ (fi) (Figura 27 e ANEXO D) o que se observa é um predomínio, na maior parte destas, de grãos com características angulares.

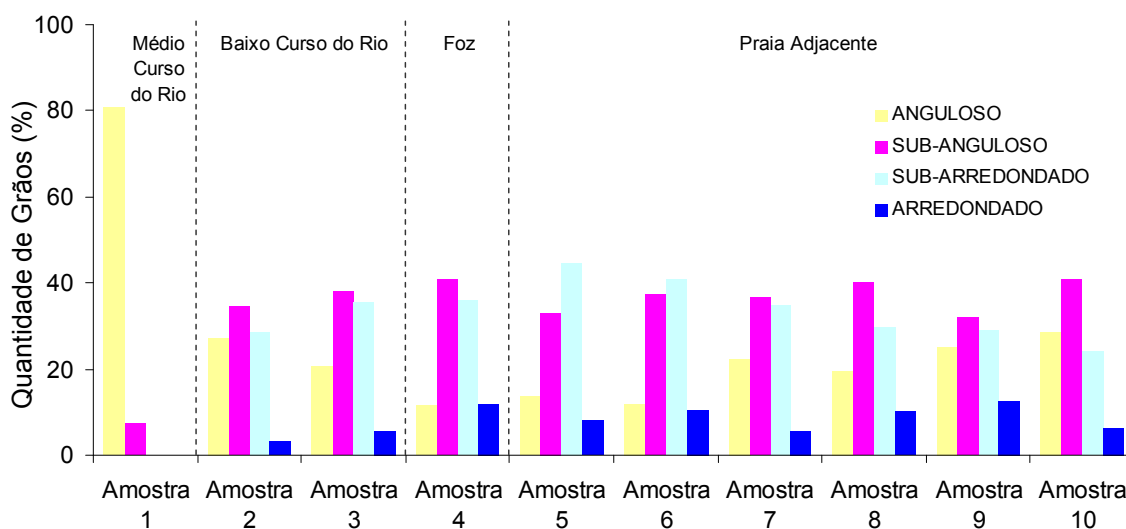


Figura 27 - Grau de arredondamento dos grãos referentes à classe granulométrica de 0,5 ϕ (fi) de todas as amostras analisadas.

A amostra do ponto 01 (médio curso do rio) destaca-se com 80% de grãos exclusivamente angulosos, enquanto as amostras dos pontos 05 e 06 são exceção, possuindo pouco mais de 50% de grãos com características arredondadas. O ponto 05 é constituído em média por 45% de grãos sub-arredondados e 8% de grãos arredondados e o ponto 06 de 40% de grãos sub-arredondados e 10% de grãos arredondados.

No que se refere ao aspecto superficial desta classe granulométrica também predominou grãos com aspectos brilhantes, com uma média aproximada de 50% a 70% em cada amostra (Figura 28 e ANEXO E). Quanto aos tipos de minerais encontrados (ANEXO F) igualmente se destacam os litoclastos na amostra do ponto 01 com 8,5% destes, seguida da amostra do ponto 02 com 3%.

