

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOLOS E QUALIDADE DE
ECOSSISTEMAS

**CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS, PEDOLÓGICAS E
AMBIENTAIS DE LAVRAS DE AREIA NO RECÔNCAVO BAIANO**

LUDIMILA DE OLIVEIRA DE AMORIM

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
AGOSTO – 2015**

**CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS, PEDOLÓGICAS E
AMBIENTAIS DE LAVRAS DE AREIA NO RECÔNCAVO
BAIANO.**

LUDIMILA DE OLIVEIRA DE AMORIM

Licenciada em Geografia

Universidade do Estado da Bahia – UNEB

Santo Antônio de Jesus, 2012

Dissertação submetida ao Colegiado de
Curso do Programa de Pós-Graduação em
Solos e Qualidade de Ecossistemas da
Universidade Federal do Recôncavo da
Bahia, como requisito parcial para
obtenção do Grau de Mestre em Solos e
Qualidade de Ecossistemas.

ORIENTADOR: PROF. DR. THOMAS VINCENT GLOAGUEN

UFRB-CETEC

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
MESTRADO EM SOLOS E QUALIDADE DE ECOSSISTEMAS
CRUZ DAS ALMAS – BAHIA – 2015

FICHA CATALOGRÁFICA

A524c

Amorim, Ludimila de Oliveira de.

Características geológicas, pedológicas e ambientais de lavras de areia no Recôncavo Baiano / Ludimila de Oliveira de Amorim. _ Cruz das Almas, BA, 2015.

109f.; il.

Orientador: Thomas Vincent Gloaguen.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

1.Areia – Extração. 2.Areia – Sedimentação e depósitos. 3.Recôncavo (BA) – Avaliação. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 552.517

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOLOS E QUALIDADE DE
ECOSSISTEMAS

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
LUDIMILA DE OLIVEIRA DE AMORIM

Prof. Dr. Thomas Vincent Gloaguen (Orientador)
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Oldair Del'Arco Vinhas Costa
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Francisco Gabriel Santos Silva
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Dissertação homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Solos e
Qualidade de Ecossistemas em _____, conferindo o Grau de
Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas em _____.

DEDICATÓRIA

**Dedico esse trabalho aos meus amados
pais Del e Gal e ao meu irmão Lucas.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela força, coragem e sabedoria que me foi dada para seguir em frente e poder concretizar este trabalho.

Aos meus pais Graça e Del pela força diária, incentivo, carinho e por serem meu porto seguro e base em todos os momentos da minha vida.

Ao meu querido irmão Lucas, minha prima Vanessa e meus tios Caco, São, Tinho e Nata, minha vó Daci, meu vô Doradinho (*in memoriam*) e minha vó Zinha (*in memoriam*) e toda minha família pelo carinho e apoio em todos os momentos.

Meu amor Gabriel, pela compreensão, por estar presente em todos os momentos e fazer parte de minha vida.

Meus amigos queridos Clara, Zé, Ju, Sami, Uity, Lane, Carine e a todos que me apoiaram.

Aos meus amigos e colegas de sala Gorgiana, Terezinha, Joice, Ricardo, Passe, Ringo, Marcos, Paula, Laise, Emilly, Éder, pessoas maravilhosas que tive a oportunidade de conhecer e tornaram os dias mais felizes durante o curso.

Aos técnicos do laboratório e todas as pessoas que de alguma maneira ajudaram para que fosse possível realizar esse trabalho Juliana, Marcus Matias, Hélio, Ailton, Marcela, Maria.

Ao Sr. Val pela pessoa maravilhosa que é, por toda ajuda, apoio, carinho e amizade que foram essenciais para que pudesse seguir em frente.

A Brenner e Samile que foram de fundamental importância para construção deste trabalho, sem os quais a realização do mesmo não seria possível. Obrigada pelo conhecimento compartilhado e todos os momentos divertidos durante as viagens de campo.

A todos os professores do programa pela competência, exigência e ensinamentos.

Em especial ao meu orientador professor Thomas, pela paciência, competência, dedicação e generosidade, pelo exemplo de profissional e por ter agregado conhecimento a minha vida como profissional, tenho certeza que vou colocar em prática.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Projetos de engenharia por município nas 4 ^a e 31 ^a Regiões administrativas.....	22
Figura 1.1- Distância do transporte e forma do grão	30
Figura 1.2- Ocorrência das rochas sedimentares na fase pré-rifte	34
Figura 1.3- Localização da Bacia sedimentar do Recôncavo.	35
Figura 2- Mapa de localização da 4 ^a e 31 ^a regiões administrativas da Bahia .	43
Figura 2.1: Quarteamento da amostra de areia branca em Jaguaripe	46
Figura 2.2- Amostra de areia lavada na lupa	47
Figura 2.3: Forma das partículas	47
Figura 2.4- Procedimentos para determinação do teor de materiais pulverulentos.	48
Figura 2.5 – Procedimentos para análise de carbono total.	50
Figura 3- Mapa de localização das lavras de areia na 4 ^a e 31 ^a regiões administrativas da Bahia.	53
Figura 3.1- Areia lavada, Maragogipe	56
Figura 3.2- Transporte com animal Saubara.....	56
Figura 3.3- Local de extração de areia lavada em Maragogipe.	57
Figura 3.4- Lavra de areia branca, Jaguaripe	57
Figura 3.5- Lavra de areia suja e retroescavadeira utilizada na extração, Salinas das Margaridas.....	58
Figura 3.6 – Mapa geológico da 4 ^a e 31 ^a regiões administrativas da Bahia...	60
Figura 3.7- Mapa pedológico da 4 ^a e 31 ^a regiões administrativas da Bahia ...	61
Figura 3.8 – Extração de areia em Planossolo no município de Santa Terezinha	63
Figura 3.9 – Amostra AS22 na beira da estrada.....	64
Figura 3.10 – Extração de areia em Latossolo no município de Cabaceiras....	66
Figura 3.11 – Ambientes alagados áreas de extração de areia Jaguaripe.....	67
Figura 3.12- Horizonte endurecido localizado abaixo do Horizonte E de Espodossolos do município de Jaguaripe.....	67
Figura 3.13- Perfil do Espodossolo do município de Jaguaripe	68

Figura 3.14 – Mudança do tipo de Formação geológica de acordo com a variação de escala	69
Figura 3.15 - Espodossolo no município de Jaguaripe.....	70
Figura 3.16 - Neossolo Quartzarênico Salinas das Margaridas.	70
Figura 3.17 - Barragem Pedra do Cavalo e local de extração de areia	71
Figura 3.18 - Ambientes de sedimentação nos municípios de Cachoeira e Maragogipe (amostras AL1 e AL30).....	72
Figura 3.19 - Distância entre o local da amostra e o Grupo Brotas	73
Figura 3.20 - Aspectos do relevo e da paisagem.....	73
Figura 4 - Composição mineralógica das amostras	74
Figura 4.1 - Teor de quartzo nas areias branca, lavada e suja	75
Figura 4.2 – Aspectos da superfície dos grãos de areia.	76
Figura 4.3 - Brilho dos grãos de areia	77
Figura 4.4 – Grãos de areia translúcidos.	78
Figura 4.5 – Grau de arredondamento dos grãos.....	79
Figura 4.6 - Grau de esfericidade dos grãos.....	79
Figura 4.7 - Teor de materiais pulverulentos de amostras.	81
Figura 4.8 -Curvas granulométricas amostras AB3 a AB5,AB11, AB21, AB28,AB27, AB29.	84
Figura 4.9 - Curvas granulométricas das amostras AB13, AB15 até AB20.	84
Figura 4.10 - Curvas granulométricas das amostras AL1,AL12,AL14 e AL30. .	85
Figura 4.11 – Curvas granulométricas das amostras AS2,AS6 até AS10.	86
Figura 4.12 - Curvas granulométricas das amostras AS22 até AS25.....	86
Figura 4.13 - Curvas granulométricas das amostras AS31 até AS35.	87
Figura 4.14 - Valores de carbono orgânico amostras de areia.	89
Figura 4.15 - Exposição das raízes da árvore após a remoção da camada arenosa	92
Figura 4.16 - Aspecto do terreno conforme o material é retirado.....	92
Figura 4.17 – Acumulo de água em antigo local de exploração.	93
Figura 4.18 – Compactação pela utilização de maquinário pesado.	93

Figura 4.19 - Relação entre origem geológica da areia e os impactos relacionados à “Abertura, Restauração e Manutenção das vias de acesso à área”.	94
Figura 4.20 – Relação entre origem geológica da areia e os impactos relacionados à “Limpeza do Terreno”.	95
Figura 4.21 – Relação entre origem geológica da areia e os impactos relacionados à “Escavação e Remoção do Bem Mineral”	96
Figura 4.22 – Relação entre origem geológica da areia e os impactos relacionados à “Carregamento e transporte do Bem Mineral”.	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção e consumo aparente de areia no Brasil (2011-2013)	19
Tabela 1.1 – Quantidade e valor da produção comercializada na Bahia	21
Tabela 2 - Teste Tukey da variação entre os impactos ambientais nas fases do processo de instalação da lavra de areia.....	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Investimentos do PAC 2 no Estado da Bahia.....	20
Quadro 1.1- Formas de ocorrência de areia e métodos de extração	25
Quadro 1.2- Classificação dos sedimentos clásticos.....	32
Quadro 2 - Série normal e intermediária de peneiras.....	49
Quadro 3 - Localização das lavras na 4ª e 31ª Regiões Administrativas	54
Quadro 3.1 - Aspectos dos locais de extração de areia	55
Quadro 3.2 – Formações geológicas e pedológicas correspondentes as lavras.	59
Quadro 4- Grau de esfericidade e arredondamento	80
Quadro 4.1 – Materiais pulverulentos das amostras de areia.	82
Quadro 4.2– Limites de distribuição granulométrica dos agregados miúdos ...	83
Quadro 4.3 - Classificação do módulo de finura e tipos de areia.....	88

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	16
1.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
1.1 Aspectos da exploração de areia no Cenário Brasileiro e Baiano	18
1.2 Desenvolvimento urbano e crescimento da construção civil: Regiões administrativas de Santo Antônio de Jesus e Cruz das Almas	22
1.3 Exploração e impactos ambientais	23
1.3.1 Areia como agregado para construção civil	23
1.3.2 Características da mineração de areia	24
1.3.2.1 Locais de extração	24
1.3.3 Impactos da mineração no ambiente	26
1.4 Aspectos geológicos e pedológicos de lavras de areias potenciais	28
1.4.1 Sedimentos e Rochas sedimentares	28
1.4.1.1 Intemperismo, diagênese e tipos de rochas sedimentares	28
1.4.1.2 Coberturas Sedimentares do Terciário e Quaternário no Recôncavo ..	33
1.4.2 Areia como constituinte do solo	37
1.4.3 Solos com potencial para produção de areia.....	38
1.4.3.1 Espodossolos.....	39
1.4.3.2 Planossolos	40
1.4.3.3 Neossolos	41
1.4.4 Influência do material geológico e pedológico na qualidade da areia	41
2. MATERIAL E MÉTODOS	43
2.1 Localização geográfica da área de estudo	43
2.2 Identificação das lavras de areia	44
2.2.1 Utilização de imagens de satélites e softwares	44
2.3 Correspondência geológica e pedológica da área de estudo	44
2.4 Avaliação de impactos	45
2.5 Análises laboratoriais da qualidade da areia	45
2.5.1 Coleta e preparo das amostras	45
2.5.2 Apreciação Petrográfica	46

2.5.3 Teor de Materiais pulverulentos	48
2.5.4 Determinação da composição granulométrica dos agregados	50
2.5.5 Carbono Orgânico Total	50
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
3.1 Caracterização das áreas de extração	52
3.1.1 Aspectos dos locais de extração de areia	55
3.1.2 Aspectos geológicos e pedológicos das áreas de extração de areia	58
3.2 Avaliação da qualidade da areia	74
3.2.1. Avaliação mineralógica	74
3.2.2 Análise petrográfica	76
3.2.2.1 Arredondamento e esfericidade	78
3.2.3 Materiais pulverulentos	81
3.2.4 Análise de distribuição granulométrica	83
3.2.5 Avaliação do teor de carbono orgânico	89
3.3 Impactos ambientais	90
3.3.1 Degradação dos Solos em áreas de extração de areia	91
3.3.2 Relação geologia/qualidade/impactos ambientais	94
4.CONCLUSÃO	98
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
APÊNDICE	105

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS, PEDOLÓGICAS E AMBIENTAIS DAS LAVRAS DE AREIA NO RECÔNCAVO BAIANO

Autor: Ludimila de Oliveira de Amorim

Orientador: Prof. Dr. Thomas Vincent Gloaguen

RESUMO: O ambiente geológico do estado da Bahia é bastante diversificado, formado por rochas sedimentares, metamórficas e ígneas, que apresentam características químicas, físicas e idades diferentes. Esta diversidade potencializa a exploração mineral no estado, sendo este um dos setores de grande importância para sua economia. Nesse contexto, nos últimos anos o cenário baiano apresentou uma grande evolução no setor da construção civil, com destaque a extração de areia. Com o crescimento desse setor a demanda por areia tem crescido e aliado a isto o número de lavras. E conseqüentemente os impactos ambientais ocasionados por esta atividade, dentre estes a degradação dos solos. O presente trabalho teve o objetivo de fazer uma avaliação das atividades de extração de areia nas regiões administrativas de Cruz das Almas e Santo Antônio de Jesus, visando identificar as principais lavras das regiões, a relação entre a qualidade da areia e as formações pedológicas e geológicas, e os impactos ocasionados por esta atividade. O método utilizado consistiu na pesquisa de campo, utilização de imagens de satélites, mapas, para caracterização, a aplicação de “*check lists*” de impactos ambientais e coleta de material para as análises laboratoriais. Foram identificadas 35 lavras de areia (branca, suja e lavada), os resultados indicaram que as areais lavadas apresentaram melhor qualidade em relação aos parâmetros avaliados. Os maiores impactos foram observados nas lavras de areia branca e areia suja em função do tamanho das áreas de extração.

Palavras-chave: Extração de areia, Bacias sedimentares, degradação, solos.

GEOLOGICAL, SOIL AND ENVIRONMENT CHARACTERISTICS OF THE SAND CROPS IN RECONCAVO BAIANO

Autor: Ludimila de Oliveira de Amorim

Orientador: Thomas Vincent Gloaguen

ABSTRACT - The geological environment of Bahia is quite diverse, made of sedimentary, metamorphic, and igneous rocks with chemical, physical and different ages. This diversity potentiates the mineral exploration in the state, which is one of the very important sectors for its economy. In this context in the last years, the scene of Bahia showed a great evolution in the building construction sector, highlighting the sand extraction. With the growth of this sector, the demand for sand extraction sites has been grown and allied to this the number of sand crops. And consequently the environmental impacts caused by this activity, among them land degradation. The present study aimed to evaluate the sand extraction activities in the administrative regions of Cruz das Almas e Santo Antonio de Jesus, to identify the main regions of sand crops, the relationships between the sand quality and the pedagogical and geological formations, and the impacts caused by this activity. The method used consisted in field research, the use of satellite images, maps, for the characterization, the application of "check lists" of environmental impacts and collection of material for laboratory analysis. 35 sand mines have been identified (white, dirty and washed), the results indicated that the washed sand had better quality compared to the evaluated parameters. The greatest impacts were observed in the crops of white sand and dirty sand according to the size of the extraction areas.

Keywords: Sand extraction, sedimentary basins, degradation, soil.

INTRODUÇÃO

A extração de insumos minerais não metálicos para construção civil tais como a areia, cumpre um papel importante no desenvolvimento social e econômico das Regiões administrativas de Santo Antônio de Jesus e Cruz das Almas, contribuindo para geração de empregos e movimentando o mercado da construção civil.

Nos últimos anos a demanda de construções tem se intensificado gradativamente nessa região, em função do crescimento das cidades e investimentos do governo, aumentando o contingente populacional e a busca pelo setor imobiliário. Paralelamente ao crescimento das cidades, está a busca por materiais para construção civil, mais especificamente por areia. A areia para construção civil é denominada como agregado miúdo e na forma natural provém de arenitos inconsolidados, aluviões recentes e antigos, depósitos residuais e etc. (GONÇALVES et al, 2008). Assim o número de lavras aumenta nessas regiões, visto que a abundância desse material é grande em todo o território e não existe problemas relacionados a sua escassez.

Todavia, apesar de não existirem problemas em relação a ocorrência de areia na região é de grande preocupação os impactos ambientais inerentes a atividade de mineração, em virtude da existência de muitas lavras clandestinas e, associado a estas, à falta de planejamento quanto ao uso e implantação de projetos de recuperação das áreas degradadas. Neste contexto, os impactos ambientais positivos oriundos desta atividade estão associados a movimentação da economia local e a geração de renda. Do ponto de vista ambiental essa atividade possui grande potencial para degradação do ambiente, principalmente dos solos, em função dos processos envolvidos para exploração de uma lavra, tais como a supressão da vegetação, assoreamento de canais fluviais, alteração geomorfológica do relevo, compactação e principalmente a remoção e revolvimento dos solos.

Os fatos supracitados demonstram a importância do registro das lavras de extração de areia existentes nas Regiões administrativas de Santo Antônio de Jesus e Cruz das Almas, e de estudos que abordem sobre as características ambientais relacionada a essas áreas na região, deste modo, o objetivo do

presente trabalho é realizar uma avaliação das atividades de extração de areia nas regiões administrativas de Cruz das Almas e Santo Antônio de Jesus, por meio do levantamento das principais lavras de areia da região; da identificação da relação entre a quantidade/ qualidade da areia extraída e as formações geológicas e pedológicas locais; a determinação dos impactos ocasionados pela extração de areia e a associação com os aspectos geológicos e pedológicos na região.

1.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Aspectos da exploração de areia no Cenário Brasileiro e Baiano

A extração mineral é um dos setores básicos da economia brasileira e possui relação estreita com o desenvolvimento e ocupação do território nacional desde o período da colonização. Os avanços tecnológicos e a modernização agrícola proporcionaram um aumento significativo da exploração dos recursos minerais, contribuindo para interiorização da economia no país, uma vez que a exploração de uma jazida mineral ocorre “ *in situ* ” o que acaba segundo Carvalho et al.(2010) atraindo investimentos e recursos para região, como transportes, educação e saúde, sendo importante fator na geração de emprego e renda. Ainda segundo o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM) em relação à economia mineral

A Indústria Mineral Brasileira registra ao longo da última década crescimento vigoroso graças a fatores como as profundas mudanças socioeconômicas e de infraestrutura que o País tem vivenciado. Esse crescimento é impulsionado pelo processo de urbanização em países emergentes com expressivas áreas territoriais, alta densidade demográfica e alto PIB (Produto Interno Bruto), como os BRICs (Brasil, Rússia, Índia e China), os quais, coincidentemente, são de grande importância para a mineração mundial (IBRAM, 2012).

Nesse contexto, nos últimos anos no Brasil a indústria da construção civil teve um grande crescimento na economia e associado a isto, está a exploração de minerais não-metálicos, dando destaque a extração de areia. Pode-se associar o crescimento da indústria civil no país a grande demanda na construção de empreendimentos imobiliários públicos e privados (destinados ao uso residencial), obras governamentais (projetos como PAC - Programa de Aceleração do Crescimento), eventos esportivos (Copa do Mundo 2014 e Olimpíadas 2016) e também as melhorias nas condições de financiamento (crédito), o que indica que pessoas que antes não possuíam condições de ter

sua própria casa, na atualidade encontram maiores possibilidades de financiamento para a compra ou construção do seu imóvel.

Todos estes fatores citados acima contribuíram para o aumento na demanda por areia para construção civil no país, segundo dados do DNPM – Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (2014) o consumo aparente de bens minerais, é definido a partir da soma dos valores de produção com as importações, deduzidas as exportações, assim constitui-se um dado estimado sobre o que é consumido no país. A Tabela 1 informa as principais estatísticas de produção e consumo aparente de areia para construção civil no Brasil.

Tabela 1 - Produção e consumo aparente de areia no Brasil (2011-2013).

DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	2011	2012	2013
<i>Produção</i>	Areia p/ construção	(t)	346.772.000	368.957.000	377.247.785
<i>Importação</i>	Bens primários	(t)	-	-	-
<i>Exportação</i>	Bens primários	(t)	-	-	-
<i>Consumo aparente</i>	Areia p/ construção	(t)	346.772.000	368.957.000	377.247.785
	Areia fina	(R\$/t)	32,13	30,72	30,37
<i>Preço médio</i>	Areia grossa	(R\$/t)	32,44	32,99	33,49
	Areia média	(R\$/t)	32,19	31,24	32,21

Fonte: DNPM (2014).

É possível perceber o crescente aumento tanto na produção como no consumo aparente de areia para construção civil no Brasil, entre os anos de 2011 a 2013. Segundo o DNPM (2014) todas as unidades federativas do Brasil são produtoras de areia, conforme os dados que são obtidos através dos relatórios anuais de lavras (RLAs).

Em relação as reservas desse mineral, em nível mundial as mesmas são abundantes, visto que a areia na forma natural, advém de processos intempéricos seguidos ou não de outros processos dos ciclos da rocha, como erosão, transporte e deposição, que se estabelecem de maneira constante em todo o planeta (DNPM, 2014). Desta maneira, a sua escassez só ocorre local ou regionalmente, em virtude da demanda alta, o que é típico de grandes aglomerados urbanos e metrópoles. No entanto, em relação ao aproveitamento das reservas existentes, as restrições ambientais à utilização de várzeas e leitos de rios para extração de areia criam vários problemas para as lavras em

operação, em consequência disto, novas áreas de extração estão cada vez mais distantes dos locais de consumo, assim encarecendo o preço final dos produtos (DNPM, 2006).

O cenário baiano nos últimos anos apresentou uma grande evolução no setor da construção civil, e como citado anteriormente, movido pelos mesmos fatores percussores do “boom” da construção civil a nível nacional. Dentre estes fatores, somente o Programa de Aceleração do Crescimento em sua segunda etapa (PAC 2) fez o investimento de cerca de R\$ 96 bilhões (noventa e seis bilhões de reais) no período de 2010 a 2014 e após 2014 (Quadro 1). Sendo de grande valia ressaltar que a maioria destas obras estão em andamento e muitas delas ainda nem foram iniciadas. Desta maneira pode-se compreender que todo esse investimento remete a um aumento no número de construções e consequentemente a grande demanda por recursos minerais para construção civil no estado.

Quadro 1- Investimentos do PAC 2 no Estado da Bahia

Eixo	2011 a 2014 Exclusivo (R\$ milhões)	Pós 2014 Exclusivo (R\$ milhões)	2011 a 2014 Regional (R\$ milhões)*	Pós 2014 Regional (R\$ milhões)*
Transportes	7.957,10	3.010,75	2.736,98	6,00
Energia	15.910,99	32.518,83	3.895,53	7.195,00
Cidade Melhor**	2.654,25	4.975,70	-	-
Comunidade Cidadã	658,72	39,67	-	-
Minha Casa, Minha Vida**	11.198,78	336,90	-	-
Água e Luz para Todos**	3.850,96	745,89	48,91	-
TOTAL	42.230,80	41.627,74	6.681,42	7.201,00

* Empreendimentos que abrangem mais de um estado.
 ** Valores estimados para distribuição 2011 a 2014 e pós 2014.

Fonte: Cartilha Estadual Bahia (2013).

Em relação à quantidade de areia produzida, o último Anuário Mineral Brasileiro do DNPM, evidencia os dados de quantidade e produção comercializada de minerais não-metálicos na Bahia referentes ao ano de 2010 (Tabela 1.1).

Tabela 1.1 – Quantidade e valor da produção comercializada na Bahia.

CLASSE / SUBSTÂNCIA	BRUTA		BENEFICIADA		VALOR Total (R\$)
	Quantidade	Valor (R\$)	Quantidade	Valor (R\$)	
Não-Metálicos		180.970.190		791.852.750	972.822.940
Água Mineral			1.340.403 10 ³ L	126.291.414	126.291.414
Ágatas, Calcedônia, etc..	236 Kg	203.450	-	-	203.450
Areia	14.602.413 t	120.357.124	-	-	120.357.124
Areia Industrial	7.540 t	37.700	-	-	37.700
Argilas Comuns	498.501 t	2.666.688	173.906 t	15.287.477	17.954.165
Argilas Plásticas	79.252 t	360.499	-	-	360.499
Argilas Refratárias	168.046 t	453.460	-	-	453.460
Barita	11.120 t BaSO4	1.774.194	22.888 t BaSO4	8.384.787	10.158.982
Bentonita e Argilas Descorantes	-	-	57.256 t	14.506.953	14.506.953
Calcário (Rochas)	5.197 t	163.048	1.413.804 t	29.811.059	29.974.107
Caulim	15.374 t	46.716	8.743 t	4.638.910	4.685.626
Diatomita	6.886 t	1.379.261	4.351 t	7.506.012	8.885.273
Enxofre	-	-	162.822 t S	11.397.540	11.397.540
Feldspato	1.857 t	145.647	-	-	145.647
Fosfato	38.553 t P2O5	881.551	141.905 t P2O5	14.501.347	15.382.898
Grafita	-	-	11.237 t Graf.	14.814.954	14.814.954
Magnesita	247 t	72.469	1.061.892 t	172.277.344	172.349.814
Quartzito Industrial	756 t	55.104	-	-	55.104
Quartzito Ornamental	3.394 m ²	4.016.501	-	-	4.016.501
Quartzo	7.115 t	1.098.015	-	-	1.098.015
Quartzo (Cristal)	180 t	10.800	-	-	10.800
Rochas (Britadas) e Cascalho	96.418 t	1.117.693	10.818.453 t	316.920.284	318.037.976
Rochas Ornamentais - Outras	2.453 t	599.113	-	-	599.113
Rochas Ornamentais (Granito e afins)	109.893 t	21.733.388	-	-	21.733.388
Rochas Ornamentais (Mármore e afins)	17.032 t	2.252.077	-	-	2.252.077
Saibro	153.343 t	831.904	-	-	831.904
Salgema	710.294 t	20.675.318	-	-	20.675.318
Talco	172 t	38.469	68.318 t	55.467.654	55.506.123
Vermiculita e Perlita	-	-	786 t	47.006	47.006

Fonte: DNPM (2010).

Como pode ser observado na tabela, a quantidade de areia (14.602.403 t) que é produzida anualmente, é a maior entre todos os outros minerais não-metálicos produzidos na Bahia, sendo este valor um indicativo da grande demanda existente por esse material. Ainda nesse contexto, é preciso que se compreenda que essa quantidade pode ser bem maior, em detrimento da existência de um grande número de lavras sem registro no órgão fiscalizador.

1.2 Desenvolvimento urbano e crescimento da construção civil: Regiões administrativas de Santo Antônio de Jesus e Cruz das Almas

Os municípios pertencentes a região de Santo Antônio de Jesus e Cruz das Almas nos últimos anos (2010 – 2014) receberam bastante investimentos, um total de 87 (oitenta e sete) projetos de engenharia, envolvendo as áreas de habitação, construção de praças, saúde, quadras esportivas, saneamento, energia, drenagem e distribuição de luz e água, todos financiados pelo PAC II (7º Balanço, PAC II). A Figura 1 ilustra a quantidade de projetos por município nessa região.



Figura 1- Projetos de engenharia por município nas 4ª e 31ª Regiões administrativas. Fonte: 7º Balanço PAC 2, 2013.

Além de investimentos do PAC 2, essas cidades nos últimos anos receberam investimentos do Governo Federal em projetos de ampliação e interiorização das Universidades (REUNI). Ainda no que concerne a investimentos nessa região, deve-se destacar a implantação do Estaleiro Paraguaçu em Maragogipe, que é considerado um dos maiores investimentos privados da Bahia, com valores na ordem de R\$ 2,6 bilhões (ODEBRECH, 2015). Portanto, é notório que todos esses investimentos e o desenvolvimento urbano das cidades contribuíram/contribuem para o crescimento da indústria civil, o que

por sua vez aumenta a demanda por agregados para construção, dentre eles principalmente o consumo de areia.

1.3 EXPLORAÇÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS

1.3.1 Areia como agregado para construção civil

Agregados para construção civil é o termo utilizado no Brasil para identificar o segmento do setor mineral que produz matéria-prima mineral para emprego na construção civil. Dentro dessa denominação estão as substâncias minerais areia, cascalho e rocha britada que entram em misturas para produzir asfalto e argamassa, ou são utilizados *in natura* em base de pavimentos (QUARESMA, 2009)

A areia recebe grande destaque dentre os agregados para construção civil, visto que a demanda pelo seu consumo é muito grande. Conforme respalda QUARESMA (2009) em volume, o concreto é o segundo material mais consumido pela humanidade, ficando atrás somente da água. E dentre os materiais constituintes do concreto, a brita representa 42%, a areia 40%, o cimento 10%, a água 7% e os aditivos químicos 1%, por metro cúbico. Logo, pode-se perceber o quanto a areia é um elemento fundamental em qualquer construção; ela é usada em várias partes, desde as fundações até as coberturas passando pela estrutura, vedações e acabamentos. Para cada finalidade deve ser escolhido um tipo, variando a pureza, a origem e a granulometria do material.

No que tange a classificação, a origem dos agregados pode ser dividida em naturais, artificiais e recicláveis. Segundo a NBR 9935 (2011) os agregados naturais podem ser definidos como material pétreo e granular que podem ser utilizados tal e qual encontrado na natureza, podendo ser submetido à lavagem, classificação ou britagem. Ou seja, deste modo são os materiais encontrados particularizados na natureza (cascalho, arenoso, areia e argila, dentre outros)

sendo somente submetidos a processos para atender a condição adequada para seu emprego na construção civil.

Os agregados naturais podem ser divididos de acordo com a sua composição granulométrica em agregados graúdos e agregados miúdos, com base na classificação da NBR 7211 (2009). Sendo os agregados miúdos de acordo com a mesma, as areias naturais ou resultantes de britagem, cujos grãos passem pela peneira de 4,75 mm e fiquem retidos na peneira de 0,75 mm (ABNT).

As características eminentes ao grão de areia são de total importância para o seu emprego na construção civil. O tipo de formação da areia, ou seja, o material de origem seja este (metamórfico, sedimentar ou ígneo) pode influenciar em propriedades como a reatividade, resistência e dureza da construção (DNPM,2009). A seleção dos grãos (grossos a finos), o local de sedimentação (teor de sais, materiais finos e matéria orgânica), o tipo de transporte e a distância percorrida (duração) vão interferir na forma dos grãos de areia (arredondamento, esfericidade e textura) e, conseqüentemente, no seu emprego na construção civil.

Desta maneira, é possível perceber que todos os processos que culminaram na formação da areia vão ser determinantes também para sua escolha como agregado miúdo. Uma vez que as diferentes características podem interferir na qualidade e trabalhabilidade da massa, concreto ou argamassa que são utilizados na construção (CRPM, 2008).

1.3.2 Características da mineração de areia

1.3.2.1 Locais de extração

A origem dos locais de ocorrência da areia, decorre dos processos geológicos ocorridos ao longo do tempo. Logo, a extração de areia pode ser realizada em áreas de sedimentos (cursos d'água) ou em terra firme (ao longo de horizontes superficiais do solo). Conforme respalda o DNPM (2009) a areia é extraída em cursos d'água, depósitos naturais de arenitos inconsolidados, aluviões antigos ou recentes, depósitos residuais e em locais de intemperismo

de rochas ricas em quartzo, comuns nas zonas de chapada. Ainda segundo Quaresma (2009) no Brasil 70% das areias são produzidas em leito de rio e 30% nas áreas de várzeas.

Segundo Quaresma (2009) a extração de areia pode ocupar grande áreas quando feita fora dos cursos d'água, pois normalmente o depósito sedimentar não é espesso. Característica essa que vai depender do tipo de solo e os processos pedogenéticos eminentes a ele, ou ausência deles. Então, ocorre que como geralmente a demanda é grande, o local vai se expandindo rapidamente e os impactos visuais são logo percebidos. Os métodos de extração de areia vão variar em função da sua forma de ocorrência, além das características intrínsecas ao depósito e a região (Quadro 1.1).

Quadro 1.1- Formas de ocorrência de areia e métodos de extração.

FORMAS DE OCORRÊNCIA DA AREIA	MÉTODOS DE EXTRAÇÃO
Não coesa, leitos de rios atuais, planícies e terraços aluviais	Dragagem e/ou manual
Consolidadas, na forma de arenitos ou quartzitos, formando platôs com escarpas	Desmonte mecânico e/ou manual

Fonte: DNPM (2009)

Conforme ilustra a figura os métodos mais utilizados são o desmonte mecânico, a dragagem e o método manual. Pode-se observar que ambas as formas de ocorrência apresentam possibilidade de extração manual, isso ocorre em detrimento do tipo de empreendimento minerário, ou seja, em muitos casos como o local onde há ocorrência não é uma propriedade particular e não é um depósito com quantidades expressivas de areia, as populações vizinhas retiram a areia conforme a sua necessidade, principalmente em leitos de rio e beira de estrada.

No que concerne a cada um desses métodos, os mesmos podem ser caracterizados da seguinte maneira: A dragagem consiste na utilização de dragas que trabalham nos leitos dos rios, onde a lavra é preferencialmente executada contracorrente. Sendo a grande vantagem desse método, a

realização de vários processos de uma só vez, a draga desmonta, carrega, transporta e beneficia o material em uma única operação (QUARESMA, 2009).

O desmonte mecânico consiste na escavação mecânica direta do minério, com auxílio de máquinas escavadoras e carregamento em caminhões basculantes que fazem o transporte do material (QUARESMA, 2009). Sendo este recomendado para locais secos e com boa sustentação para equipamentos pesados.

A extração manual, consiste na utilização de ferramentas tais como pás e enxadas, que auxiliam na retirada do material. Neste caso é comum a utilização de animais que auxiliam no transporte, principalmente, da areia do leito do rio.

1.3.3 Impactos da mineração no ambiente

Entende-se por mineração o processo e/ou atividades industriais cujo objetivo é a extração de substâncias minerais. Esta atividade possui uma importância significativa para a sociedade, pois nenhuma civilização pode se desenvolver sem uso dos bens minerais, principalmente, quando se pensa em qualidade de vida, uma vez que as necessidades básicas do ser humano são alimentação, moradia e vestuário, e são atendidas essencialmente por esses recursos (TOBIAS *apud* BRANDT, 1998).

Segundo Annibelli (2009), é notório que a atividade de mineração, em geral, independente da substância mineirada, gera impactos, tanto de ordem ambiental, quanto social e econômico. Segundo CONAMA (1986) o impacto ambiental é qualquer alteração no sistema físico, químico, biológico do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetam a saúde, segurança e o bem-estar da população; atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

Desta maneira pode-se perceber que o impacto ambiental refere-se aos efeitos da ação humana sobre o ambiente. Nesse contexto a extração de areia é caracterizada por uma atividade impactante, sendo válido destacar que os impactos gerados por esta atividade são negativos e positivos, todavia os impactos negativos acabam sendo bem mais abrangentes.

Os principais impactos socioeconômicos positivos oriundos da extração de areia são na maioria dos casos, a geração de empregos diretos e indiretos, a geração de renda e o aquecimento da economia local. Em relação aos impactos ambientais a literatura é vasta e relata diversos impactos ocasionados por esta atividade, tais como a remoção da camada fértil do solo e da vegetação, destruição da fauna e flora, poluição da água e dos solos pelo uso inadequado de combustíveis fósseis, alteração da estrutura e compactação do solo, diminuição da aeração, perda de matéria orgânica e consequente diminuição da fertilidade do solo, extinção e escassez de fontes de jazidas, infiltração e consequente formações de lagos artificiais, erosão, depreciação da qualidade do ar, reconfiguração das superfícies topográficas, aumento da turbidez da água e danos a microbiota do solo, aumento de ruídos e propagações de vibrações no solo, entre outros (REIS et al. , 2006; TOBIAS et al. , 2010; ROTH e GARCIAS, 2009).

A atividade de extração de areia tem proporcionado aumento significativo de terras degradadas, pois a atividade é exercida com falta de conhecimento de práticas conservacionistas e a ausência de planejamento são fatores que contribuem para esse cenário, causando desequilíbrio no ecossistema (KOPEZINSKI, 2000).

Segundo a Constituição Federal (1981) a alteração adversa das características do meio ambiente e qualquer modificação não favorável ao mesmo passam a ser consideradas degradação. A atividade antrópica, ao modificar o meio ambiente é consumidora dos estoques naturais, o que, em bases insustentáveis, traz como consequência a degradação dos sistemas físico-biológico e social (PHILLIPI, 2005). Desta maneira, tratando-se do solo um recurso natural, sua degradação consiste na alteração de suas características e funcionamento natural dentro de um ecossistema.

Para que se inicie a exploração de areia em uma determinada área, toda a vegetação é retirada, bem como a camada fértil do solo, o que ocorre nas áreas utilizadas para o beneficiamento da areia. A remoção da vegetação contribui para aumento dos processos erosivos, causando o esgotamento e desaparecimento das camadas superficiais do solo, a degeneração dos ecossistemas produtivos. A remoção das camadas arenosas do solo, expõem

camadas argilosas cimentadas ou endurecidas, impossibilitando a utilização do solo para fins de suporte a vegetação, diminuindo ou impedindo a infiltração de água, aumentando o escoamento e agravando os processos erosivos, além de dificultar o processo de recuperação da área após a exploração mineral.

Segundo Brady (1989), a remoção da vegetação acelera a erosão e as perdas por escoamento, ocasionando redução da produtividade do solo, portanto a vegetação é muito importante para conservação e qualidade do solo.

Segundo Reinert (1998), a recuperação de um solo degradado requer um melhoramento da sua qualidade para adquirir novamente as condições originais. No entanto, o melhoramento de um solo degradado significa garantir sua funcionalidade, e não necessariamente requer a recuperação das suas características originais, mas necessita da manutenção e planejamento das ações desenvolvidas, a fim de viabilizar o seu funcionamento normal no ecossistema.

1.4 ASPECTOS GEOLÓGICOS E PEDOLÓGICOS DE LAVRAS DE AREIAS POTENCIAIS

O local de ocorrência das lavras de areia está comumente associado a diferentes tipos de formações geológicas em consequência da atuação de fatores externos e internos do relevo associado também a diferentes tipos de solo, desta maneira podendo estar localizadas sobre três tipos de formações distintas: os sedimentos ou rochas sedimentares pouco coesas, as rochas ígneo-metamórficas quartzosas intemperizadas e os solos que apresentam textura arenosa.

1.4.1 Sedimentos e Rochas sedimentares

1.4.1.1 Intemperismo, diagênese e tipos de rochas sedimentares

Os processos que culminam na formação dos sedimentos e rochas sedimentares, são resultantes da interdependência dinâmica entre os agentes internos e externos do relevo, que atuam continuamente para manutenção da

atual configuração da superfície terrestre. Nesse contexto, temos como ponto de partida o processo de intemperismo, que pode ser definido como conjunto de modificações de ordem física (desagregação mecânica-termal) e química (reações químicas) que as rochas sofrem ao aflorar na superfície da Terra ao interagir com a atmosfera, hidrosfera e biosfera (TEIXEIRA et al., 2008).

Os processos intempéricos possuem maior ou menor atuação sobre a crosta terrestre, variando de acordo com algumas características, tais como; a própria composição química da rocha, que apresenta resistência à abrasão, pressão e compressão; a topografia, que fornece gravidade, podendo também por vezes alterar condições de microclima de uma determinada área; o próprio clima que é resultante das variações de temperatura, umidade, regime de ventos, evaporação, insolação e latitude; e o tempo geológico, que é um relevante fator que a natureza dispõe, para realização de seu constante modelamento da crosta terrestre (CAPUTO, 1990). É possível concluir desta maneira, que a atuação desses processos, desagrega e decompõe a rocha matriz, formando frações grosseiras e mais finas, considerados como produtos do intemperismo, sujeitos posteriormente ao ciclo dos processos supérgenos (erosão, transporte e sedimentação). O principal agente da erosão é a gravidade, que é responsável pelo transporte das partículas nas encostas e também através da água ou gelo que atuam na condução desse material (CAPUTO, 1990). O poder de seleção do agente transportador se inicia, quando o mesmo perde energia para transportar determinado tamanho de grão, sendo deste modo forçado a depositá-lo. É importante ressaltar que o transporte, influencia na forma das partículas;

Enquanto as correntes de vento ou água estão transportando as partículas, o intemperismo físico continua. Seus processos afetam as partículas de dois jeitos: reduzindo o tamanho delas e arredondando os fragmentos originalmente angulosos. A medida que vão sendo transportadas as partículas tombam-se ou chocam-se umas com as outras ou friccionam-se contra o substrato rochoso. Os seixos ou grãos maiores que colidem energeticamente podem quebrar-se em dois ou mais pedaços menores. A abrasão causada pelo substrato rochoso associada aos impactos entre os grãos, também arredonda as partículas, desgastando e suavizando as arestas e pontas (PRESS et al., 2006).

Além do tipo de transporte, outro fator de grande influência em relação à forma das partículas é a distância, pois é possível compreender que quanto maior a distância percorrida pelas partículas, maior é o tempo em que as mesmas estarão sujeitas a colisão ou atrito uma com as outras (Figura 1.1).

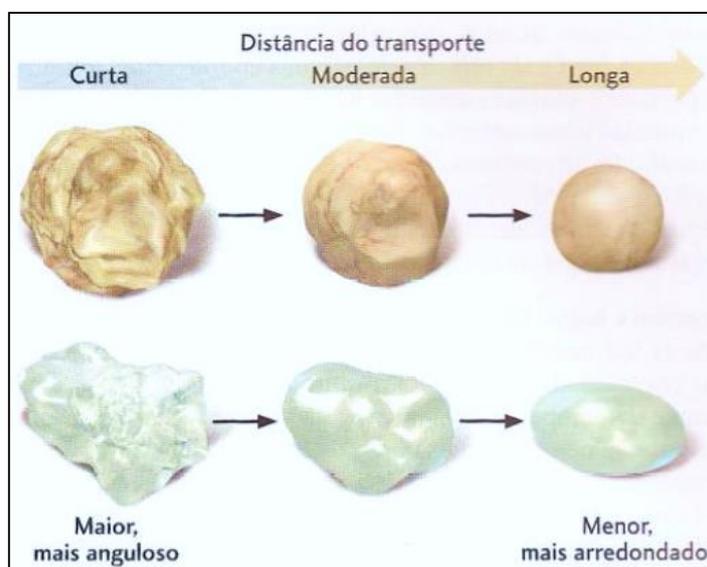


Figura 1.1 – Distância do transporte e forma do grão. Fonte: PRESS, 2006.

Assim, os fragmentos da rocha vão sendo transportados pelos variados tipos de agentes erosivos (água pluviais, fluviais, ventos, gravidade, substâncias dissolvidas e precipitadas no mar e oceanos) que ao perder a energia, são depositados e acumulados nas regiões de topografia mais baixa, como bacias, vales e depressões, onde formam os sedimentos (CHIOSSI, 1975).