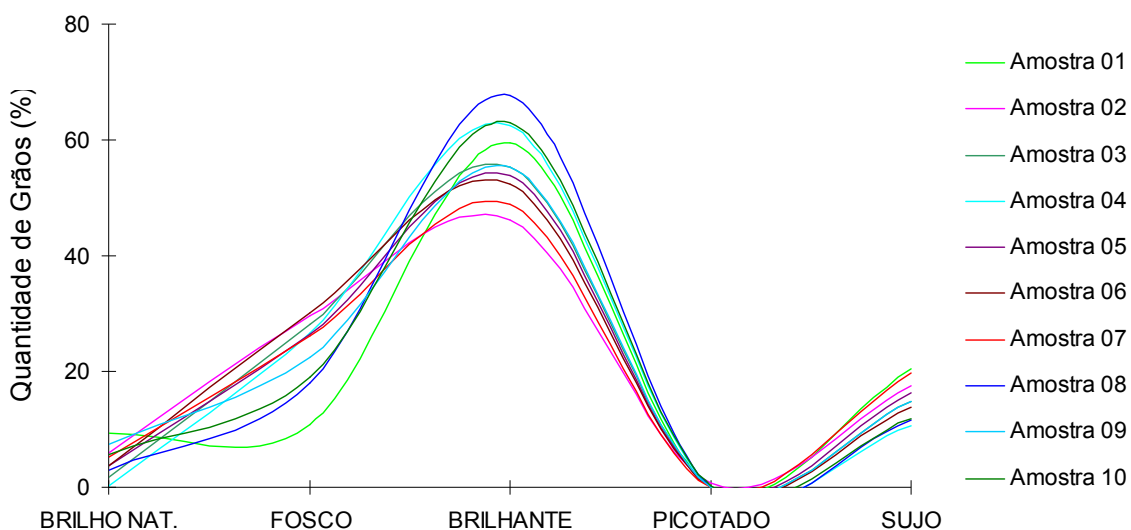


Figura 28 - Aspecto superficial dos grãos referentes à classe granulométrica de 0,5 ϕ (fi) de todas as amostras analisadas.

5.5 TEOR DE CARBONATO

Constatou-se um baixo teor de carbonato nas amostras (Tabela 4), ficando a maior parte delas abaixo de 1%. Apenas as amostras 03, 06, 09 e 10 apresentaram percentual de carbonato superior a 1%, sendo a amostra do ponto 03 constituída de 2,18%, ponto 06 de 1,20%, ponto 09 de 2,53% e do ponto 10 de 1,75% de carbonatos.

Tabela 04 – Teor de carbonato

Amostras	Antes da Queima			Depois da Queima		
	Peso do béquer (g)	Peso da amostra c/ béquer (g)	Peso da amostra (g)	Peso da amostra c/ béquer (g)	Quant. Carbonato (g)	Quant. Carbonato (%)
1	–	–	–	–	–	–
2	125,75	143,67	17,92	143,60	0,07	0,391
3	119,65	137,92	18,27	137,52	0,40	2,189
4	122,36	142,27	19,91	142,19	0,08	0,402
5	112,42	132,14	19,72	132,11	0,03	0,152
6	117,27	134,66	17,39	134,45	0,21	1,208
7	114,69	132,37	17,68	132,26	0,11	0,622
8	118,96	137,66	18,70	137,63	0,03	0,160
9	120,04	136,99	16,95	136,56	0,43	2,537
10	128,32	147,74	19,42	147,40	0,34	1,751

5.6 MINERAL PESADO

Os resultados obtidos com a separação de mineral pesado (Tabela 05) mostraram a presença destes apenas nas amostras do ponto 01 (médio curso do rio) e do ponto 02 (baixo curso do rio) e, sendo 1,06% e 0,12% respectivamente. As demais amostras não apresentaram nenhum percentual de mineral pesado.

Tabela 5 – Teor de mineral pesado

Amostras	Peso da Amostra (g)	Peso do Filtro (g)	Peso do Filtro c/ Mineral Pesado	Teor de Mineral Pesado (%)
1	13,156	0,481	0,621	1,064
2	9,687	0,533	0,545	0,124
3	12,084	0,490	0,490	0,000
4	13,120	0,486	0,486	0,000
5	12,842	0,494	0,494	0,000
6	11,883	0,467	0,467	0,000
7	9,970	0,524	0,524	0,000
8	10,213	0,494	0,494	0,000
9	9,383	0,517	0,517	0,000
10	10,539	0,490	0,490	0,000

6 DISCUSSÃO

O cordão litorâneo associado à foz do rio Jucu, de acordo com a análise das fotos aéreas históricas do local, vêm apresentando nas últimas décadas uma tendência significativa de redução na sua largura, chegando a atingir em alguns pontos aproximadamente 30 metros.