Segundo Teixeira et al. (2008) sedimento pode ser conceituado como tudo que se deposita, com transporte prévio químico ou mecânico, fora ou dentro da bacia, por vias físicas, químicas, biológicas ou bioquímicas. Ele é classificado como alóctone, o que significa que veio de lugar diferente daquele onde se deposita, ou seja, sofreu transporte mecânico, ou autóctone, indicando que se formou exatamente onde se encontra (in situ) possuindo origem química ou biológica.

Após a sua deposição, os sedimentos passam por diversas transformações em detrimento das novas condições de ambiente, onde ocorrem mudanças das características físicas, tais como pressão e temperatura, e químicas, como variação do pH e pressão da água, todas num processo denominado como

diagênese (TEIXEIRA et al.,2008). Os sedimentos recém-formados, não possuem coesão, porém com o passar do tempo novas camadas de sedimento vão se acumulando sobre as camadas antigas, deste modo criando espessas formações de sedimentos que atingem milhares de metros de espessura. O efeito do peso das camadas sobrejacentes, acaba expulsando a água dos poros e interstícios dos sedimentos fazendo com que os mais antigos sofram litificação, se transformando em rochas sedimentares (CAPUTO,1990). A diagênese é caracterizada por um conjunto de processos, dentre os quais deve-se destacar: compactação, dissolução, cimentação e recristalização.

A compactação é o resultado do efeito de dissolução de minerais sob pressão, podendo-se observar o efeito da mudança no empacotamento entre os grãos e o efeito de quebra ou deformação de grãos individuais. A cimentação é a precipitação química de minerais a partir dos íons em solução na água intersticial, originando coesão ao material disperso. A dissolução pode ocorrer sem ou com efeito significativo da pressão de soterramento devido à ação da percolação de soluções após a deposição e afeta a morfologia do contato entre grãos. E a recristalização é modificação da mineralogia e textura cristalina de componentes sedimentares pela ação de soluções intersticiais em condições de soterramento (RIBEIRO,2008).

Os processos diagenéticos produzem mudanças na composição e na estrutura dos sedimentos, transformando os mesmos em diferentes tipos de rochas sedimentares. As rochas sedimentares possuem variações em relação a cor, textura e composição, e a presença de camadas ou estratificações é uma feição comum entre esses tipos de rochas. As estratificações são originadas por camadas paralelas de diferentes tamanhos de grãos ou composição, que indicam sucessivas superfícies deposicionais (PRESS et al., 2006), também compreendidas como superfícies de separação física, que indicam deposição segregativa no tempo e, ou no espaço, delimitando dois ou mais estratos vizinhos (TEIXEIRA et al., 2008).

No que concerne à classificação, as rochas sedimentares são divididas em clásticas, químicas. As rochas sedimentares clásticas constituem a maior parte da massa total de rochas sedimentares da crosta terrestre. Sedimentos e rochas sedimentares clásticas são classificadas pelo tamanho dos grãos (Quadro 1.2).

Quadro 1.2 - Classificação dos sedimentos clásticos.

Tamanho da partícula	Sedimento	Rocha
GROSSO	CASCALHO	
Maior que 256 mm	Matacão	Conglomerado
256-64 mm	Calhau	
64-2 mm	Seixo	
MÉDIO		
2-0,062 mm	AREIA	Arenito
FINO	LAMA	
0,062-0,0039 mm	Silte	Siltito
Menor que 0,0039 mm	Argila	<ul style="list-style-type: none"> { Lamito (fratura em bloco) { Folhelho (quebra ao longo do acamamento) { Argilito

Fonte: PRESS et al. (2006).

Os conglomerados são formados por sedimentos de natureza diversa, composto por partículas mais grossas, com diâmetro maior que 2 milímetros. Justamente por este fator, a partir de seu tamanho é possível saber a velocidade do transporte e informações sobre sua área-fonte. Os seixos, calhaus e matacões, durante o transporte ficam arredondados facilmente, devido a abrasão do transporte na água ou no solo (PRESS et al.,2006).

As areias são partículas de tamanho médio, com diâmetro de 0,062 a 2 milímetros, subdivididas em fina, média e grossa. A forma dos grãos de areia pode ser um indicativo da sua origem, isso ocorre porque os grãos de areia acabam sendo arredondados durante o transporte, portanto, a presença de grãos mais angulosos, indica que os mesmos percorreram distâncias pequenas. O litificado das areias são os arenitos, que possuem como componente predominante o quartzo (quartzarenitos), em detrimento de sua resistência e estabilidade. Quando outros componentes entram na composição dos arenitos em quantidades significativas, os mesmos passam a ser denominados como grauvacas ou arenitos sujos, e neste caso podem conter em sua composição feldspatos, argilas e fragmentos de rochas. As estratificações presentes no

arenito são causadas principalmente pela mudança de cor (cinza, amarela ou vermelha) e granulometria (PERONI,2003).

1.4.1.2 Coberturas Sedimentares do Terciário e Quaternário no Recôncavo

As bacias sedimentares são regiões que durante determinado período, sofrem uma lenta subsidência, gerando uma depressão que é preenchida por sedimentos. Como essas bacias afundam lentamente, novos sedimentos sobrepõem os antigos, que desta forma acabam ficando protegidos dos agentes externos do relevo e por este motivo, preservados, formando rochas com características peculiares, de diferentes idades, que revelam a história geológica da região (ALMEIDA,2003).

Durante a implantação da Depressão Afro-Brasileira (Paleozóico-Triássico) Brasil e África faziam parte de um supercontinente – Pangea. No Triássico esse supercontinente começou a se dispersar, formando, do Jurássico em diante, uma calha que começou a separar o Brasil e a África. Os efeitos desta separação levaram a abertura de um rifte a norte de Salvador que constitui as bacias do Recôncavo e Tucano (CARVALHO et al., 2010).

A Bacia do Recôncavo é portanto, oriunda do processo de deriva continental, e o seu preenchimento, basicamente, se deu em três fases: pré-rifte, sin-rifte e pós-rifte. As rochas da fase pré-rifte, depositaram-se antes da separação dos continentes e na atualidade afloram na borda ocidental do rifte e fazem parte do Grupo Brotas (Figura 1.2)

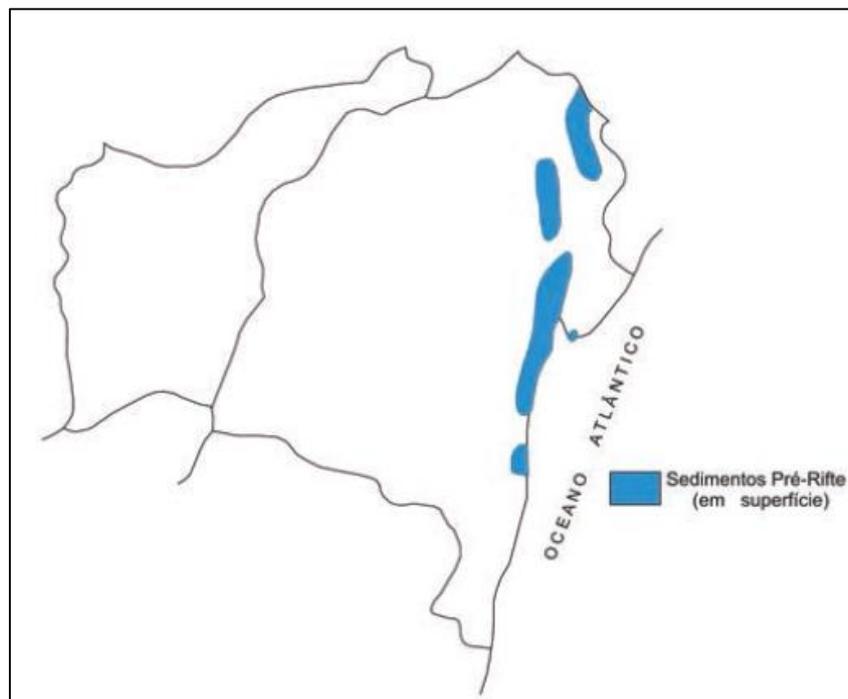


Figura1.2 – Ocorrência das rochas sedimentares na fase pré-rifte. Fonte: Carvalho *et al.*,2010.

Nessa fase, essas rochas sedimentares foram depositadas em ambientes continentais, como os leques aluviais e os sistemas fluviais eólicos. Na fase sin-rifte, a Bacia do Recôncavo foi preenchida por sistemas progradacionais, o primeiro de norte a sul, fluviodeltaico, passando a folhelhos prodeltaicos, e o segundo, de leste a oeste, com flangomerados com conglomerados proximais (REIS, 2008) e turbiditos mediais a distais (CARVALHO *et al.* 2010 apud MAGNAVITA *et al.*,1998). Posteriormente, o rifteamento cessou (fase pós-rifte), a deposição havia sido abortada com o final da fase sin-rifte.

A Bacia Sedimentar do Recôncavo, situa-se no estado da Bahia, nordeste brasileiro (Figura 1.3). Compreende cerca de 24,4% do sistema integrado de riftes do Recôncavo-Tucano-Jatobá, ocupando uma área equivalente a 11.500 km² (SILVA, 2013). É constituída por uma grande quantidade de rochas sedimentares do tipo areno-argilosas, que foram depositadas em ambiente continental, numa faixa sentido N-S com cerca de 60km de largura, limitada por falhamentos longitudinais; a Leste falha de Salvador e a Oeste a falha de Maragogipe.

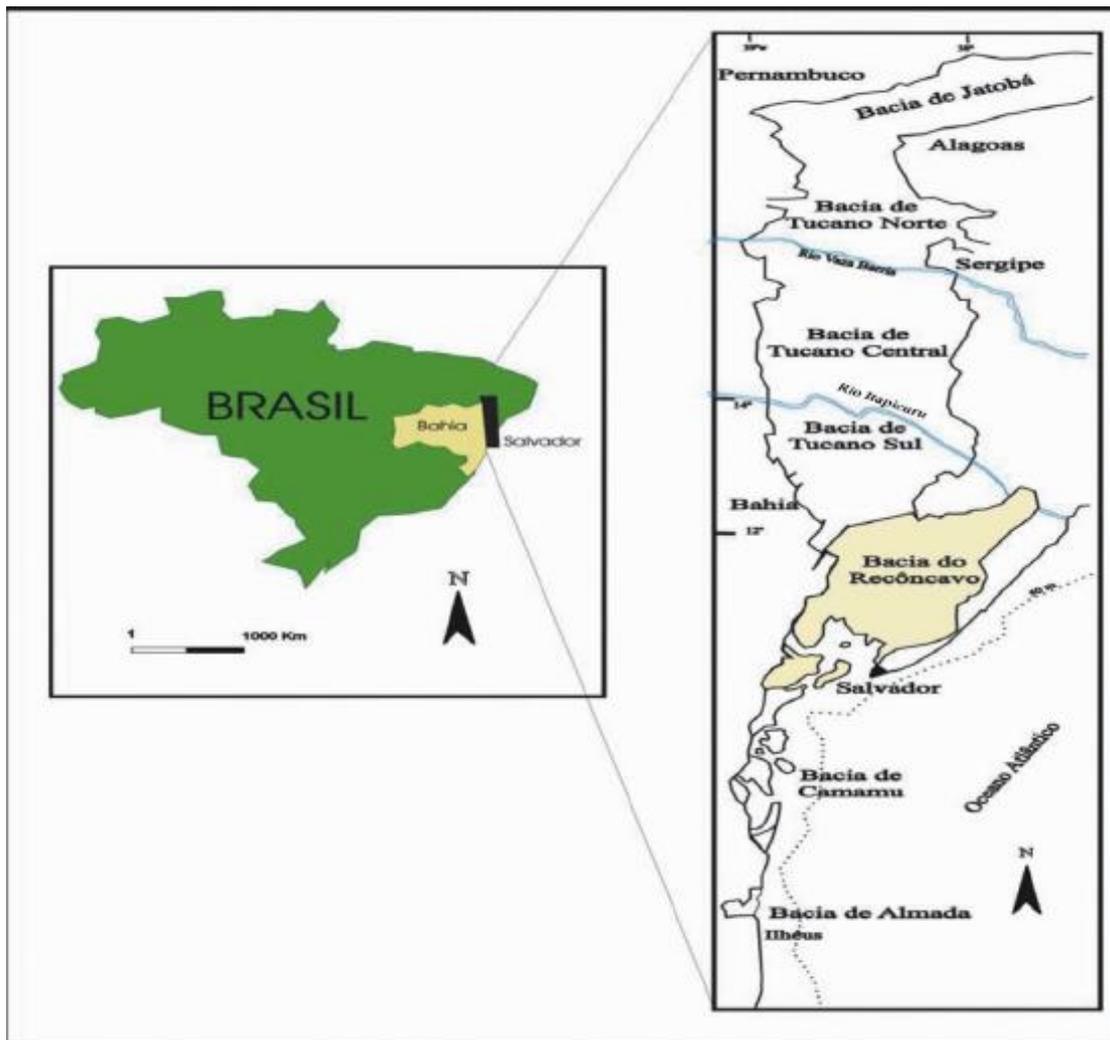


Figura 1.3- Localização da Bacia sedimentar do Recôncavo. Fonte: Silva, 2006.

Segundo Gonçalves (2008) o gradativo afundamento desta bacia, permitiu o acúmulo de sedimentos com espessura de mais de 1000m, predominantemente flúvio lacustres, durante 60 milhões de anos, nos períodos Jurássico e Cretáceo. O autor ressalta que a mesma se estende transversalmente de Amélia Rodrigues a Salvador, alongando-se para o sul pelo mar, e para o norte mais 200 km. Apresenta um perfil assimétrico, sendo bem mais profunda na borda oriental onde houve acúmulo de maior espessura.

As rochas sedimentares da Bacia do Recôncavo, são divididas em formações ou grupo de formações, com base em características tais como idade, natureza e ambientes de sedimentação. Dentre os quais deve-se destacar o Grupo Brotas, o Grupo Santo Amaro, o Grupo Ilhas e a formação Marizal.

O Grupo Brotas abrange as Formações Aliança e Sergi, aflora ao longo de toda borda ocidental da Bacia, constituído por pelitos associados com arenitos e conglomerados (GONÇALVES, 2008). A Formação Aliança foi depositada sobre sistemas flúvio lacustres de clima árido, abrangendo o membro Boipeba representado por arenitos arcóseos avermelhados, granulometria fina a média e estratificações cruzadas e o membro Capianga é constituído por folhelhos avermelhados (NASCIMENTO, 2012). A Formação Sergi depositada concordamente sobre a Formação Aliança, compreende arenitos finos a conglomeráticos, depositados por sistemas fluviais com posterior retrabalhamento eólico, com coloração cinza-esverdeada e avermelhada, e intercalações de folhelhos vermelhos a cinza-esverdeado (NASCIMENTO, 2012).

O Grupo Santo Amaro abrange as Formações Itaparica e Candeias, que apresentam o predomínio de rochas argilosas (folhelhos verdes e cinzas) com arenitos subordinados (GONÇALVES, 2008). A Formação Itaparica está depositada sobre a Formação Sergi, ela é constituída por folhelho marrom a cinza-oliva de origem lacustre e siltitos com raras intercalações de arenitos finos. Portanto, sendo formada em ambientes lacustres com pequenas incursões fluviais (GONÇALVES, 2008). A Formação Candeias abrange os membros Mauá e Gomo, caracteriza-se por folhelhos cinza-escuros, físseis de partição acicular ricos em matéria orgânica. O membro Gomo é constituído também pelos folhelhos cinza-esverdeados, intercalados a biocalcarenitos, calcilitos e arenitos turbiditos, inseridos no sistema lacustre de lago profundo (FUEZI, 2010).

O Grupo Ilhas é composto pelas formações Marfim e Pojuca, constituído por arenitos, siltitos, folhelhos e ocasionais carbonatos (NASCIMENTO, 2012). Já na fase pós-rifte, sob condições de subsidência termal, foi originada a Formação Marizal que é composta por conglomerados, arenitos, folhelhos e calcários relacionados a sistemas aluviais (NASCIMENTO, 2012).

O Grupo Barreiras (Paleogeno) é constituído por depósitos de arenitos com granulometria grossa e estratificação cruzada, associados a leques aluviais motivados por um basculamento regional da plataforma sul-americana para leste, durante o Plioceno (NASCIMENTO, 2012). Os sedimentos do Grupo Barreiras capeiam parcialmente a bacia, estendendo-se por suas margens,

representados por tabuleiros com relevo plano e vales amplos que terminam em escarpas abruptas (CARVALHO et al.,2010). É composto por sedimentos não ou pouco consolidados, apresentando duas unidades sedimentares de ambientes deposicionais distintos. A base, com sedimentos de origem flúvio-lacustre, composta por areias finas a grossas e argilas variegadas. Já o topo, composto por depósitos de fluxo de detritos, e um arenito grosso a conglomerático com matriz caulínica e com baixo selecionamento. Essas unidades são separadas por uma discordância erosiva e podem se apresentar maciças ou com estratificações cruzadas, acanalada e planar, e laminação plano-paralela (VILAS BOAS et al., 2001).

Em relação aos sedimentos do Quaternário Cenozoico, os mesmos estão compreendidos dentro dos domínios dos depósitos sedimentares, pouco ou não consolidados, representados pela região geomorfológica das planícies litorâneas, que englobam os modelados de origem flúvio-marinha, coluvial e eólica. Portanto compreendendo as etapas de evolução do litoral e principalmente dos cursos inferiores dos rios, sendo formado por materiais arenosos, argilosos ou cascalheiros (ALMEIDA JR, et al. 2013).

1.4.2 Areia como constituinte do solo

As partículas minerais do solo podem ser classificadas de acordo com o seu diâmetro em areia, silte ou argila, essa classificação vai determinar o tipo de textura e características do solo. Essas partículas apresentam grande variação de tamanho, desde fragmentos de rochas até partículas coloidais, e são constituídas de minerais mais resistentes como o quartzo, e de minerais resultantes da transformação radical de outros minerais como, por exemplo, a caulinita, a montmorilonita e os óxidos de ferro (MEDINA, 1972).

Segundo a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS), as partículas de areia apresentam um diâmetro de 0,05 mm a 2 mm, elas são classificadas como as frações mais grosseiras de um solo, sendo que as mesmas são subdivididas em cinco categorias; areia muito grossa (AMG), areia grossa (AG), areia média (AM), areia fina (AF) e areia muito fina (AMF).

Partículas arenosas podem ser compostas de fragmentos de rochas contendo uma grande variedade de minerais, mas em suma maioria os grãos de

areia são compostos por quartzo (SiO_2) (BRADY,2008). Segundo Amaro Filho (2008) a fração de areia contém muitos minerais primários que possuem considerável importância tanto do ponto de vista da intemperização e formação dos solos, quanto do comportamento químico dos mesmos, uma vez que alguns minerais primários possuem influência direta na natureza mineralógica dos argilominerais no processo de intemperismo.

Em detrimento da pequena área de superfície exposta, as influências da areia nas propriedades físicas do solo associadas com fenômenos de superfície são bastante limitadas, apresentando baixa capacidade de retenção de água e nutrientes. Nos solos arenosos, as frações de areia permanecem de forma individualizada, não formando agregados e apresentam estrutura fraca com pequena estabilidade. Segundo Bertoni e Lombardi (2008) os solos arenosos possuem menor porcentagem de porosidade e uma aeração constante, têm maior quantidade de macroporos e, portanto, elevada permeabilidade com baixa capacidade de retenção de água, enquanto que, nos solos argilosos geralmente ocorre um equilíbrio entre a distribuição de macro e microporos. Além disso possuem pequena reserva mineral que está associada a baixa capacidade de troca de cátions (CTC) e a maior parte da CTC está ligada a matéria orgânica que também é baixa.

Deste modo, por conta dessas características estes solos possuem baixo potencial para produção agrícola e por este motivo são comumente utilizados para atividades marginais como a exploração de areia, devido ao seu grande potencial para emprego na construção civil.

1.4.3 Solos com potencial para produção de areia

Pode-se presumir que os variados tipos de solos existentes, são provenientes de diferentes processos de formação, sendo de modo geral resultantes dos processos intempéricos da escala do macro ao microclima, apresentando características peculiares a determinados tipos de relevo e material de origem, dentre outros aspectos. O processo de formação dos solos, a pedogênese, ocorre quando as modificações causadas na rocha pelo intemperismo, além de serem químicas e mineralógicas, tornam-se sobretudo

estruturais, com reorganização e transferência dos minerais formadores do solo entre os níveis superiores do manto de alteração (TEXEIRA, 2008).

Correlacionados a atuação dos fatores externos, existem processos gerais e específicos para formação de cada tipo de solo. É importante ressaltar que dentre estes processos alguns são fundamentais para formação de solos ou camadas de solos arenosos. Processos pedogenéticos gerais tais como adição e translocação e específicos tais como: podzolização, eluviação, cumulização e argiluviação, que contribuem para formação de solos utilizados como fonte de extração de areia para construção civil, tais como : Espodossolos, Planossolos, e Neossolos.

1.4.3.1 Espodossolos

Os Espodossolos são solos formados pelo processo de podzolização, que consiste na translocação de materiais de um horizonte E (eluvial) para outros horizontes subjacentes (iluviais). No Sistema Brasileiro de Classificação de Solos –SiBCS (EMBRAPA, 2013) os Espodossolos são solos constituídos por material mineral que apresentam horizonte B espódico (Bh, Bhs ou Bs) abaixo de quaisquer horizontes A ou E ou horizonte hístico com menos de 40 cm de espessura. Os horizontes espódicos são formados pelo acúmulo de compostos amorfos de alumínio e ferro iluviados associados a materiais orgânicos. Normalmente, a sequência de horizontes dos Espodossolos é A, E, Bh/Bhs/Bs e C, sendo os horizontes facilmente diferenciados entre si. Os horizontes B espódicos podem se apresentar cimentados por matéria orgânica e alumínio com ou sem ferro onde os horizontes espódicos são denominados “ortsteins” (EMBRAPA, 2013)

Em geral esses solos são profundos, ácidos (acúmulo relativo de silício na superfície) e apresentam baixa fertilidade natural, conforme respalda Oliveira *et al.* (1992) sua fertilidade química é refletida na soma de cátions trocáveis e raramente atinge níveis superiores a 1 cmol/dm^{-3} , sendo caracterizados como solos distróficos ou álicos. Eles apresentam uma textura arenosa ao longo de todo perfil, que é originada pelo material de origem, tais como quartzitos, arenitos ou sedimentos quartzosos, oriundos de sedimentos flúvio-marinhos datados do Quaternário (OLIVEIRA, 2007).