Para melhor avaliar este resultado foram inicialmente analisadas as séries temporais da vazão média anual do rio que indicaram uma tendência gradativa, porém muito sensível de diminuição desta no período estudado. Além disso, esta apresentou uma variação significativa ao longo dos anos não coincidindo diretamente com as alterações morfológicas do cordão. Pois, nos mesmos períodos em que o cordão litorâneo indicou uma tendência significativa de redução na sua largura, entre os anos de 1978 a 1986 e de 1986 a 1998, foram registrados desde os mais altos aos mais baixos índices da vazão média anual para todo o período estudado.

Ao realizar uma análise mais detalhada levando em consideração apenas os dados da vazão média referente ao ano anterior de registro de cada foto aérea, visto que a maior parte delas foi fotografada entre os meses de maio e junho, foi possível identificar também uma variação significativa da mesma não coincidindo com as alterações morfológicas observadas no cordão.

Contudo, ao efetuar a média da vazão dos meses que antecedem o registro de cada foto aérea e levando em consideração que a foto de 1998 foi tirada também entre os meses de maio e junho visto que não se tem este dado, nota-se uma tendência de redução desta entre os anos de 1978 a 1986 e de 1986 a 1998, período em que foram registradas a redução mais expressiva na largura do cordão. Porém, entre 1998 a 2007 esta média eleva-se consideravelmente ao mesmo tempo em que o cordão litorâneo indica tendência de estabilidade.

No entanto, é importante atentar para o fato de que a relação existente entre a vazão do rio e a variação morfológica do cordão pode não estar necessariamente ou somente associada ao valor da descarga fluvial e da quantidade de sedimentos trazidos pelo rio, mas pode também estar relacionada ao local e a forma em que os sedimentos estão sendo depositados. Pois de acordo com o modo e o local de

deposição, por exemplo, na frente da desembocadura, estes podem alterar o padrão de movimentação das ondas e correntes, impedindo que parte dos sedimentos trazidos por elas ou depositados pelo rio seja distribuída ao longo do cordão, ou até mesmo promovendo um padrão erosivo ao longo do mesmo.

Frihy e Lotfy (1994) encontraram resultado semelhante no estudo da desembocadura do Rosetta Nile, uns dos maiores tributários do Nilo. Esta apresentou nas últimas décadas (1955 a 1991) taxas de retrogradação da linha da costa na ordem de 53 a 58 m/ano e segundo os autores está relacionada a um conjunto de fatores como: a redução da descarga do Nilo e da carga sedimentar na entrada do rio Rosetta devido à construção de barragens e represas no rio Nilo; a uma natural redução das inundações do Nilo devido a variações climáticas e a ação das ondas e correntes transportando sedimentos ao longo da costa, o que resulta em uma reorientação da mesma, erodindo algumas praias e crescendo outras.

Além da análise das fotos aéreas e séries históricas da vazão do rio, outro procedimento utilizado para auxiliar a interpretação da constituição e variação morfológica do cordão litorâneo compreende a análise sedimentológica.

O parâmetro tamanho médio dos grãos permitiu, por exemplo, identificar que mais de 70% das amostras coletadas ao longo da praia são constituídas por areias mais grossas que as coletadas no rio. Além disso, todas as amostras coletadas foram classificadas como grossas ou muito grossas, não sendo observadas em sua composição quantidades significativas de areias médias ou finas comprovando maior contribuição fluvial. Este fato torna evidente que o aporte de sedimentos do rio para a formação do cordão litorâneo é pouco significativa para o período estudado.

O grau de selecionamento, por sua vez, indicou que os sedimentos fluviais tornam-se mais bem selecionados à medida que se aproximam da foz ao mesmo tempo em que a granulometria diminui. Já os sedimentos praias, além de apresentarem em geral granulometria maior que as do rio, parecem indicar uma tendência a um grau ainda maior de selecionamento à medida que se distanciam da desembocadura.

Tais resultados sugerem que os sedimentos fluviais devido à queda progressiva da competência do rio em direção a foz, estejam depositando as partículas mais

grossas ao longo do canal, o que permite um maior selecionamento dos grãos em direção a foz. Enquanto o maior selecionamento dos sedimentos da praia mais distantes da foz pode ser atribuído à intensidade das ondas e correntes costeiras. Pois, de acordo Mendes (1984) ambientes onde há significativa ação das ondas e correntes são, em geral, caracterizados por depósitos mais grossos e bem selecionados, sendo a classificação dos índices de energia uma das bases para a interpretação das condições de sedimentação.

O resultado acima descrito pode ser melhor avaliado com base no estudo de Folk e Ward (1957) sobre a barra do Brazos River, que possui um menor selecionamento do que as praias arenosas do Texas. Segundo os autores este fato se deve a diferença no modo de deposição destes dois ambientes. Pois em ambientes fluviais os sedimentos depositados são rapidamente enterrados não sendo possível o retrabalhamento destes. Já em praias arenosas a contínua movimentação das ondas e correntes, permite um contínuo retrabalhamento dos sedimentos o que resulta aparentemente em um melhor selecionamento.

Em relação aos resultados expressos pela assimetria, este indicou que o ambiente estudado apresenta níveis de energia variados, visto que a mesma apresentou-se bem diferente entre os pontos analisados, desde negativa a muito positiva. Assim, não foi observada a princípio nenhuma correlação significativa da assimetria com os demais parâmetros granulométricos avaliados.

Contudo, de acordo com Mendes (1984, p.22) “A assimetria negativa indica que as variações da energia cinética média do ambiente atingiram valores acima do normal, ao passo que a assimetria positiva indica oscilações da energia para valores abaixo do normal”. Desta forma é possível inferir que as amostras 01 (médio curso do rio), 08 e 10 (localizadas nos pontos da praia mais distante da foz) apresentaram os maiores índices de energia do ambiente estudado, enquanto as amostras dos pontos 02 (baixo curso do rio), 05 e 07 (praia adjacente) indicaram índices de energia um pouco acima do normal e as amostras 03 (baixo curso do rio), 06 e 09 (praia adjacente) apresentaram índices de energia para valores abaixo do normal. Tal fato sugere, portanto, que de uma forma geral o ambiente estudado possui índices de energia relativamente altos.

Neste sentido, é possível estabelecer ainda uma relação entre a assimetria e o grau de selecionamento das amostras, visto que nos pontos da praia onde há provavelmente os maiores índices de energia do ambiente estudado há igualmente uma tendência a um maior grau de selecionamento dos sedimentos. Este fato vem corroborar com a afirmação descrita acima de que o maior selecionamento dos sedimentos da praia mais distantes da foz deve-se a maior intensidade das ondas e correntes costeiras.

Quanto à análise morfoscópica esta permitiu identificar que a classe granulométrica de 0 ϕ (fi) apresentou um maior grau de arredondamento dos grãos a partir da foz em direção a praia adjacente, atribuído entre outros ao maior tempo e distância de transporte a que estes estão submetidos. Enquanto a maioria das amostras da classe granulométrica de 0,5 ϕ (fi) (que possuem grãos mais finos) apresentou predomínio de grãos com características angulares, provavelmente devido à forma original dos grãos que as geraram. Pois, segundo Mendes (1984, p. 21) “Existe uma íntima correlação entre o arredondamento e o tamanho dos grãos, sendo que o arredondamento das areias grosseiras é superior ao das finas quando submetidas ao mesmo grau de retrabalhamento”.

Em relação ao teor de carbonato encontrado nas amostras da praia este foi considerado bastante baixo, o que poderia sugerir pouca contribuição marinha na constituição do cordão litorâneo. Entretanto, de acordo com os resultados já analisados é mais cabível atribuir este fato a não existência de uma fonte significativa de abastecimento deste material próximo à área de estudo, ou ainda, ao fato deste local ser composto predominantemente por grãos de quartzo. Pois segundo Tanner (1995) a abrasão dos sedimentos bioclásticos é acelerada quando estes são depositados com sedimentos quartzosos devido à maior dureza destes, o que pode originar grande quantidade de grãos mais finos. Neste sentido e considerando-se a proposição acima descrita de que a área de estudo possui índices de energia relativamente altos, é possível supor que os sedimentos mais finos não estão conseguindo se depositar ao longo do cordão litorâneo devido à intensidade das ondas e correntes costeiras.