No mundo a existência dos Espodosolos está atribuída a regiões de clima frio e úmido, no Brasil a sua ocorrência está associada a ambientes costeiros, ou seja nas baixadas litorâneas (restingas) ao longo da costa leste (Bahia, Sergipe e Alagoas), nas baixadas arenosas do Rio Grande do Sul e de forma menos expressiva nos Tabuleiros Costeiros do grupo Barreiras (OLIVEIRA, *et al.*,1992), ocorrem também em áreas mais extensas e expressivas no extremo noroeste do Amazonas e Centro-Sul de Roraima (EMBRAPA, 1981).

Pode-se compreender que os Espodosolos são típicos de áreas onde a taxa de infiltração é maior do que a de evaporação, o que influencia na translocação do material dos horizontes superficiais. Todo material é lixiviado e os grãos de quartzo por serem mais resistentes permanecem nos horizontes superficiais, o que denota essa característica arenosa desses solos. Alguns espodosolos apresentam o horizonte E (eluviação) com grandes espessuras e estes tipos de solos são bastante utilizados para extração de areia.

1.4.3.2 Planossolos

Os Planossolos também são formados pelo processo de podzolização, porém estes solos sofrem uma mudança abrupta de textura do horizonte A para o B devido a eluviação das argilas. Esse processo de desargilização (perda de argilas) é o que atribui a textura arenosa aos horizontes A e E deste solo.

Segundo a Embrapa (2006) são como grupamento de solos minerais com horizonte B plânico, subjacente a qualquer tipo de horizonte A, podendo ou não apresentar horizonte E (álbico ou não). Os Planossolos são caracterizados como solos minerais imperfeitamente drenados, com horizonte superficial de textura mais leve e o horizonte B adensado com grande quantidade de argila. Esse elevado teor de argila no B plânico, associado ao teor de argila disperso, são responsáveis pela má infiltração de água, formando nos períodos chuvosos um lençol de água suspenso, desenvolvendo os ciclos de umedecimento e secagem, o que pode atribuir a este solo a formação de plintitas e cor acizentada ao horizonte Bt (FERREIRA, 2011).

De acordo com IBGE (2007) no Brasil os Planossolos ocorrem principalmente na região Nordeste (norte da Bahia até o Ceará), onde são

predominantemente nátricos ou háplicos solódicos. No que tange ao relevo, são solos típicos de relevo plano ou suave ondulado, o qual aliado a estrutura compactada do horizonte B plânico, acabam favorecendo excesso de água nos períodos de alto índice pluviométrico, sob condições de clima úmido e nas áreas de baixadas, várzeas e depressões estes solos se tornam hidromórficos (EMBRAPA, 2006).

1.4.3.3 Neossolos

São solos pedogeneticamente pouco desenvolvidos (solos jovens), que apresentam características mineralógicas relativamente próximas às do material de origem. São constituídos por material mineral ou orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações significativas, em detrimento da pequena atuação dos processos pedogenéticos, que podem ocorrer em razão do próprio material de origem apresentar características como resistência ou composição química, ou influência dos fatores externos do relevo, que podem limitar a evolução desse solo (EMBRAPA, 2006).

De acordo com Freitas (2013) o critério de classificação, nesta classe de solo, é a insuficiência de atributos diagnósticos que caracterizem sua pedogênese, como pouca diferenciação entre horizontes, com o horizonte “A” sucedido pelo horizonte “C” ou “R”, desta maneira os Neossolos podem ser classificados em diversos tipos dentre os quais em Quartzarênicos e Litólicos.

Os Neossolos Quartzarênicos se caracterizam pela ausência de contato lítico nos primeiros 50 cm de profundidade, sequência de horizontes “A - C”, textura areia ou areia franca em todos os horizontes, fração areia grossa e areia fina com 95% ou mais de quartzo e ausência de minerais primários alteráveis (FREITAS,2013).

1.4.4 Influência do material geológico e pedológico na qualidade da areia

Compreende-se que os diferentes tipos de rochas e solos influenciam nas características das areias utilizadas na construção civil. Isso é evidente visto que rochas diferentes possuem resistências e características mineralógicas peculiares o que inter-relacionado a fatores externos (clima, tipo de transporte)

e processos pedogenéticos vai atribuir diferentes características ao grão de areia.

Nesse sentido, é importante ressaltar que a literatura dispõe de poucos materiais ou quase nenhum, que abordem essa relação (geologia\impactos), os materiais existentes são oriundos da construção civil que abordam sobre a qualidade do concreto e fundados nisso explanam sobre algumas características da formação geológica e pedológica que proporcionam melhor qualidade para argamassa ou concreto. Mas nem sempre da mesma maneira, ou seja, o que é de qualidade e proporciona melhor trabalhabilidade para o concreto por vezes já pode atuar de maneira diferente na argamassa e assim sucessivamente, não sendo isto também uma regra.

Nesse contexto, uma areia para a construção civil deve apresentar uma granulometria, forma (natureza dos grãos) e composição mineralógica adequada. A cor da areia é utilizada como critério de avaliação da sua pureza. Deste modo é possível ressaltar que areias com colorações amareladas ou avermelhadas, indicam presença de saibro e argila. Coloração castanha pode indicar presença de feldspatos alterados, ou então quartzos escuros. Cores acinzentadas indicam presença de argila, e o brilho na areia pode indicar presença de biotita, muscovita, ilmenita ou pirita. (ALMEIDA E LUZ, 2009).

A presença de argila e siltes compõem a fração denominada pulverulenta, a presença dos materiais pulvulentos em grande quantidade, acaba sendo indicativo de má qualidade para construção civil (PETRUCCI e PAULON, 1995). Segundo o DNPM (2009) os agregados compostos por arenitos ferruginosos, apresentam baixa resistência mecânica, sendo estas rochas formadas por quartzo com matriz argilosa ou siltosa, geralmente aglomerados por sílica amorfa, óxidos de ferro ou carbonatos.

A presença de matéria orgânica sempre é prejudicial a pega e endurecimento das argamassas e concretos (PETRUCCI e PAULON, 1995).

No que concerne à forma e a textura do grão, as partículas lisas e arredondadas requerem menos água na pasta do cimento, para produção de misturas trabalháveis, do que as partículas rugosas, angulosas e alongadas (MEHTA e MONTEIRO, 1994). Já em relação a aderência do cimento e do betume, as partículas rugosas são melhores.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Localização geográfica da área de estudo

Para desenvolvimento da pesquisa, realizou-se o estudo nas regiões administrativas de Santo Antônio de Jesus e Cruz das Almas (SEI, 2015), localizadas no Recôncavo Baiano. Essas regiões foram instituídas segundo disposto no Decreto nº 8.059 de 12 de novembro de 2001, pelo Governo do Estado da Bahia. Assim, as duas regiões são compostas pelo total de 23 municípios (Figura 2).

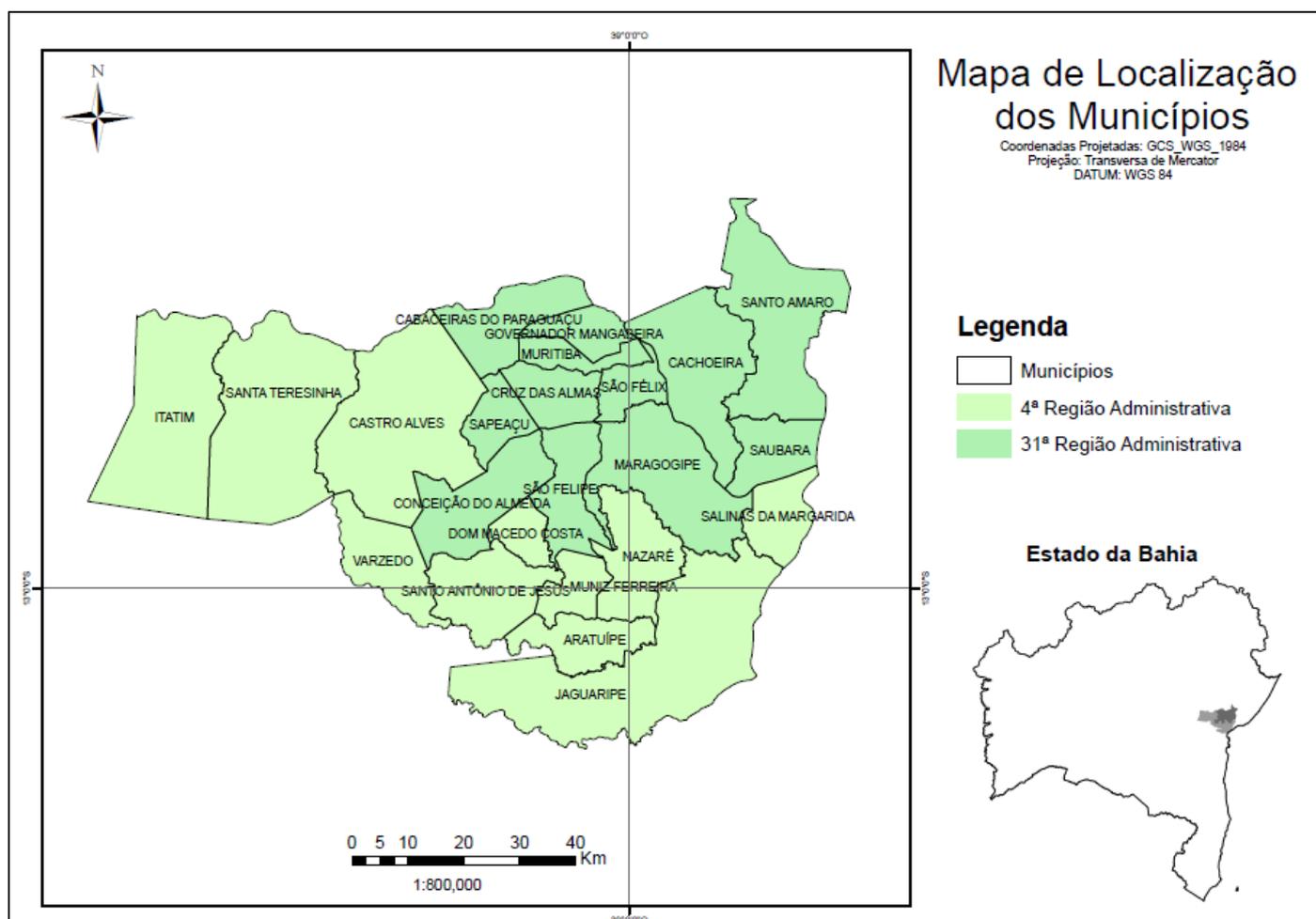


Figura 2- Mapa de localização da 4ª e 31ª regiões administrativas da Bahia (2015).

2.2 Identificação das lavras de areia

2.2.1 Utilização de imagens de satélites e softwares

Através da análise de dados da literatura foi possível realizar a identificação prévia de possíveis lavras de areia, com auxílio de imagens de satélites, tendo como base pesquisas anteriores cujos dados evidenciavam padrões indicativos (formas, coloração) dos locais de extração de areia. Como ferramenta para esse processo foi utilizado o *software* Google Earth, que apresenta um modelo tridimensional do globo terrestre a partir de um mosaico de imagens de satélites obtidas por fontes diversas.

Para identificação das lavras de areia em campo, além da utilização de informações obtidas por imagens de satélite, foi realizada uma pesquisa de campo "*in situ*" na busca de informações da população local, lojas de material de construção e também em canteiros de obras de todos os municípios estudados. Confirmada a localização das lavras de areia, foi feito o levantamento georreferenciado para posteriormente serem utilizados como ponto de apoio na pesquisa, com auxílio do aparelho GPS de navegação.

2.3 Correspondência geológica e pedológica da área de estudo

Nessa fase do estudo os dados sobre a geologia e pedologia, as coordenadas e as imagens de satélite adquiridas foram tratados e processados para uma mesma base com sistema de referência padronizado. Em seguida os mesmos foram vetorizados e recortados para área de estudo (4ª e 31ª região administrativa), os sistemas de projeção utilizados foram Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum WGS 84. Deste modo, a correspondência geológica das lavras encontradas, foram identificadas e correlacionadas com o Mapa Geológico da Bahia, disponível no banco de dados da CPRM (2003). Em relação a Pedologia das áreas, a mesma foi correlacionada com a o banco de dados do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH, 2014) de acordo com o Planejamento da Gestão de Água e Solos do Estado da Bahia.

2.4 Avaliação de impactos

O método utilizado para Avaliação dos Impactos Ambientais (AIA) foi o da listagem “*check list*” um dos mais utilizados na AIA. Esse método consiste na identificação e enumeração dos impactos a partir da diagnose ambiental dos meios físico, biótico e socioeconômico (ROVERE,1992). Dessa maneira, acaba por relacionar os impactos decorrentes da fase de implantação e operação do empreendimento, categorizando-os em positivos ou negativos, podendo também incorporar escala de valores e ponderações. Sua principal vantagem é a questão do emprego imediato na avaliação qualitativa dos impactos mais relevantes, servindo como avaliação preliminar indicativa para estudos mais específicos (profundos).

Nesse contexto, o *check list* aplicado neste trabalho foi adaptado com base no modelo utilizado por NOBRE FILHO *et al.* (2012) onde os impactos foram identificados e valorados. Foram aplicados parâmetros e correspondentes atributos referentes ao caráter (positivo ou negativo), intensidade da magnitude (pequena, média ou grande) e duração (curta, média e longa). O produto gerado foi resultante da multiplicação da magnitude X duração, onde a quantificação variou de 1 a 9, onde: pequeno x curto = (1X1) média X média = (2X2) grande X grande = (3X3).

Em relação a variação das características dos tipos de lavras de areia tais como a ocorrência (sedimento ou terra firme) tipo de porte (grande, pequeno) e métodos de extração (dragagem, manual ou desmonte) alguns impactos não foram constatados, resultando no preenchimento total ou parcial do *check list*.

2.5 Análises laboratoriais de caracterização da areia

2.5.1 Coleta e preparo das amostras

Em cada lavra de areia foram retiradas amostras em dois a três pontos, de acordo com a variação do material, afim de se obter uma amostra composta representativa da área. As amostras foram retiradas de montes de areias já separados para comercialização e também de perfis de solos abertos onde os

horizontes arenosos ficavam expostos. Em seguida a amostra foi submetida ainda no campo ao procedimento de quarteamo (dividir em quatro partes iguais eliminando duas na diagonal) (Figura 2.1), a fim de reduzi-la entre 3kg a 5kg para o encaminhamento ao laboratório de Geologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB).

No laboratório as amostras foram abertas e secas ao ar livre, em seguida novamente reduzidas ao peso de 2 kg e armazenadas em sacos plásticos, para realização das análises laboratoriais e posterior determinação da qualidade do agregado miúdo para construção civil.



Figura 2.1: Quarteamo da amostra de areia branca em Jaguaripe.

2.5.2 Apreciação Petrográfica

Essa análise estabelece os procedimentos para execução de apreciação petrográfica de materiais naturais utilizados como agregados para construção civil com base na NBR 7389 (1992). A mesma é realizada através do estudo macroscópico com a utilização de lupa (Figura 2.2), identificando elementos constituintes e propriedades, visando a sua utilização. Assim foi realizado o estudo de 500 grãos de cada amostra em relação a sua natureza, mineralogia, forma e características da superfície.



Figura 2.2- Amostra de areia lavada na lupa.

Para análise da forma do grão e para identificação do grau de esfericidade (diâmetro equivalente) e arredondamento (raio médio dos cantos e limites) foi utilizada a classificação de *Krubein & Sloss* (1963) (Figura 2.3), vista que essa classificação atribui uma escala de valores em relação ao formato dos grãos de areia, o que facilita a sua classificação em anguloso, subanguloso, subarredondado e arredondado.

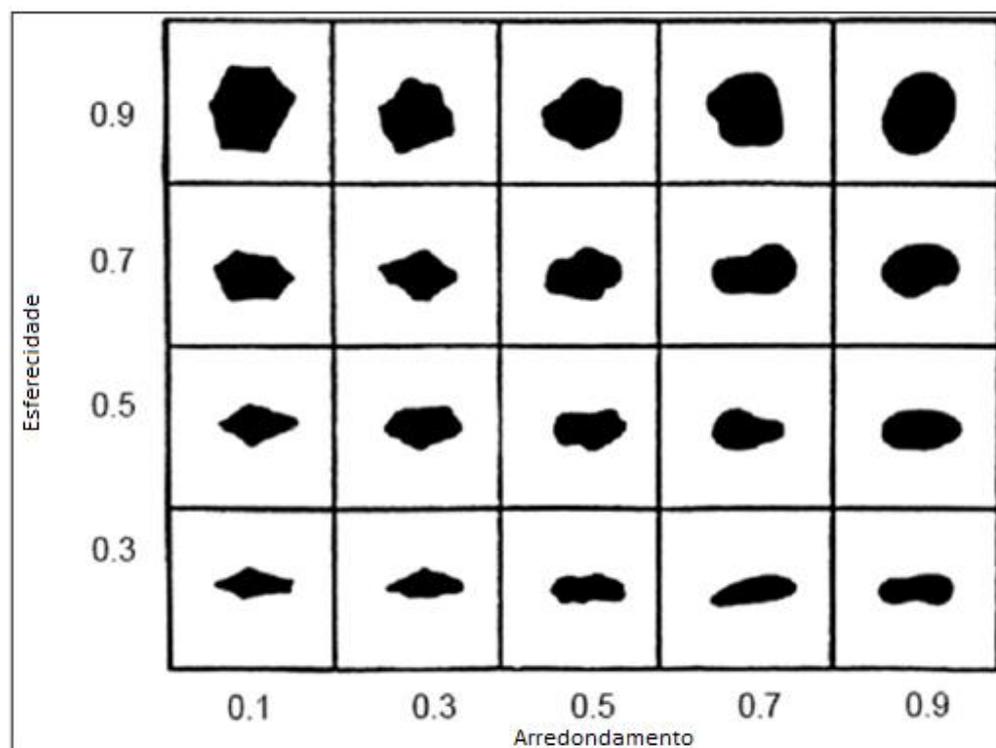


Figura 2.3- Forma das partículas. Fonte: Krubein & Sloss (1963)

As características da superfície do grão, foram analisadas com auxílio da lupa e classificadas da seguinte maneira:

- ✓ Lisa ou Rugosa;
- ✓ Com brilho ou sem brilho;
- ✓ Opaca ou Translúcida;

Em relação a composição mineral, a lista dos minerais foi elaborada com base em todos os minerais encontrados durante as análises:

- ✓ Quartzo
- ✓ Feldspato
- ✓ Mica
- ✓ Óxidos de ferro
- ✓ Piroxênio
- ✓ Anfibólio

2.5.3 Teor de Materiais pulverulentos

Essa análise foi realizada com base na norma NBR NM 46, que permite determinar através da lavagem a quantidade de material mais fino que passa pela abertura da malha de 75 μm presente em agregados miúdos.

De cada uma das amostras que já haviam sido secas em estufa a (105 C^o) anteriormente, foram separadas uma massa de 300 g e registradas como massa inicial (Mi). Em seguida cada amostra foi colocada num recipiente e adicionado água até cobri-la e a mesma foi agitada até que o material pulverulento ficasse em suspensão. Logo depois esse material foi escoado sobre a peneira, essa operação é repetida até que a água de lavagem fique clara. Em seguida todo material retido deve ser seco em estufa para determinar a massa final (Mf) (Figura 2.4).

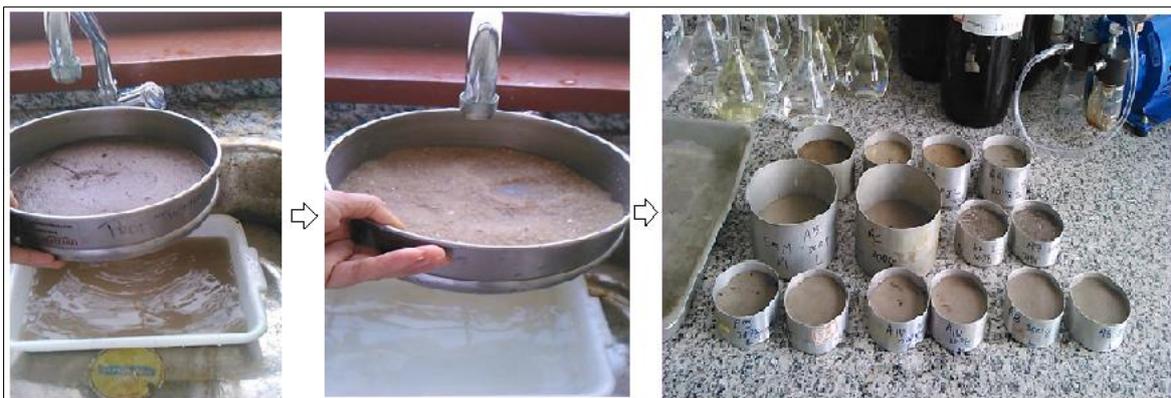


Figura 2.4 – Procedimentos para determinação do teor de materiais pulverulentos.