Quanto aos minerais pesados estes não foram identificados nas areias da praia, o contrário do que foi observado nas areias do rio, o que reforça a afirmação de que a

contribuição do aporte de sedimentos do rio para a formação do cordão litorâneo é pouco significativa para o período estudado. Pois, os sedimentos provenientes da ação fluvial em sua maioria não estão sendo redistribuídos ao longo do cordão litorâneo.

Diante de todos os resultados avaliados e discutidos nesta pesquisa, em especial os sedimentológicos, nota-se que a maior parte deles forneceu importantes indícios de que o ambiente estudado sofre significativa influência das ondas e correntes costeiras. Para reforçar esta constatação, é importante ressaltar que a relação entre as alterações morfológicas identificadas no cordão litorâneo e a vazão do rio no período estudado mostrou-se pouco consistente. Assim, sugere-se que a ação fluvial exerceu apenas papel secundário na constituição e variação morfológica do cordão litorâneo associado à foz do rio Jucu.

7 CONCLUSÃO

O cordão litorâneo associado à foz do rio Jucu apresentou nas últimas décadas tendência significativa de redução na sua largura, de até 30 metros em alguns pontos. Ao mesmo tempo a vazão média anual do rio Jucu apresentou variação significativa indicando ligeira tendência de queda, mas não coincidindo exatamente com as alterações morfológicas do cordão.

Assim, constata-se que a redução na largura do cordão litorâneo não está diretamente associada ao valor da descarga líquida e sólida do rio, mas pode estar associada ao local e o modo de deposição dos sedimentos alterando o padrão de movimentação das ondas e correntes costeiras e como consequência influenciando na distribuição ou na deposição de sedimentos ao longo do cordão.

Em relação aos dados sedimentológicos, o parâmetro tamanho médio dos grãos mostrou que a maior parte das areias da praia possui granulometria maior que as do rio, além de não terem sido encontrados minerais pesados nas amostras da praia, indicando que o aporte de sedimentos do rio para a formação do cordão litorâneo é pouco significativo para o período estudado.

Os valores expressos pela assimetria e desvio padrão indicaram significativa correlação, visto que nos pontos da praia onde foram observados os maiores índices de energia do ambiente estudado há igualmente uma tendência a um maior grau de selecionamento dos sedimentos.

Quanto ao baixo teor de carbonatos nas areias da praia, este foi atribuído a não existência de uma fonte significativa de abastecimento deste material próximo a área de estudo ou a acelerada abrasão destes devido à grande quantidade de grãos de quartzo originando grãos mais finos que não conseguem se depositar por causa da intensidade das ondas e correntes costeiras.

Diante dos resultados apresentados constata-se, portanto, que a maior parte deles forneceu indícios de que o ambiente estudado, de forma geral, recebe maior influência das ondas e correntes costeiras, exercendo a ação fluvial para o período estudado papel secundário na constituição e variação morfológica do cordão litorâneo associado à foz do rio Jucu.

8 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Bacias Hidrográficas do Atlântico Sul – Trecho Leste: Sinopse de informações do Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia e Sergipe.** Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/cd4/index.htm>>. Acesso em: 25 agosto 2007.

_____. **Dados Hidrológicos.** Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 05 nov. 2008.

BLOTT, Simon. **GRADISTAT. XLS: A Grain Size Distribution and Statistics Package for the Analysis of Unconsolidated Sediments by Sieving or Laser Granulometer.** Version 4.0. UK: University of London, Department of Geology, 2000.

DALRYMPLE, R.W.; ZAITLIN, B.A.; BOYD, R. **Estuarine Facies Models: Conceptual Basis and Stratigraphic Implications.** Journal of Sedimentary Research, Canada, p. 1130-1146, 29 May 1991.

DIAS, J. A. **A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos.** Faro: Universidade do Algarve, 2004.

DOMINGUEZ, José M. L. **The Coastal Zone of Brazil.** In: DILLENBURG, Sérgio R.; HESP, Patrick A.. Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil. Verlag Berlin Heidelberg: Springer, 2009. Chapter 2. p. 18-51.