O cálculo do teor de pulverulentos é obtido pela diferença da massa antes da lavagem (M_i) e depois da lavagem expresso em porcentagem da massa da amostra ensaiada (M_f), conforme equação:

$$M_i - M_f \div M_i \times 100 (\%)$$

2.5.4 Determinação da composição granulométrica dos agregados

A Determinação da composição granulométrica dos agregados foi realizada com base na NBR NM 248 que visa classificar as partículas das amostras pelos respectivos tamanhos e medir as frações correspondentes a cada tamanho. Para essa determinação é necessário utilizar as amostras da análise anterior de materiais pulverulentos. As malhas de peneiras utilizadas foram conforme ilustra o Quadro 2. Por meio desta análise foram determinados o módulo de finura, as zonas granulométricas (NBR 7211) e as curvas granulométricas das amostras de areia.

Quadro 2 – Série normal e intermediária de peneiras.

	Série Normal	Série Intermediária
Agregado Graúdo	75 mm	--
	--	63 mm
	--	50 mm
	37,5 mm	--
	--	31,5 mm
	--	25 mm
	19 mm	--
	--	12,5 mm
	9,5 mm	--
	--	6,3 mm
Agregado Miúdo	4,75	--
	2,36	--
	1,18	--
	600 μ m	--
	300 μ m	--
	150 μ m	--

Fonte: NBR NM 248.

O módulo de finura (MF) corresponde a soma as porcentagens retidas acumuladas em massas de um agregado, nas peneiras da série normal dividida por 100, desta maneira quanto maior for o valor do módulo de finura, mais grosso será o solo.

As zonas granulométricas correspondem aos limites inferiores e superiores estabelecidos pela que auxiliam na classificação da distribuição granulométrica do agregado miúdo.

As curvas granulométricas representam as dimensões das partículas do solo e as dimensões em que as mesmas se encontram. Elas são traçadas por pontos em um diagrama semi-logarítmico, no qual, sobre os eixos das abscissas, são marcados os logaritmos das dimensões das partículas e sobre o eixo das ordenadas as porcentagens, em peso, de material que tem dimensão média menor que a dimensão considerada.

2.5.5 Carbono Orgânico Total

Para realização desta análise primeiramente foram pesados 0,5 g da fração areia (TFSA), triturados em almofariz e passado na peneira de 0,2 mm. Em seguida a análise do carbono orgânico total (COT) das amostras foi determinado por oxidação via úmida com base no método adaptado de YEOMANS & BREMMER (1988), sendo o agente oxidante dicromato de potássio.



Figura 2.5 – Procedimentos para análise de carbono total.

Para o cálculo do COT foi considerado o volume da solução de Sal de Mohr gasto para titular a amostra, solução controle aquecida e não aquecida. Segundo a seguinte equação:

$$COT (dag.kg^{-1}) = \frac{(A \times (\text{molaridade sulfato ferroso}) \times 3 \times 100)}{[\text{peso da amostra (mg)}]}$$

*Em que: A = [(Vba - Vam) * (Vbn - Vba) / Vbn] + (Vba - Vam);*

Vba = volume gasto na titulação da solução controle aquecida;

Vbn = volume gasto na titulação da solução controle não aquecida;

Vam = volume gasto na titulação da amostra;

3 =

resultado da multiplicação entre o número de mols de Cr2O7 que reagem com Fe 2+ (1/6) e C0 (3/2) e massa atômica do carbono (12);

100 = fator de conversão de unidade (mg.mg⁻¹ para dag.kg⁻¹);

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE EXTRAÇÃO

Com base nas pesquisas realizadas, estudo de imagens de satélites e etapas de identificação das áreas de extração de areia no campo, foi possível elaborar um mapa de localização das principais lavras de areia existentes nas regiões administrativas de Santo Antônio de Jesus e Cruz das Almas (Figura 3).

Na região administrativa de Santo Antônio de Jesus foram identificadas 21 lavras de areias, distribuídas nos municípios de Aratuípe, Castro Alves, Jaguaripe, Santa Terezinha, Itatim e Salinas das Margaridas, dentre os quais o município de Jaguaripe apresentou 10 lavras. A areia retirada desses municípios abastece toda a região, principalmente as areias extraídas em Jaguaripe, que pode ser considerado como maior polo produtor, vista o tamanho da área do município, que é de aproximadamente 898,67 km² (IBGE, 2014) e a predominância de solos com textura arenosa.

Em relação a região administrativa de Cruz das Almas, foram identificadas 14 áreas de extração de areia, distribuídas nos municípios de Santo Amaro, Saubara, São Félix, Maragogipe, Muritiba, Sapeaçu e Cabaceiras do Paraguaçu, dentre os quais Sapeaçu apresentou 5 lavras, sendo este município um dos principais fornecedores de areia para sede de Cruz das Almas.

Nas duas regiões foram identificadas 35 lavras de areia dentre as quais somente três possuíam licença para o funcionamento. Por este motivo durante o reconhecimento e a pesquisa de campo, houve muita dificuldade na obtenção de informações sobre a existência da atividade e principalmente os locais de extração, pois essa atividade acaba sendo um meio de subsistência de muitas pessoas, uma vez que possuem no quintal de casa ou fazenda condições propícias à exploração. Deste modo, com a grande demanda por areia para construção civil, as quantidades de lavras ilegais vão aumentando e, conseqüentemente, os impactos ambientais e degradação dos solos vão tomando proporções cada vez maiores.

Os pontos levantados apresentam tipos de areia diferenciados, sendo classificados como (AB: areia branca/ AL: areia lavada/ AS: areia suja) (Quadro 3).

Quadro 3 – Localização das lavras na 4ª e 31ª Regiões Administrativas.

Amostras	Município	Localidade	Coordenadas	
			Latitude	Longitude
AB3	Jaguaripe	Pulo do Gato	8545516	473780
AB4	Jaguaripe	Imbiara	8545516	479103
AB5	Jaguaripe	Imbiara	8545511	478730
AB11	Jaguaripe	Eucalipto	8546519	475066
AB13	Santo Amaro	Acupe	8599220	526961
AB15	Jaguaripe	Itapichaquara	8549319	503152
AB16	Jaguaripe	Zona Rural	8549809	501536
AB17	Jaguaripe	São Bernado	8546498	500185
AB18	Jaguaripe	São Bernado	8546850	500393
AB19	Jaguaripe	Quintas	8537471	498136
AB20	Jaguaripe	Boca da Mata	8562485	512936
AB21	Salinas da Margarida	Encarnação/BR 534	8571968	523914
AB27	Aratuípe	Aratuípe	8553152	500848
AB28	Aratuípe	Aratuípe	8555953	501033
AB29	Aratuípe	Aratuípe	8556027	501103
AL1	São felix	São Félix	8606704	502965
AL12	Santo Amaro	Subaé/ Rio Sergi	8616122	528113
AL14	Saubara	Rio das Pedras	8591392	524664
AL30	Maragogipe	Coqueiro	8595394	506638
AS2	Muritiba	São José	8604513	482.467
AS6	Sapeaçu	Tanque da Cruz	8599856	474.935
AS7	Sapeaçu	Tanque da Cruz	8599382	475044
AS8	Sapeaçu	Baixa da Areia	8594206	475329
AS9	Sapeaçu	Baixa da Areia	8594205	475334
AS10	Sapeaçu	Baixa da Areia	8594225	475.332
AS22	Castro Alves	Beira da Estrada	8589608	437374
AS23	Castro Alves	Petim	8598268	472465
AS24	Castro Alves	Zona Rural	8598589	473599
AS25	Castro Alves	Muricy	8600545	474908
AS26	Castro Alves	Muricy	8600558	474976
AS31	Cabaceiras	Beira da Estrada	8610846	484185
AS32	Cabaceiras	Catinguinha	8602004	476150
AS33	Cabaceiras	Catinguinha	8602294	476255
AS34	Itatim	Serra Grande	8596385	429238
AS35	Itatim	Serra Grande	8591705	435367

3.1.1 Aspectos dos locais de extração de areia

Em relação aos aspectos da mineração, nessas regiões foi observado que as lavras de areia apresentavam diferentes características, a depender do local onde o depósito era encontrado, ou seja, a céu aberto (terra firme) ou em leitos de rio (sedimentos), o que atribuía colorações e características diversificadas ao material, sendo em detrimento dessas diferenças os três tipos de areia classificados como branca, lavada e suja. Ainda de acordo com o tipo de depósito mineral, varia o processo de lavra, que conforme foi observado no campo foram mecanizados e/ou manual (Quadro 3.1).

Quadro 3.1 - Aspectos dos locais de extração de areia.

Amostras	Município	Local da Lavra	Tipo de areia	Método de extração
AB3	Jaguaripe	Céu aberto	Branca	Mecanizada e Manual
AB4				
AB5				
AB11				
AB13	Santo Amaro			
AB15	Jaguaripe			
AB16				
AB17				
AB18				
AB19				
AB20				
AB21	Salinas da Margarida			
AB27	Aratuípe			
AB28				
AB29				
AL1	São felix	Leito de curso d'água	Lavada	Manual
AL12	Santo Amaro			
AL14	Saubara			
AL30	Maragogipe			
AS2	Muritiba	Céu aberto	Suja	Mecanizada e Manual
AS6	Sapeaçu			
AS7				
AS8				
AS9				
AS10				Manual
AS22	Castro Alves			
AS23				
AS24				
AS25				
AS26				
AS31	Cabaceiras			
AS32				
AS33				
AS34	Itatim			
AS35				

Nas lavras AL1, AL12, AL14 e AL30 a areia encontra-se na forma de sedimento fluvial, ou seja, material transportado pela água, que conforme foi perdendo a força foi gradualmente depositado no leito do rio em profundidades não muito elevadas, sendo esta areia classificada como lavada oriunda de sedimentos de leito de rio (Figura 3.1).

Em relação aos métodos de extração, nas lavras AL12, AL14 e AL30, respectivamente, Santo Amaro, Saubara e Maragogipe a extração é feita de forma manual com auxílio de canoas, sendo importante destacar que em Santo Amaro e Saubara o transporte do material é feito com animais sob total condições de exploração e cargas excessivas (Figura 3.2). E somente na lavra AL1 São Félix o sedimento é extraído através da dragagem (método mecanizado).



Figura 3.1- Areia lavada, Maragogipe.



Figura 3.2- Transporte com animal Saubara.

Em relação ao ambiente de ocorrência, é válido destacar que a areia extraída em Maragogipe está localizada num ambiente estuário (Figura 3.3 presença de manguezais), definido segundo Silva (2000) como corpos d'água costeiros semifechados que possuem uma ligação livre com o mar, nos quais a água do mar se dilui, de forma mensurável com a água doce proveniente de drenagem terrestre. Deste modo, subentende-se que ao chegar ao estuário a força da corrente fluvial vai sendo anulada, tanto por causa da diminuição do declive, como também em função da resistência oferecida pela água da maré.

Com isso os sedimentos trazidos pela corrente fluvial vão sendo depositados naquele ponto.



Figura 3.3- Local de extração de areia lavada, Maragogipe.

Nas lavras AB3, AB4, AB5, AB11, AB13, AB15 a AB21, AB28 e AB29 o local de depósito é em terra firme, ou seja, são lavras características de cava a céu aberto, onde a areia é classificada como branca, em função do próprio processo de formação do solo e também a sua constituição mineralógica, rico em quartzo (Figura 3.4). O método de extração dessas lavras é mecânico e manual, visto que para tais processos faz-se necessário a utilização da retroescavadeira para o desmonte inicial (mais pesado), seguido sempre do auxílio manual dos trabalhadores, sendo o transporte é realizado através de caçambas.



Figura 3.4- Lavra de areia branca, Jaguaripe.

Nas lavras AS2, AS6 a AS10, AS22 a AS27, AS31 a AS35, o tipo de areia é classificado como suja (Figura 3.5), cujo depósito é encontrado em terra firme e apresenta coloração mais escura acinzentada, em detrimento de processos pedogenéticos. Ao contrário da areia lavada e da areia branca, a areia suja apresenta maiores impurezas, como teores de matéria orgânica e partículas de finos (argila e silte). O método de extração também é mecânico e manual.



Figura 3.5- Lavra de areia suja e retroescavadeira utilizada na extração, Salinas das Margaridas.

Na lavra AS 22 o método de extração é manual, pois a ocorrência da areia é na beira da estrada na zona rural de Castro Alves. Esse tipo de situação é muito comum na região, onde, ao longo da estrada, é perceptível as cavas ocasionais pela retirada do material. Nesse contexto foi possível perceber que a depender do local de ocorrência a areia é de domínio público, pois as pessoas vão retirando o que precisam conforme a necessidade.

De modo geral, é bastante evidente que embora essa seja uma atividade crescente, os métodos de extração na maioria das lavras ainda são rudimentares, onde é possível visualizar a falta de organização e planejamento para extração do bem mineral.

3.1.2 Aspectos geológicos e pedológicos das áreas de extração de areia

A partir dos dados obtidos no campo, foi feita a correspondência dos pontos de localização das lavras de areia com a sobreposição dos mapas geológicos e pedológicos das regiões administrativas de Santo Antônio de Jesus e Cruz das

Almas - BA. De acordo com as formações geológicas e pedológicas, as amostras ficaram organizadas segundo o Quadro 3.2, e conforme pode ser observado no mapa geológico (Figura 3.6) e no mapa pedológico (3.7).

Quadro 3.2 – Formações geológicas e pedológicas correspondentes as lavras.

Amostras	Formação Geológica	Amostras	Formação Pedológica
AS22, AS34 e AS35	Granulitos heterogêneos (Complexo Jequié) - A34j	AS22	Neossolos Litólicos Eutróficos-Rle
		AS34 e AS35	Planossolo Háptico Eutrófico - Sxen
AS8, AS9, AS10 e AS23	Ortognaisse granulítico, enderbítico a charnockítico (C.Caraíba) - A4co	AS8, AS9, AS10, AS23,	Planossolos
AS2, AS6, AS7, AS24, AS25, AS26, AS31, AS32 e AS33	Depósitos detrito-lateríticos do Neógeno (Formação Barreiras) - NQdi	AS2, AS6, AS7, AS24, AS25, AS26, AS31, AS32 e AS33	Planossolos
AB3, AB4, AB5 e AB11	Depósitos detrito-lateríticos do Neógeno (Formação Barreiras) - NQdi	AB3, AB4, AB5 e AB11	Espodossolos Ferrihumilúvico Hidromórfico- Ekg
AB17, AB18, AB20, AB28 e AB29	Arenitos finos e conglomeráticos - Grupo Brotas - J3b	AB17, AB18 e AB20	Espodossolo Ferrihumilúvico Hidromórfico-Ekg
AB13		AB28 e AB29	Neossolo Quartzarênico- RQ
AB15, AB16 e AB27	Grupo Santo Amaro - K1sa	AB13	Neossolo Quartzarênico- RQ
AB19	Depósitos litorâneos do Quaternário - Q2li	AB15, AB16 e AB27	Neossolo Quartzarênico- RQ
AB21	Depósitos Flúvio-Lagunares – Q2fl	AB19	Espodossolo Ferrihumilúvico Hidromórfico-Ekg
AL1, AL12, AL14 e AL30	Depósitos Flúvio-Marinhos E Eólicos – Q1fme	AB21	Neossolo Quartzarênico- RQ
	Sedimentos Fluviais- C. Caraíba/G. Santo Amaro/G. Brotas/C. Santa Luz	AL1, AL12, AL14 e AL30	Sedimentos Fluviais

Projeção: Transversa de Mercator
 DATUM: WGS 84

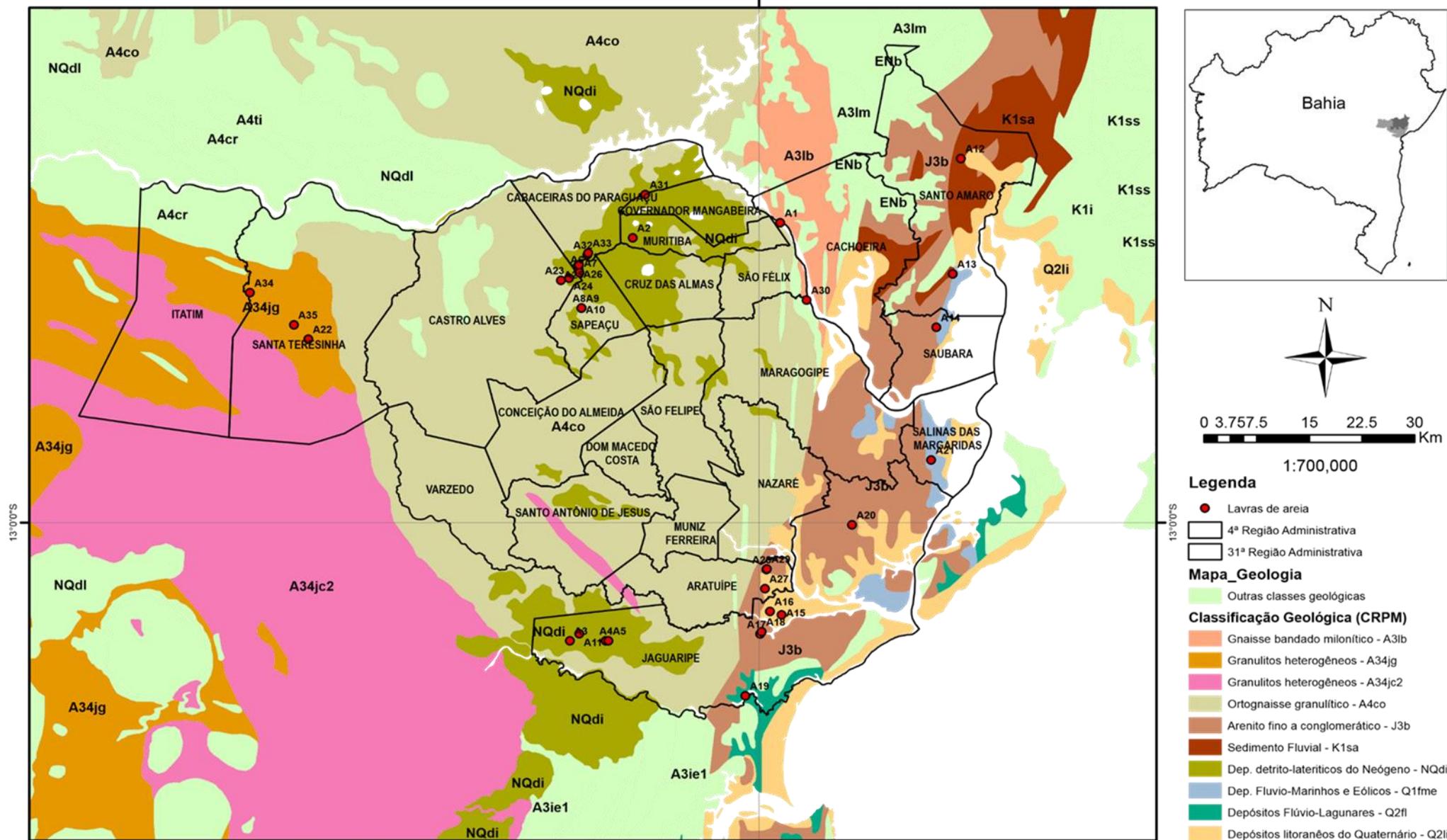


Figura 3.6 – Mapa geológico da 4ª e 31ª regiões administrativas da Bahia.

Projeção: Transversa de Mercator
DATUM: WGS 84 39°0'0"O

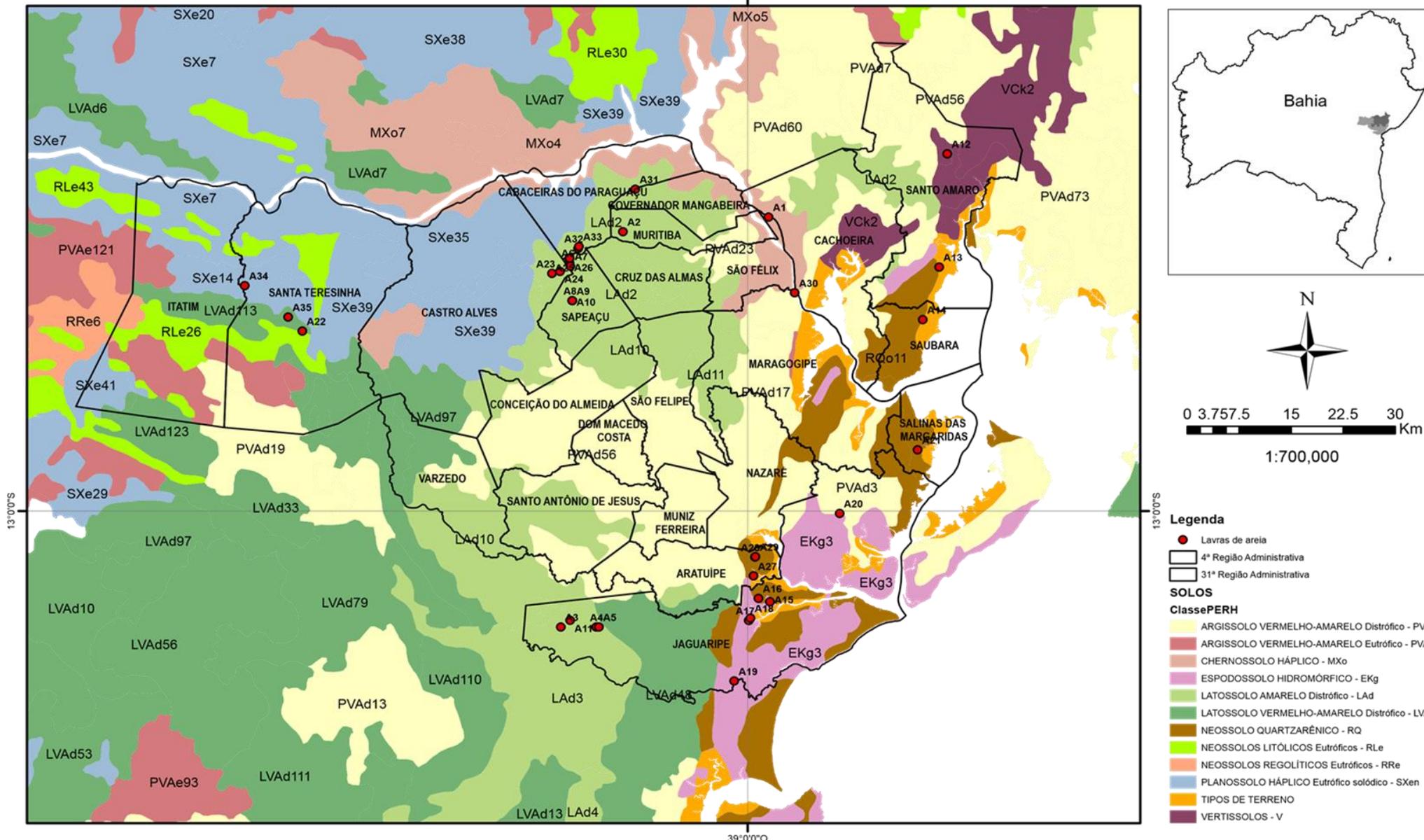


Figura 3.7- Mapa pedológico da 4ª e 31ª regiões administrativas da Bahia.

As amostras AS22, AS34 e AS35 (Santa Terezinha), apresentam características geológicas associadas ao Complexo Jequié. Esse complexo faz parte da constituição do embasamento cristalino do estado da Bahia, formado no período Arqueano que foi metamorfozizado no Paleoproterozóico (CARVALHO, 2010). O complexo Jequié está inserido no Bloco Jequié que está localizado a leste do bloco Gavião separado pelas bacias Contendas - Mirantes e Jacobina, e consiste em migmatitos e intrusões granítico-granodioríticas. Sua deformação é intensa e sua fácies metamórfica é de alto grau (Granulito) (CARVALHO, 2010).

Deste modo, é caracterizado por uma litologia do Pré-Cambriano inferior, constituído por granulitos heterogêneos, charnockítico e enderbitico, essas rochas apresentam cor original que varia de cinza a verde acinzentada, cor de alteração rosa, possuem granulometria média, foliação marcada por biotita e feldspato. Ainda encaixados nesses litotipos existem faixas supracrustais compostas por gnaiss gabronorítico e formações ferríferas e calcissilicáticas. Incorporados aos charnockíticos/enderbitos são encontrados enclaves máficos por vezes dobrados comprovando o caráter intrusivo dessas rochas (NUNES E MELO, 2007). As unidades ambientais dessa área correspondem ao domínio de planaltos, baixos platôs e superfícies aplainadas (CPRM, 2006). Estas características foram observadas no campo: em Itatim foi constatada a existência de depediplanos sertanejos, com a presença de relevo residual tais como *inselbergs* (maciços granitoides) no município de Santa Terezinha também foi verificada a presença de afloramentos rochosos e pediplanação.

As amostras AS34 e AS35 correspondem a Planossolos Háplicos eutróficos solódicos (S_{xen}). É importante destacar que no mapa AS35 corresponde a um Latossolo, todavia no campo tudo indicava que se tratava de um Planossolo. Deste modo, pode-se compreender que o clima semi-árido típico dessa região de pediplanos sertanejos, apresenta altas temperaturas e amplitudes térmicas diárias, chuvas irregulares e mal distribuídas dentre outros aspectos que contribuem para formação desse tipo de solo na região. Esse clima ocasiona a termoclastia das rochas, corroborando para erosão esfoloidal, que é típica desses ambientes, formando os relevos residuais.

No campo foi possível observar as características supracitadas, dando destaque a mudança textural abrupta, o horizonte B adensado, coloração acinzentada, dificuldade de penetração das raízes e em alguns pontos a presença de umidade no horizonte superficial (Figura 3.8).



Figura 3.8 – Extração de areia em Planossolo no município de Santa Terezinha.

Conforme pode ser observado no mapa o tipo de solo da amostra AS22 corresponde ao Neossolo Litólico eutrófico (Rle), porém foi observado no campo que este solo não apresenta as características de um Neossolo Litólico tais como horizonte A ou hístico assente diretamente sobre a rocha ou horizonte C ou Cr, com contato lítico dentro de 50cm da superfície do solo conforme especifica o SIBCS (EMBRAPA, 2006). Sendo neste caso possível que se trate de um Neossolo Regolítico associado com Neossolo Litólico, cujas especificidades associam-se mais com as observações feitas no campo.

Essa amostra AS22 foi obtida através de uma cava na beira da estrada (Figura 3.9), todo o entorno da pedreira ao longo da estrada apresentava cavas indicativas de que a areia estava sendo retirada para comercialização ou uso pelas comunidades vizinhas.



Figura 3.9 – Amostra AS22 na beira da estrada.

As amostras AS8, AS9, AS10 (Sapeaçu) e AS23 (Castro Alves) estão localizadas no Complexo Caraíba, que faz limite tectônico transpressional com as unidades do Bloco Jequié (SANTIAGO, 2010). O Complexo Caraíba é a principal unidade litológica do Cinturão Móvel Salvador-Curaça (CMSC), esse complexo é constituído por uma litologia datada do Arqueano, apresentando rochas cristalinas compostas em sua grande maioria por ortognaisses de cor cinza esverdeado e aspectos maciços quando frescos, também apresentam gnaisses sienogranitos ou monzogranitos. Como o terreno se encontra na transição entre as fácies anfibolito alto e granulito são frequentes também fusões parciais que dão origem a estruturas migmáticas do tipo nebulítica e *schlieren* (CPRM, 2005). Pode-se observar que tanto o Complexo Jequié como o Caraíba, fazem parte do embasamento cristalino no estado da Bahia e além de outros aspectos, serviram de base para o depósito de sedimentos meso- e neoproterozóicos e associados a isto posteriormente estabeleceram condições para a deposição das rochas fanerozóicas.

No mapa geológico da folha de Santo Antônio SD.24-V-B (CPRM,2006), a amostra AS23 situa-se nos depósitos detrítico- lateríticos do Neogeno (<23,05 Ma), explicando melhor a origem dessa lavra. Com base nessa divergência nos dois mapas, podemos supor que as areias coletadas nos locais AS8, AS9 e AS10 (distantes de 30 m no máximo entre elas) também são originárias dos depósitos detrítico-lateríticos, localizados a 900 m de distância no mapa geológico de Santo

Antônio de Jesus (1: 250.000) e a 480 m de distância no mapa geológico da Bahia (1: 1.000.000). A explicação seria a presença de uma fina camada de areia, não mapeável nessas escalas, formada a partir do intemperismo físico dos granulitos na transição entre os climas sub-úmido e semiárido.

As amostras AS2, AS6, AS7, AS24, AS25, AS26, AS31, AS32 e AS33 estão localizadas nos depósitos detrítico-lateríticos do Neógeno, que estão ligadas ao ciclo de aplainamento do final do Fanerozóico, distribuindo-se desta maneira na superfície elaborada por estes ciclos. Constituem sedimentos incoesos de origem eluvionar, de natureza clástico-terrágena, compostos por seixos e areias de granulação grossa a fina e siltes (CPRM, 2006). Vista a dinâmica da paisagem pode-se salientar que estes são sedimentos retrabalhados de outras rochas, sendo estas superfícies areno-conglomeráticas e ou siltico-argilosas associadas as superfícies de aplainamento.

As amostras AS23, AS24, AS25 e AS26 estão localizadas no município de Castro Alves e conforme pode ser observado no mapa de solos as mesmas correspondem a Latossolos, todavia no campo foi observada características tais como a (mudança textural abrupta e horizonte B mais argiloso e coeso) que evidenciavam que essas amostras correspondiam a Planossolos. Tal fato pode ser explicado talvez devido a escala do mapa utilizado (1: 1.000.000) que não apresenta muitos detalhes, ou em razão da própria variação dos solos no ambiente, visto que em detrimento de diversos fatores (relevo, vegetação condições de microclima e etc) determinado ambiente pode apresentar a curtas distâncias diferentes tipos de solos. Então deste modo pode ser entendido que naquela região conforme ilustrado no mapa a predominância seja de Latossolos, todavia existem manchas de Planossolos. Sendo esta observação indicativo da necessidade de estudos futuros mais específicos para sua confirmação.

As amostras AS2, AS6, AS7, AS8, AS9 e AS10 (Sapeaçu) AS31, AS32 e AS33 (Cabaceiras do Paraguaçu) conforme pode ser observado no mapa correspondem aos Latossolos Amarelos distróficos (LAd), todavia as características observadas no campo indicam a possibilidade de esta área apresentar material do Barreiras, que apesar de esta mapeado na mancha do LAd, podem na verdade se tratar de Planossolos ou Argissolos acinzentados

associados (Figura 3.10). Neste caso, sendo este um indicativo da necessidade de estudos mais específicos para classificação destes solos.



Figura 3.10 – Extração de areia no município de Cabaceiras.

As lavras onde foram coletadas AB3, AB4, AB5 e AB11 localizadas no município de Jaguaripe, correspondem também aos locais de domínio dos depósitos detritos-lateríticos, ambientes de domínio da Formação Barreiras típica de Tabuleiros Costeiros. Essas amostras de acordo com a classificação do mapa de solos correspondem a Latossolos Amarelos distróficos, todavia no campo foi possível perceber que os solos presentes nas áreas de extração eram Espodosolos. Esse fato foi constatado mediante as características observadas tais como: presença de horizonte E alábico, perfil com horizontes bastantes contrastantes, horizonte B espódico com coloração escura e aspecto endurecido. Além disso as condições do relevo e alta precipitação do local, eram propícias ao processo de podzolização que é específico para formação deste tipo de solo.

Pode-se desta maneira talvez associar a presença desse tipo de solo nessa região ao ambiente de Mussununga. Ambiente diferenciado, que apresenta características edáficas e vegetação específica, em áreas de depressão que apresentam solos arenosos, com ótimas condições para escavação e que acumulam água nos períodos de chuva (OLIVEIRA, 2007). Ainda segundo Secretti (2007) *apud* Saporetti Jr (2009) as áreas de mussunungas onde se desenvolvem plantas do tipo gramíneo lenhosa-arbórea, tem relação com solos

mais profundos e com areia de granulometria menor. Sendo os solos comumente desenvolvidos nessas áreas Espodosolos e Neossolos Quartzarênicos.

Todas essas características foram detectadas no campo, sendo que o local dessas amostras, nos períodos chuvosos apresentavam bastante alagamento (Figura 3.11), era possível perceber a presença de várias lagoas que se formavam nas cavas após a retirada da areia e em locais onde as lavras já estavam desativadas. Além disso foi observada a presença de um horizonte de coloração escura (Bh ou Bhs) e bastante endurecido (Figura 3.12) que ficava exposto após a retirada da camada arenosa.



Figura 3.11 – Ambientes alagados áreas de extração de areia Jaguaripe.



Figura 3.12- Horizonte endurecido localizado abaixo do Horizonte E de Espodosolos do município de Jaguaripe.



Figura 3.13- Perfil do Espodosolo do município de Jaguaripe.

As amostras de areia branca AB17, AB18, AB20, AB28 e AB29 estão inseridas na área do Grupo Brotas, sedimentos jurássicos constituídos pelas Formações Sergi e Aliança, representado principalmente por arcósios, sedimentos arenosos finos a conglomeráticos ricos em estratificações e folhelhos, evaporitos e arenitos conglomeráticos (CANABRAVA, 2013), esses materiais foram depositados na fase anterior a ruptura que originou os sistemas riftes Recôncavo-Tucano-Jatobá.

Conforme pode ser observado no mapa, somente a amostra AB13 está localizada no Grupo Santo Amaro, composto por sedimentos do Cretáceo Inferior, caracterizado pela presença de folhelhos e siltitos, em parte calcíferos, arenito subarcóseo e carvão.

Os sedimentos desse grupo apresentam material mais fino, mais argiloso o que não condiz com o tipo de areia encontrado no local. Todavia no mapa da região metropolitana de Salvador, escala 1:150.000 (CRPM, 2008) pode ser observado (Figura 3.14) que a mesma amostra encontra-se dentro da Formação Depósitos de leques aluviais coalescentes do Neogeno a 720 m do grupo Santo Amaro (Formação Candeias).

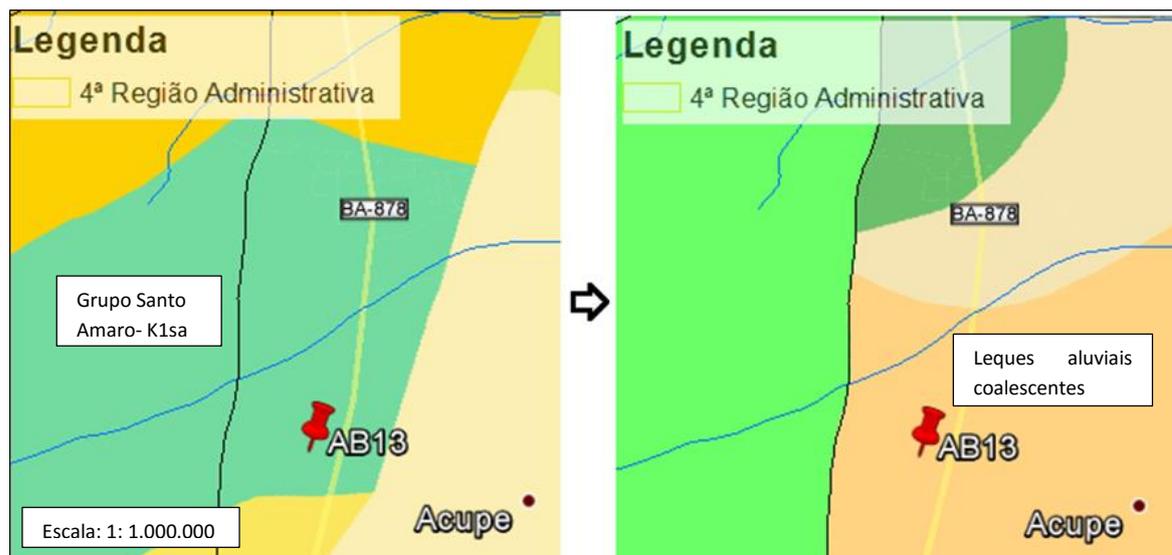


Figura 3.14– Mudança do tipo de Formação geológica de acordo com a variação de escala.

As amostras AB15, AB16, AB27, AB19 e AB21 correspondem aos Depósitos Litorâneos do Quaternário que são constituídos por areias com conchas marinhas, argila e silte ricos em matéria orgânica, dunas de areia fina bem selecionada todos estes relacionados a depósitos de praia, marinho e/ou lagunar atuais (CRPM,2002). Os depósitos arenosos também são designados como coberturas do Quaternário que ocorrem recobrendo rochas pré-cambrianas e sedimentos da Formação Barreiras (Paleógeno), sendo possível perceber que esses depósitos são oriundos de processos atuais da dinâmica da geologia costeira, onde o material oriundo de províncias geomorfológicas da paisagem tais como regiões de Serras (embasamento) transporta material para o ambiente costeiro (sistemas deposicional) (HORN FILHO et al.,2004).

Nesse sentido, é válido ressaltar que o local de depósito influencia nas características do material em detrimento do transporte e características do ambiente. A amostra AB19 está localizada nos depósitos flúvio-lagunares, sendo estes típicos de zonas que margeiam os rios, que apresentam um teor mais elevado de argila. Ao contrário a AB21 está localizada numa área de depósitos flúvio-marinhos eólicos, que são constituídas de areias bem selecionadas de granulometria média a fina e composição quartzosa, sem presença de argila (NEVES, 2013).

Em relação a ocorrência dos solos nos locais das amostras de areia branca AB17, AB18, AB19 e AB20, foi possível perceber que as mesmas correspondem aos Espodosolos, solos que são oriundos do processo de podzolização e que apresentam características propícias a exploração de areia (Figura 3.15).



Figura 3.15- Espodosolo no município de Jaguaripe.

As amostras AB13 (Santo Amaro), AB15 e AB16 (Jaguaripe), AB21 (Salinas das Margaridas), AB27, AB28 e AB29 (Aratuípe) correspondem aos Neossolos Quartzarênicos (Figura 3.16) localizados também nas áreas de Depósitos litorâneos, nas planícies litorâneas. Diferentemente dos Neossolos litólicos os Quartzarênicos não possuem contato lítico dentro de 50 cm de profundidade, apresentando sequência de horizontes A-C, cuja principal característica é a textura que é areia ou areia-franca em todos os horizontes. São essencialmente quartzosos, tendo nas frações areia grossa e fina 95% ou mais de quartzo, calcedônia ou opala (EMBRAPA, 2013).



Figura 3.16- Neossolo Quartzarênico Salinas das Margaridas.

As amostras AL1, AL12, AL14 e AL30 estão localizadas em leitos de rios, caracterizadas como sedimentos fluviais do rio Paraguaçu (AL1, AL30) do rio Sergi em Santo Amaro (AL12) e de um riacho em Saubara (AL14).

A lavra AL1 (C. Caraíba) está localizada a montante da barragem Pedra do Cavalo e a partir da análise em campo, foi possível perceber que a mesma é reflexo da mudança do regime de fluxo da corrente fluvial naquela área: a construção da barragem levou a uma redução do fluxo da corrente que não possui força o suficiente para transportar os sedimentos mais pesados, que acabam acumulando-se nesta área (3.17).



Figura 3.17- Barragem Pedra do Cavalo e local de extração de areia.

Foi possível observar no campo que aliado a este fato, outro fator desencadeante dessa situação é a presença de muitas rochas nesse ponto do rio, o que associado ao fluxo lento da corrente acaba por contribuir para a dificuldade de transporte destes sedimentos.

A amostra AL30 por sua vez, está localizada no estuário do rio Paraguaçu, onde de acordo com as observações feitas em campo a força da maré contra a corrente do rio acaba favorecendo o depósito de sedimentos mais finos do que em AL1 (Figura 3.18).

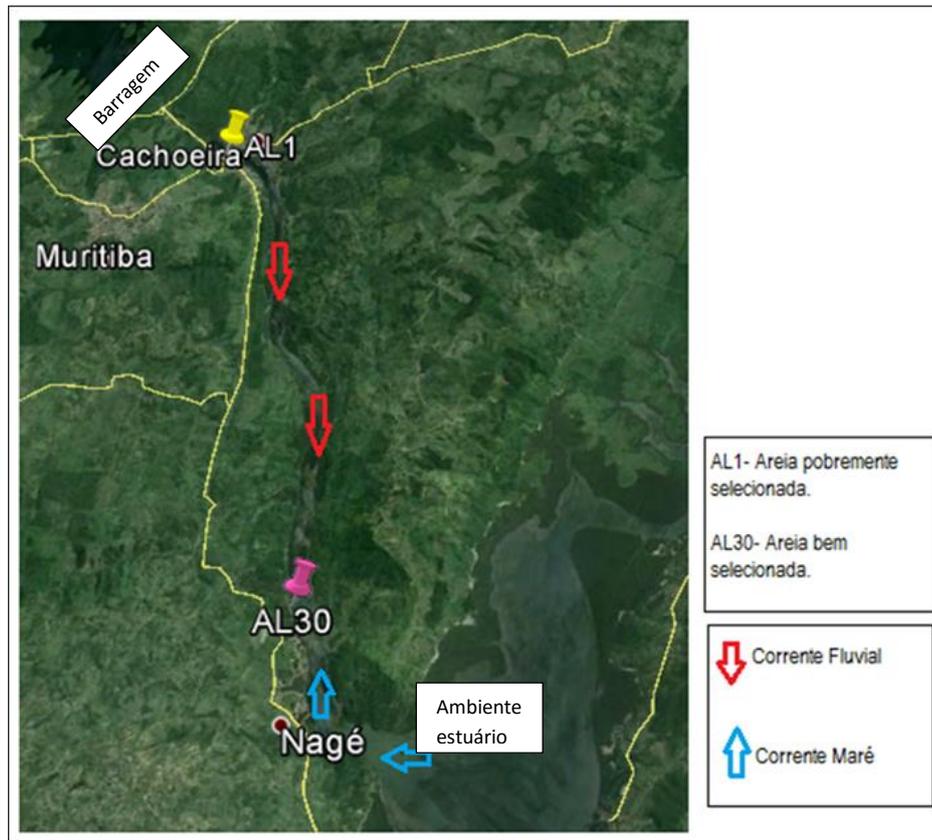


Figura 3.18- Ambientes de sedimentação nos municípios de Cachoeira e Maragogipe (amostras AL1 e AL30).

No município de Santo Amaro a areia extraída do Rio Sergi está localizada nas formações geológicas do grupo Santo Amaro, embora esse grupo apresente o predomínio de rochas argilosas com arenitos subordinados (GONÇALVES, 2008); a presença de areia nesse ponto pode ser explicada pela presença próxima dos arenitos do Grupo Brotas (figuras 3.19 e 3.20).



Figura 3.19- Distância entre o local da amostra e o Grupo Brotas.



Figura 3.20- Aspectos do relevo e da paisagem.

Sabendo-se que AL12 se trata de uma amostra retirada do curso de um rio, pode-se compreender que o material arenoso advém da erosão hídrica das formações arenosas do grupo Brotas, transportados pela corrente do rio e depositado numa área de menor declividade.