FERNANDEZ, Guilherme Borges. **Indicadores Morfológicos para a Origem e Evolução das Barreiras Arenosas Costeiras no Litoral do Estado do Rio de Janeiro.** In: VII SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA. Minas Gerais, 2008.

FOLK, R.L.; WARD, W.C. **Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain Size Parameters.** Journal of Sedimentary Petrology, University of Texas, Austin, Texas, v. 27, n. 1, p. 4-26, 1957.

FRIHY, E. O.; LOTFY, F. M. **Mineralogy and Textures of Beach Sands in Relation to Erosion and Accretion Along the Rosetta Promontory of the Nile Delta, Egypt.** Journal of Coast Research, Alexandria, Egypt, v. 10, n. 3, p. 588-599, 1994.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T.. Delta. In: **Dicionário Geológico-Geomorfológico.** 4. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 185.

HABTEC ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Diagnóstico e Plano Diretor das Bacias Hidrográficas dos Rios Santa Maria da Vitória e Jucu.** Vol. II, 1997. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/docs/planos_diretores/plano10/plano_diretor2.asp>. Acesso em: 20 agosto 2007.

HESP, P. A.; SHORT, A. D. **Barrier Morphodynamics.** In: SHORT, A. D. Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics. England: John Wiley & Sons Ltda, 1999. Capítulo 14, p. 307-333.

INSTITUTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA E FLORESTAL DO ESPÍRITO SANTO (IDAF). **Foto aérea da foz do rio Jucu, Vila Velha, ES, 1978.** 1978. 1 fotografia.

_____. **Foto aérea da foz do rio Jucu, Vila Velha, ES, 1986.** 1986. 1 fotografia.

INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Foto aérea da foz do rio Jucu, Vila Velha, ES, 2007.** 2007. 1 fotografia.

_____. **As águas da bacia do rio Jucu.** 1 banner. Disponível em: <<http://www.meioambiente.es.gov.br/default.asp>>. Acesso em: 5 nov. 2007.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES (IJSN). **Foto aérea da foz do rio Jucu, Vila Velha, ES, 1998.** 1998. 1 fotografia.

LEPSCH, Igor F. Solos do Mundo. In:_____. **Formação e Conservação dos Solos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2002. cap. 6, p. 87-91.

MENDES, J. C. **Elementos de Estratigrafia.** São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1984. p. 14-26.

MUEHE, D. **Geomorfologia Costeira.** In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A, J.T. (org.). Geomorfologia, exercícios, técnicas e aplicações. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. p.197-207.

_____. **Geomorfologia Costeira.** In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A, J.T. (org.). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p.253-301.

PROJETO RADAMBRASIL. **Mapa Geológico.** Folhas SF. 23/24, Rio de Janeiro/ Vitória. Levantamento de Recursos Naturais, Vol. 32, 1983.

_____. **Mapa Geomorfológico.** Folhas SF. 23/24, Rio de Janeiro/ Vitória. Levantamento de Recursos Naturais, Vol. 32, 1983.

SILVA, Cleverson Guisan. et al. **Ambientes de Sedimentação Costeira e Processos Morfodinâmicos Atuantes na Linha de Costa.** In: BATISTA NETO, J. A.; PONZI, V. R. A.; SICHEL, S. E. Introdução à Geologia Marinha. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. Cap. 8, p.175-218.

SOUZA, C. R. G. et al. **Restinga: Conceitos e Empregos do Termo no Brasil e Implicações na Legislação Ambiental.** São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Instituto Geológico, 2008.

SUGUIU, Kenitiro. **Introdução à sedimentologia.** São Paulo: Edgard Blücher, 1973.

_____. **Geologia Sedimentar.** São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

TANNER, W. F. **Environmental Clastic Granulometry**. Tallahassee, Florida: Florida Geological Survey, 1995. Special Publication nº. 40.

TRENHAILE, A. S. **Coastal Dynamics and Landforms**. Oxford: Clarendon Press, 1997.