Finalmente a amostra AL14 está localizada no Rio das Pedras no município de Saubara, cuja formação geológica corresponde aos depósitos flúvio-marinhos e eólicos, típicos de áreas mais próximas ao mar, onde o relevo é mais aplainado e as areias são mais selecionadas em detrimento do longo transporte. Os sedimentos presentes neste local também são oriundos do Grupo Brotas, vista a proximidade do mesmo do local de amostragem. É preciso salientar que as amostras AL12 e AL14 correspondem a local de sedimentos, não sendo associadas a nenhum tipo de solo.

3.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA AREIA

3.2.1 Avaliação mineralógica

Em relação a composição mineralógica das amostras foi possível observar a presença de minerais tais como mica, óxidos de ferro, feldspato, piroxênio, anfibólios e principalmente em sua grande maioria a presença de quartzos, em alguns casos até em 100% da constituição das amostras (Figura 4).

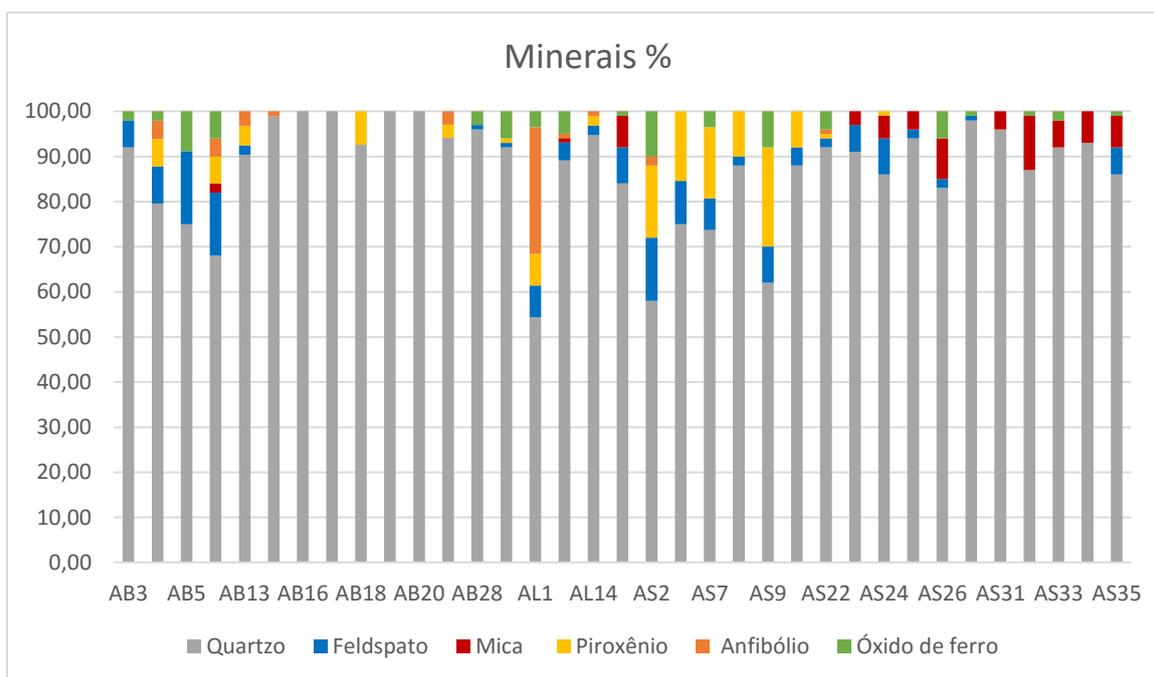


Figura 4 - Composição mineralógica das amostras

Conforme ilustra o gráfico em todas as amostras o mineral em maior quantidade foi o quartzo, isso já era esperado vista que esse mineral é o principal constituinte da fração areia e também em virtude da sua dureza e alta resistência

ao intemperismo (TEIXEIRA E SANTOS-PINTO, 2006). Através da figura 4.1 pode ser observado os teores de quartzo presente em cada um dos tipos de areia.

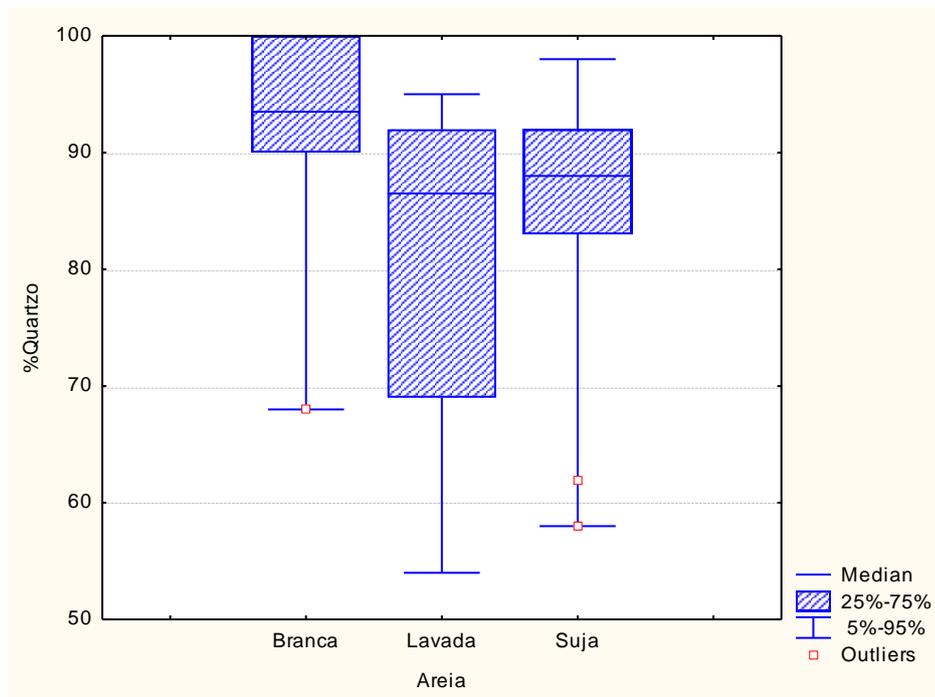


Figura 4.1 - Teor de quartzo nas areias branca, lavada e suja.

É possível observar que os três tipos de areia apresentaram teores acima de 80%, sendo importante destacar que o teor de quartzo foi significativamente maior nas areias brancas (Apêndice 2) devido aos tipos de solos que caracteristicamente apresentam grandes teores de quartzo. Esses solos correspondem aos Espodossolos do município de Jaguaripe localizados em áreas de Depósitos litorâneos e sedimentos oriundos de arenitos pertencentes ao Grupo Brotas, e também correspondem aos Neossolos Quartzarênicos do município de Jaguaripe e Santo Amaro.

As areias lavadas em comparação as outras apresentaram menor teor de quartzo, geralmente as areias lavadas apresentam grandes variedades de minerais em detrimento de serem oriundas de transporte fluvial.

As areias que apresentam grandes quantidades de quartzo são as mais indicadas para uso na construção civil, vista a resistência e durabilidade atribuída a este material. Areias que não são indicadas para uso são aquelas cuja constituição possui quantidades significativas de minerais menos resistentes tais

como a mica, que acabam interferindo na resistência do concreto (NEVILLE, 1982.) .

3.2.2 Análise Petrográfica

No que tange ao aspecto da superfície do grão, a maioria dos grãos apresentaram textura rugosa (Figura 4.2) indicando pouco transporte dos sedimentos durante a formação desses depósitos.

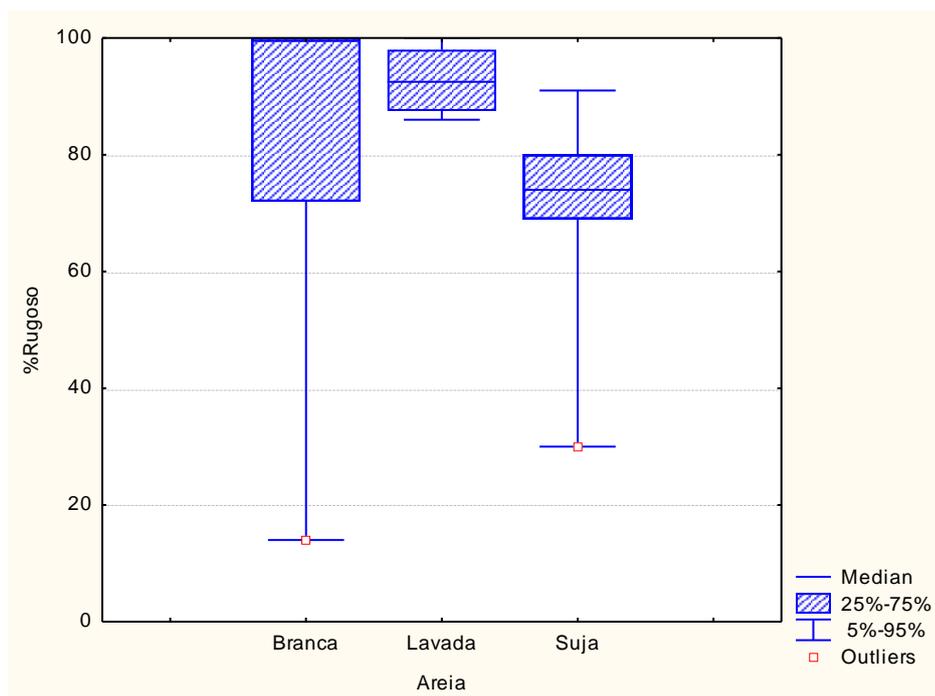


Figura 4.2 – Aspectos da superfície dos grãos de areia.

Conforme pode ser observado as amostras de areias brancas apresentaram uma quantidade de grãos rugosos bem maior em relação as areias lavadas e sujas, do ponto de vista da construção civil os grãos rugosos apresentam melhor aderência ao cimento e ao betume, e os grãos mais lisos e arredondados requerem menos água na pasta para produção de misturas trabalháveis (MEHTA E MONTEIRO, 1994). As amostras de areias brancas praticamente não possuíam grãos lisos, fato este que pode estar associado a origem desse material que é do cristalino. Já as amostras de areia suja, cujos solos foram formados a partir dos sedimentos apresentaram maior quantidade de grãos lisos.

A maioria dos grãos apresentaram brilho (Figura 4.3), pode-se compreender que o brilho seja o aspecto da superfície sob a luz refletida. Essa característica diz respeito a composição mineralógica das amostras, que vai apresentar uma variedade de minerais que podem possuir diversos tipos de brilho (vítreo, metálico, sedoso e etc.). Como as amostras de areia em sua maioria são constituídas por quartzo, é importante destacar que o quartzo apresenta brilho vítreo, às vezes graxos (MENEZES, 2012).

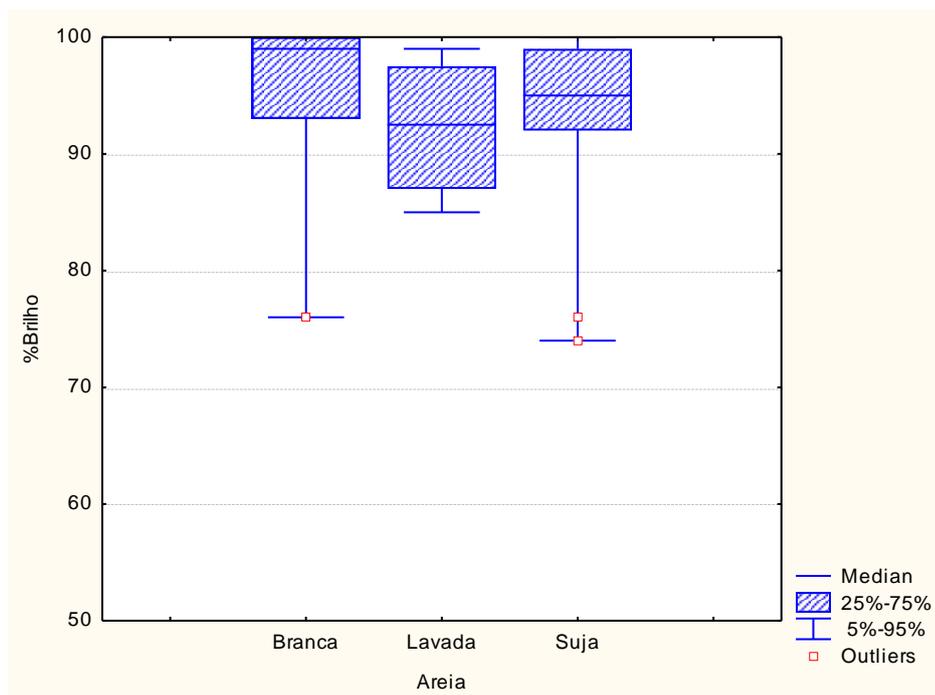


Figura 4.3- Brilho dos grãos de areia.

Conforme pode ser observado em relação ao brilho os três tipos de areia apresentaram teores acima de 90 % e não apresentaram variação significativa (Apêndice 2).

Ainda em relação a características da superfície, a diafanidade é a capacidade de um mineral transmitir a luz, segundo a qual os minerais podem ser classificados em translúcidos (deixam passar a luz através deles) ou opacos (não deixam passar a luz) (MENEZES, 2012). Através da análise da figura 4.4 é notório que a os três tipos de areia apresentaram a maior parte dos grãos translúcidos, principalmente as amostras de areia branca. Isso ocorre devido a própria composição mineralógica das amostras que em sua maioria eram constituídas por grãos de quartzos translúcidos.

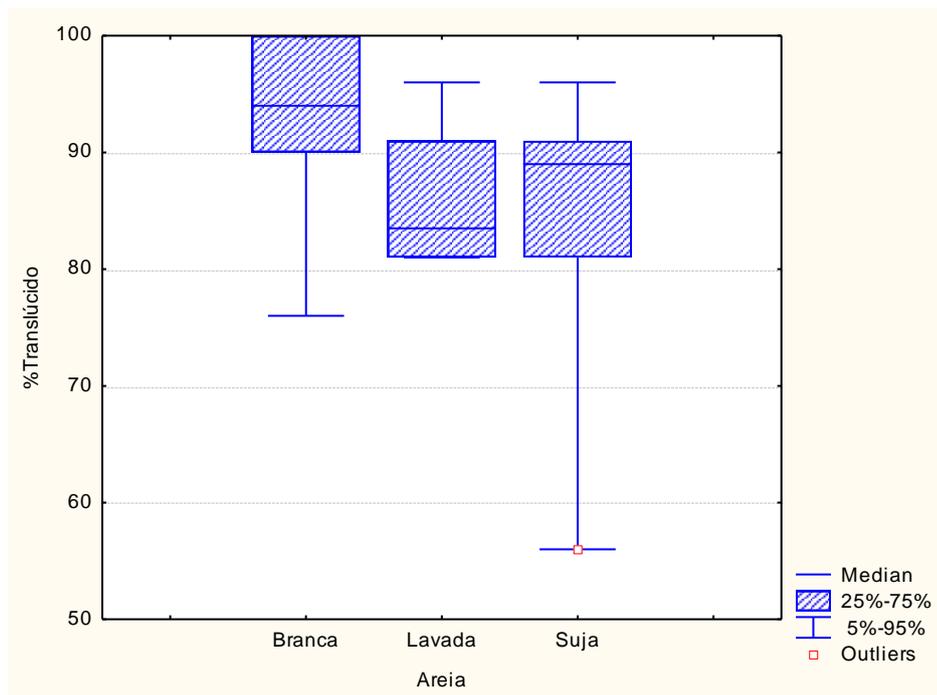


Figura 4.4 – Grãos de areia translúcidos.

3.2.2.1 Arredondamento e esfericidade

Através da análise morfológica foi possível identificar o grau de esfericidade e arredondamento dos grãos de areia. O estudo morfológico é um importante instrumento na caracterização das partículas sedimentares, auxiliando na compreensão do tempo da partícula no ciclo sedimentar, os agentes e a intensidade dos processos envolvidos no seu transporte.

Na construção civil a forma do grão é de grande importância para avaliar a qualidade do material a ser utilizado, em relação a sua resistência e trabalhabilidade. O grau de esfericidade e arredondamento das amostras foram identificados conforme pode ser visto nas figuras 4.5 e 4.6.

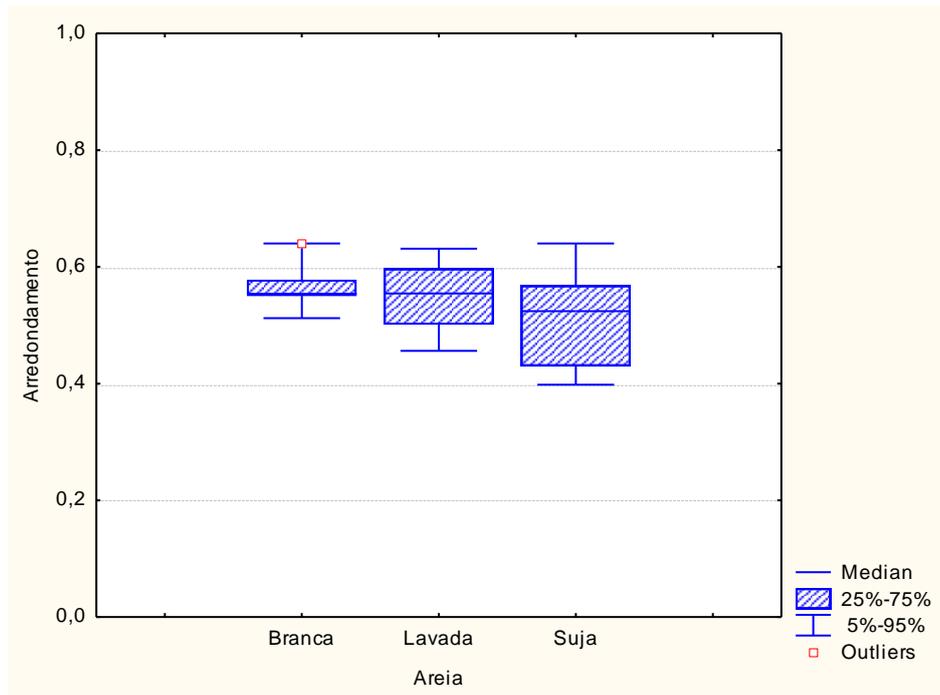


Figura 4.5 – Grau de arredondamento dos grãos.

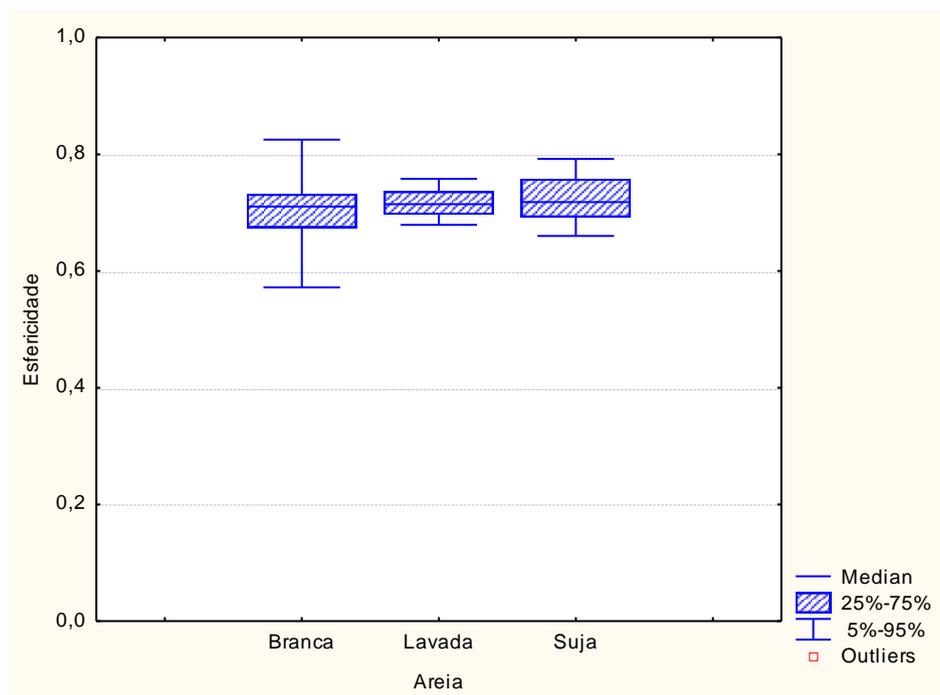


Figura 4.6- Grau de esfericidade dos grãos.

Pode-se perceber que tanto em relação ao arredondamento, quanto em relação a esfericidade, os valores entre os três tipos de areia (branca, lavada e suja) não apresentaram estatisticamente diferenças significativas (Apêndice 2).

O Quadro 4 mostra para cada um dos índices ilustrados nos gráficos acima o grau de esfericidade e arredondamento.

Quadro 4- Grau de esfericidade e arredondamento.