VALE, Cláudia Câmara. Características do Meio Físico. In:_____. **Séries Geomórficas Costeiras do Estado do Espírito Santo e os Habitats para o Desenvolvimento dos Manguezais: uma visão sistêmica**. 2004. 386 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Programa de Pós-Graduação em Geografia Física - Universidade de São Paulo; Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 2004. cap. 5, p. 165-170.

ZIMBACK, Célia Regina Lopes. **Classificação de Solos**. 2003. Trabalho Acadêmico – Universidade Estadual Paulista; Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2003. Disponível em: <www.fca.unesp.br/intranet/arquivos/Apost.Classif-solos.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2007.

ANEXOS

ANEXO A – Tabela de precipitação anual

(Continua)

PRECIPITAÇÃO ANUAL (mm)													
RIO JUCU - FAZENDA JUCURUABA													
	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1972	134,1	94,9	48,1	147,2	102,7	39,6	78,9	95,6	103,6	45,5	157,3	183,1	1230,6
1973	164,8	101,4	347,1	95,5	37	20,4	27,3	37,8	67,1	153,8	72,3	119,9	1244,4
1974	152,8	68,1	144,8	90,4	114,4	31,4	28,6	11	49	176,8	121,2	182,2	1170,7
1975	143,4	192,2	207,2	55	97,1	74	26,8	21,3	130,2	259,2	80,1	56,1	1342,6
1976	6,3	29,8	123,7	26,5	119,3	5,2	109,9	27,2	109,6	126,2	127,7	278,7	1090,1
1977	168,8	40,5	4,9	113	88	32,5	25,7	7,8	84,8	158,7	192,9	293	1210,6
1978	66,8	200,8	116,7	114,5	81	27,7	268,9	69,5	159,5	172,8	153,6	156	1587,8
1979	409,8	222,7	209,4	49,3	66,5	7,9	63,2	42,9	35	59	61,9	239,5	1467,1
1980	222,6	82,7	56,2	206,5	60,2	44,3	42	65,2	5,3	67,8	90,6	218,4	1161,8
1981	65	88,5	153,3	103,2	116,6	22,7	34,2	63,9	20,5	129,4	175,4	89,9	1062,6
1982	199,6	52	374,6	96,5	69,7	15,7	33	92,3	65,9	51,2	24,2	106,6	1181,3
1983	312,8	104,7	49,5	152,2	37	39,8	33,3	23,9	264,5	285,2	207,7	368,7	1879,3
1984	143,9	56,5	76,7	102,9	26	10,2	28	84,9	54,7	138,5	145	411,3	1278,6
1985	453,7	32,5	162,6	112,5	25,9	11,6	81,8	40,3	157,1	132,6	181	172,3	1563,9
1986	38,4	74,4	61,9	44	34,4	29,9	82,2	73,5	74,8	50,2	73,4	154	791,1
1987	92,9	42,9	218,8	45,7	24,7	28,5	27,5	7,6	93,6	72,4	311,5	217,5	1183,6
1988	161,8	12,4	74,1	146,8	34,5	55,7	29,2	41,5	84,1	118,1	97,2	134,5	989,9
1989	85,8	31,7	222,4	155,4	72,4	50,2	18,2	82,3	11,3	32,2	232,1	220,3	1214,3
1990	44,5	48,4	0,6	19	58,5	70,6	110	130	15,4	77	138	126	838,0
1991	162,2	158,4	137,9	71,9	104,3	2,8	10,8	12	1,8	9,3	15,7	115,4	802,5
1992	286,6	48,1	3,1	85,9	14,6	53,3	149,9	157,9	125,1	128,3	228,4	143,4	1424,6
1993	142,1	3,8	85,6	87,7	80,9	68,7	24,7	41,4	13,3	24,1	48,5	164,6	785,4
1994	243	27	256,5	130,3	187,2	0	58	15	39,7	46,7	42	78	1123,4
1995	30,9	67	44,9	61,2	60,7	6,2	65,5	63,5	48,5	133	243	236,6	1061,0
1996	95	40	134	97	40,5	57,5	17,7	29,3	100,2	148,7	399,7	140,4	1300,0
1997	139,3	36,5	251,6	59,5	37,3	4,9	4,4	14,8	73,4	108,3	215,5	263,4	1208,9
1998	114,6	146,9	61	31,5	19,3	24,2	6,8	89,7	52,9	134,3	231,4	57	969,6
1999	65,3	14,1	109,5	122,6	19,8	153	75	55,6	51,5	153,7	290,9	234,7	1345,7
2000	151,4	197,3	95,1	197,3	103,9	58,5	14,3	35	105,4	26,1	324,3	283,8	1592,4

2001	98	97,9	45,1	17,9	70,9	56,9	41,5	61	101,7	187,6	384,5	189	1352,0
2002	124,5	171	35,7	75	51,2	64,7	64	102,6	153,5	29,8	76,3	159,3	1107,6
2003	191,6	13,3	30,2	135,9	99	2,6	41,4	18,8	22,9	64,6	47,4	283,1	950,8
2004	312,1	135,6	323,3	115,7	72,6	72,4	119,2	79,9	34,4	101,6	146,1	384,2	1897,1
2005	116,8	269,8	268,2	23,5	215,8	265,5	92,1	15,2	114,4	27,7	276,1	262,9	1948,0
2006	47,9	29,9	282,2	110,4	4	89,7	69,6	46	60,1	92,7	274,8	338,8	1446,1
2007	243,1	92,2	29,4	71,5	11,8	30,6	6,4	31,5	93,6	63	123,7	122,5	919,3
2008	140	363,3	94,2	72	62,2	59,5	18	14,8	14,1	150,9	663,8	182,5	1835,3
Média Mensal	156,01	94,30	133,52	93,05	68,16	45,65	54,81	51,42	75,47	106,41	180,41	199,12	

Fonte: Agência Nacional de Águas (acesso em 05 nov. 2008).

ANEXO B – Tabela de distribuição granulométrica das amostras coletadas

Tabela - Distribuição Granulométrica (%)

ϕ (fi)	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	Ponto 05	Ponto 06	Ponto 07	Ponto 08	Ponto 09	Ponto 10
-2,00	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36
-1,50	3,23	0,19	0,00	0,58	0,77	0,00	0,19	0,00	0,00	0,17
-1,00	9,88	0,18	0,06	3,65	6,39	0,36	3,53	0,69	0,00	1,37
-0,50	15,82	2,31	0,82	22,22	27,63	2,49	41,19	10,99	0,96	13,04
0,00	15,54	5,65	6,20	36,77	38,24	12,20	48,36	35,23	4,54	34,92
0,50	25,57	24,85	43,48	29,46	25,08	41,44	6,52	50,62	37,03	46,35
1,00	18,78	35,99	27,57	1,84	1,33	23,19	0,16	1,77	30,86	3,46
1,50	8,52	20,44	10,49	0,43	0,09	9,59	0,02	0,23	11,40	0,22
2,00	1,83	6,75	4,68	0,77	0,08	5,33	0,01	0,13	4,98	0,03
2,50	0,20	2,36	4,21	2,04	0,13	3,11	0,01	0,12	5,00	0,02
3,00	0,04	0,76	1,87	1,64	0,10	1,66	0,02	0,12	2,95	0,01
3,50	0,01	0,34	0,57	0,53	0,04	0,52	0,04	0,06	0,89	0,03
4,00	0,01	0,13	0,09	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00
Fundo	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ANEXO C – Tabela dos valores da assimetria e sua classificação

Amostras	Assimetria	*Classificação
01	-0,127	Assimetria negativa
02	0,054	Aproximadamente simétrica
03	0,396	Assimetria muito positiva
04	0,158	Assimetria positiva
05	-0,063	Aproximadamente simétrica
06	0,331	Assimetria muito positiva
07	-0,039	Aproximadamente simétrica
08	-0,232	Assimetria negativa
09	0,358	Assimetria muito positiva
10	-0,213	Assimetria negativa

*Classificação de Folk e Ward, 1957