Amostras	Arredondamento	Grau de arredondamento	Esferecidade	Grau de esferecidade
AB3	0,55	Subarredondado	0,65	Média
AB4	0,64	Arredondado	0,57	Média
AB5	0,63	Arredondado	0,65	Média
AB11	0,63	Arredondado	0,75	Muito boa
AB13	0,51	Subarredondado	0,73	Boa
AB15	0,55	Subarredondado	0,72	Boa
AB16	0,55	Subarredondado	0,7	Boa
AB17	0,55	Subarredondado	0,74	Boa
AB18	0,53	Subarredondado	0,67	Boa
AB19	0,57	Subarredondado	0,69	Boa
AB20	0,58	Subarredondado	0,71	Boa
AB21	0,55	Subarredondado	0,83	Muito boa
AB27	0,52	Subarredondado	0,76	Muito boa
AB28	0,56	Subarredondado	0,71	Boa
AB29	0,51	Subarredondado	0,72	Boa
AL1	0,63	Arredondado	0,68	Boa
AL12	0,55	Subarredondado	0,71	Boa
AL14	0,56	Subarredondado	0,76	Boa
AL30	0,46	Subangular	0,76	Boa
AS2	0,57	Arredondado	0,66	Média
AS6	0,52	Subarredondado	0,7	Boa
AS7	0,64	Arredondado	0,68	Boa
AS8	0,56	Subarredondado	0,68	Boa
AS9	0,54	Arredondado	0,72	Boa
AS10	0,62	Arredondado	0,69	Boa
AS22	0,42	Subangular	0,78	Muito boa
AS23	0,41	Subangular	0,71	Boa
AS24	0,42	Subarredondado	0,73	Boa
AS25	0,4	Subangular	0,77	Muito boa
AS26	0,43	Subangular	0,79	Muito boa
AS31	0,53	Subarredondado	0,71	Boa
AS32	0,56	Subangular	0,72	Boa
AS33	0,6	Arredondado	0,67	Média
AS34	0,48	Subangular	0,72	Boa
AS35	0,46	Subangular	0,76	Muito boa

De acordo com os gráficos e com a tabela pode-se verificar que em relação ao arredondamento a maioria das amostras apresentou índice de valor (0,4 e

0,6) que correspondem ao grau arredondado e subarredondado. Os grãos mais arredondados requerem menos água na pasta do cimento do que os grãos mais angulosos. No que tange a esfericidade a maioria das amostras apresentou índice 0,7 classificadas como boa. Quanto mais esféricos os grãos de areia maior menor será os índices de vazios e deste modo melhor o empacotamento (TRISTÃO, 2005).

3.2.3 Materiais pulverulentos

O teor de materiais pulverulentos das amostras de areia, caracterizados pelo material fino que passam pela peneira de 75 μm determinados por meio da NBR NM 46, foram classificados conforme a figura 4.7. O limite máximo de materiais pulverulentos presentes no agregado miúdo de concreto protegido de desgastes superficiais é de 5%, no caso de uso em concreto submetido a desgastes superficiais o limite diminui e passa a ser de no máximo 3%.

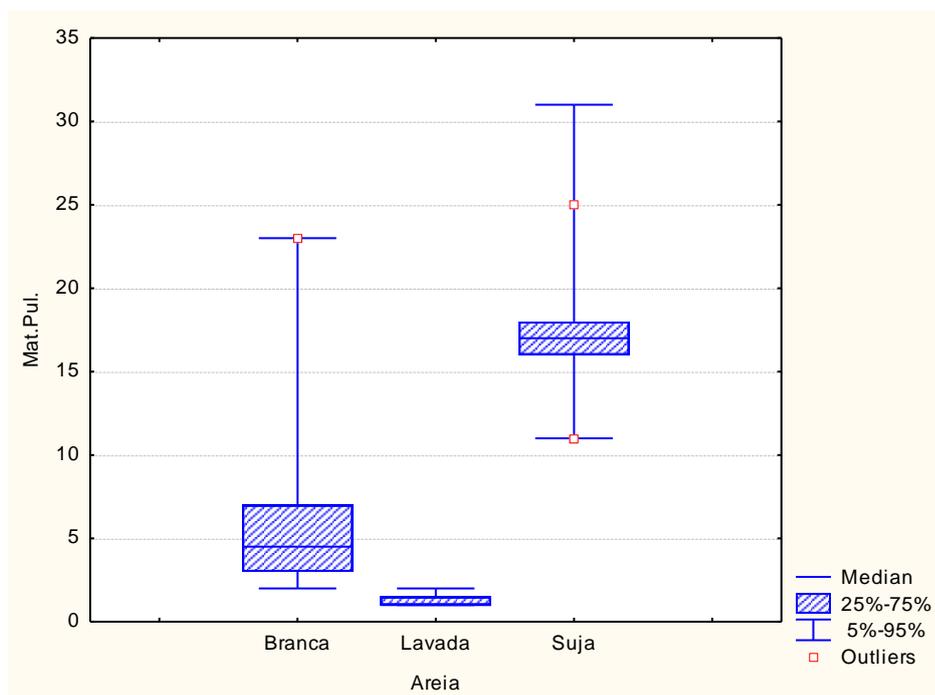


Figura 4.7- Teor de materiais pulverulentos de amostras.

A análise comparativa entre os valores elucidada que a diferença estatística (Teste Tukey) entre o teor de MP dos três tipos de areia é bastante significativa. Pode-se perceber que as amostras de areia lavada possuem os menores teores de finos, valores inferiores a 2%, deste modo atendendo aos dois limites estabelecidos para o uso, sendo neste caso essas amostras consideradas de

ótima qualidade. A maioria das amostras de areias brancas atendem ao limite de 5% estabelecido para o uso de concreto protegido de desgastes, esse fato pode ser explicado em razão dos locais de ocorrência dessas amostras, que são em locais de relevo plano a suave ondulado, planícies litorâneas onde o índice de pluviosidade é alto, a taxa de infiltração também e os materiais mais finos são lixiviados e/ou translocados para os horizontes subjacentes dos solos o que corrobora para formação de solos arenosos com grandes teores de quartzo.

As amostras de areia suja apresentaram os maiores teores de materiais pulverulentos (Apêndice 2) isso em função de corresponderem a solos que apesar de apresentarem textura arenosa, possuem teores de argila e silte (Latosolos, Planossolos) em sua constituição, isso pode ocorrer em detrimento do material de origem ou que foi depositado, ser composto por minerais menos resistentes atribuindo maior teor de finos aos solos. A Figura 4.9 ilustra mais detalhamento os teores de cada uma das amostras e a classificação em relação ao uso/qualidade.

Quadro 4.1 – Materiais pulverulentos das amostras de areia.

Amostras	M. Pulverulentos	Qualidade
AB3	6,45%	Reprovado
AB4	12,27%	Reprovado
AB5	13,92%	Reprovado
AB11	22,95%	Reprovado
AB13	4,10%	Aprovado
AB15	4,71%	Aprovado
AB16	1,89%	Aprovado
AB17	4,16%	Aprovado
AB18	2,27%	Aprovado
AB19	3,21%	Aprovado
AB20	3,20%	Aprovado
AB21	2,43%	Aprovado
AB28	5,83%	Reprovado
AB29	6,98%	Reprovado
A1	0,56%	Aprovado
A12	1,53%	Aprovado
A14	1,16%	Aprovado
A30	1,40%	Aprovado
A2	17,97%	Reprovado
A6	10,94%	Reprovado
A7	13,76%	Reprovado
A8	16,01%	Reprovado
A9	16,59%	Reprovado

A10	30,61%	Reprovado
A22	15,63%	Reprovado
A23	24,68%	Reprovado
A24	17,42%	Reprovado
A25	15,84%	Reprovado
A26	17,82%	Reprovado
A27	10,55%	Reprovado
A31	15,61%	Reprovado
A32	17,78%	Reprovado
A33	28,35%	Reprovado
A34	16,48%	Reprovado
A35	17,14%	Reprovado

3.2.4 Análise de distribuição granulométrica

Em relação a distribuição granulométrica das amostras, foram elaboradas curvas granulométricas para melhor compreensão da distribuição granulométrica das amostras dentro das zonas classificadas como ótimas e utilizáveis pela NBR 7211, a qual determina limites superiores e inferiores conforme especificado no Quadro 4.2.

Quadro 4.2– Limites de distribuição granulométrica dos agregados miúdos

LIMITES DA DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DO AGREGADO MIÚDO				
% EM MASSA RETIDA ACUMULADA				
PENEIRA	LIMITES INFERIORES		LIMITES SUPERIORES	
	Z. UTILIZÁVEL	Z. ÓTIMA	Z. UTILIZÁVEL	Z. ÓTIMA
4,8	0	0	5	10
2,4	0	10	20	25
1,2	5	20	30	50
0,6	15	35	55	70
0,3	50	65	85	95
0,15	85	90	95	100

(ABNT,2009).

Com base nesses limites foi possível fazer a classificação das amostras de acordo com a sua distribuição granulométrica, conforme pode ser observado nas (Figuras 4.8; 4.9; 4.10; 4.11; 4.12 e 4.13) que representam as curvas granulométricas referentes as 35 amostras. Para melhor compreensão dos resultados as curvas foram elaboradas e divididas de acordo com o tipo de areia: branca, lavada e suja.

Conforme pode ser observado (Figuras 4.8 e 4.9) somente as amostras de areia branca AB13 e AB18 apresentaram um resultado satisfatório, uma vez que as mesmas encontram-se entre as zonas ótimas e utilizáveis estabelecidas pela ABNT.

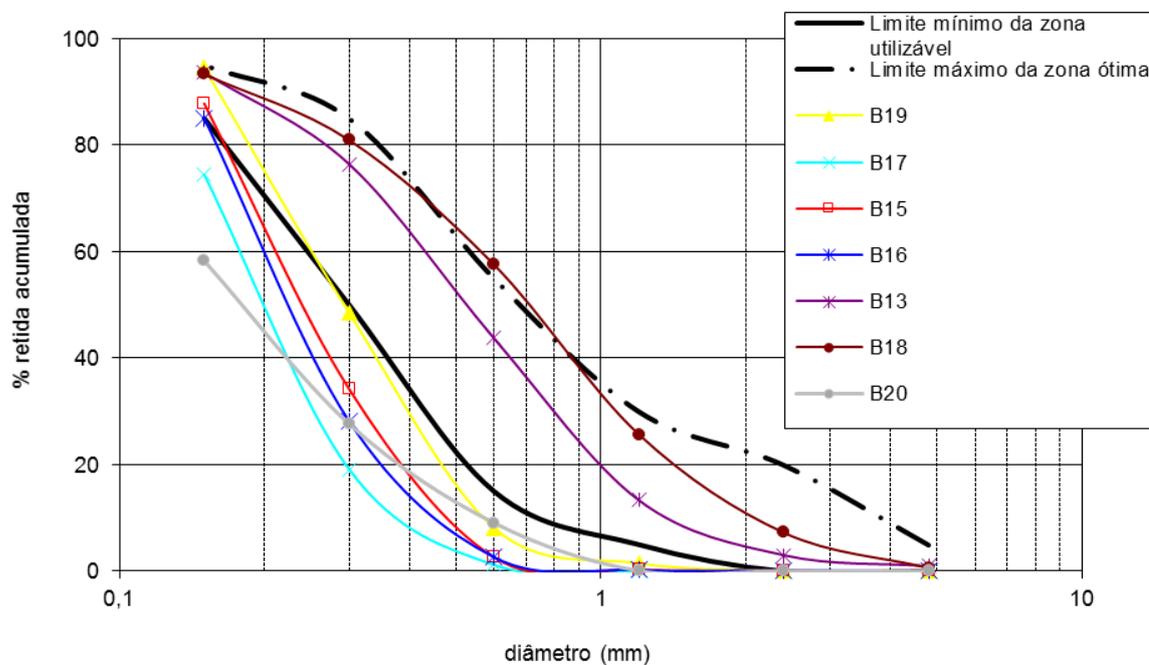


Figura 4.8-Curvas granulométricas amostras AB3 a AB5,AB11, AB21, AB28,AB27, AB29.

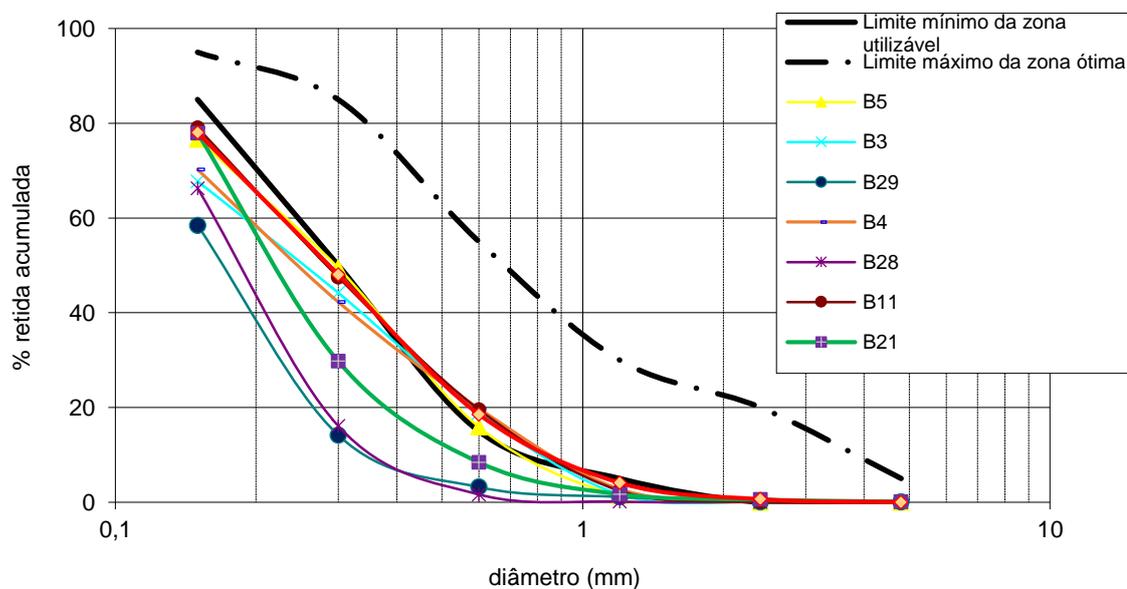


Figura 4.9- Curvas granulométricas das amostras AB13, AB15 até AB20.

Conforme pôde ser observado nas figuras a maioria das amostras apresentaram granulometria abaixo do limite mínimo. Essas amostras de areia branca possuem muito material fino e pouca areia grossa. Isso pode ser explicado devido ao fato da maioria das amostras estarem localizadas no Grupo Brotas, que possui material oriundo de processos de depósitos eólicos. As rochas sedimentares do Grupo Brotas, foram depositadas antes da separação dos continentes (fase pré-rifte) (CARVALHO, 2010) material acumulado em regiões mais baixas resultantes do transporte eólico ou seja material mais fino. A amostra AB13 está localizada numa área de Depósito de leques aluviais coalescentes, composto por areias brancas, mal selecionadas e seixos rolados (CPRM, 2007) material de origem recente que não sofreu muito intemperismo.

Conforme pode ser observado na figura 4.10 , todas as amostras de areia lavada encontram-se dentro das zonas ótimas e utilizáveis estabelecidas pela ABNT NBR 7211.

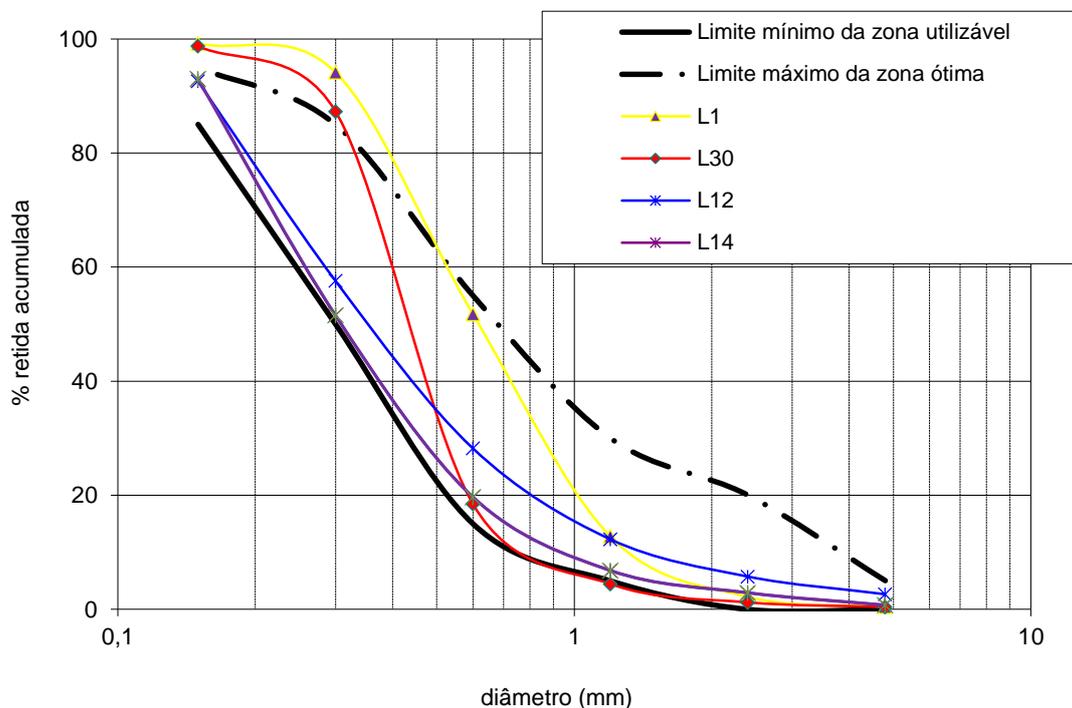


Figura 4.10- Curvas granulométricas das amostras AL1,AL12,AL14 e AL30.

As amostras de areia lavada, correspondem a sedimentos depositados em leitos de rios, por este motivo as mesmas não possuem muito material fino (argila).

A partir da análise das figuras 4.11, 4.12 e 4.13 é perceptível que dentre as amostras de areia suja somente as amostras AS2, AS31 e AS35 apresentaram um resultado satisfatório, uma vez que os mesmos encontram-se entre as zonas ótimas e utilizáveis estabelecidas pela ABNT NBR 7211.

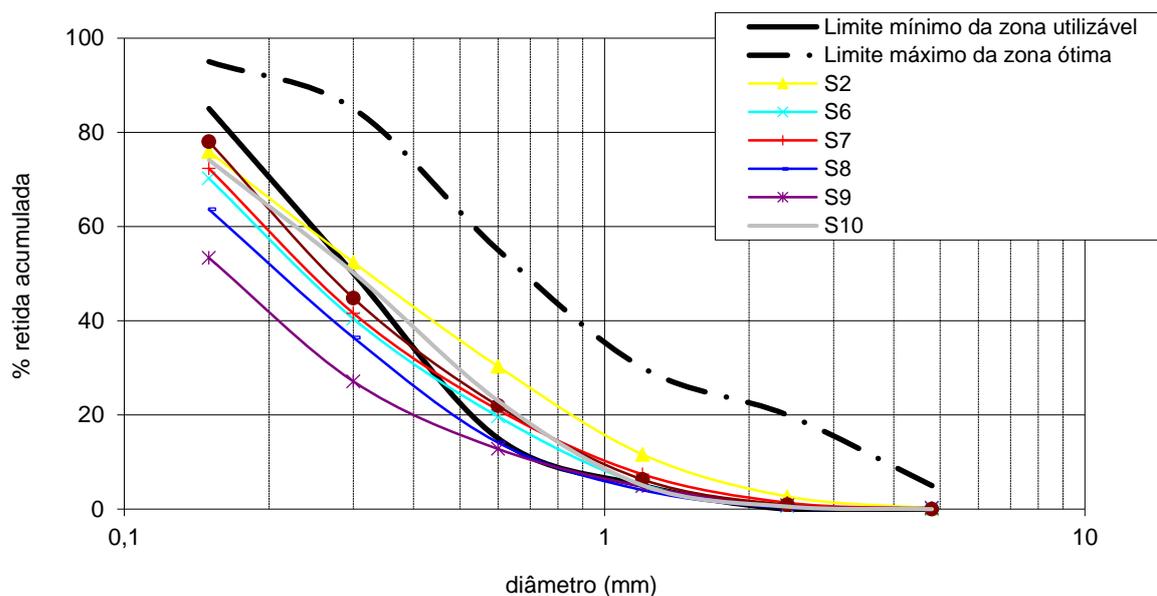


Figura 4.11 – Curvas granulométricas das amostras AS2,AS6 até AS10.

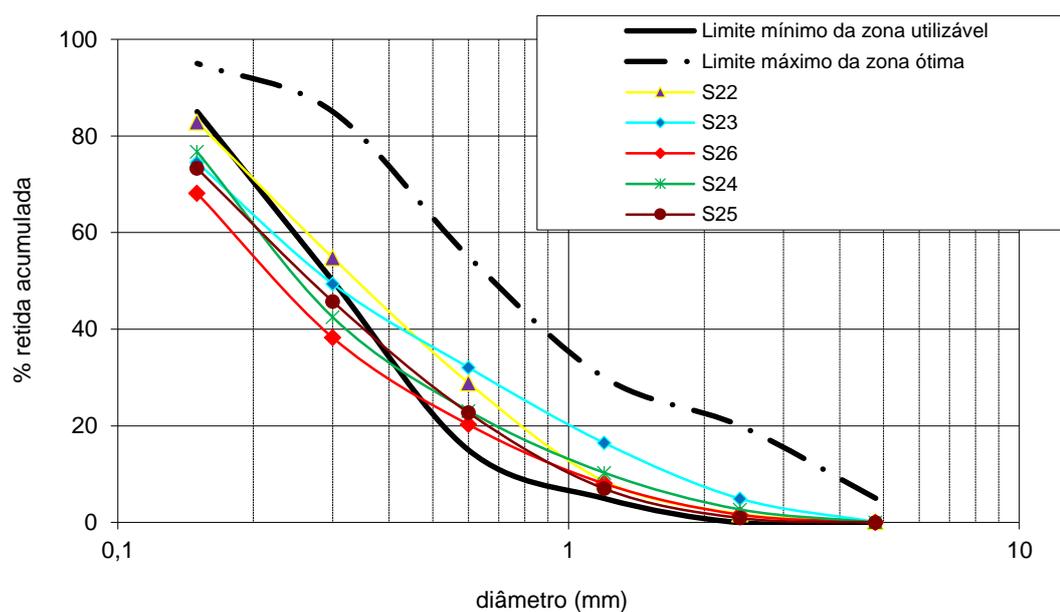


Figura 4.12- Curvas granulométricas das amostras AS22 até AS25.

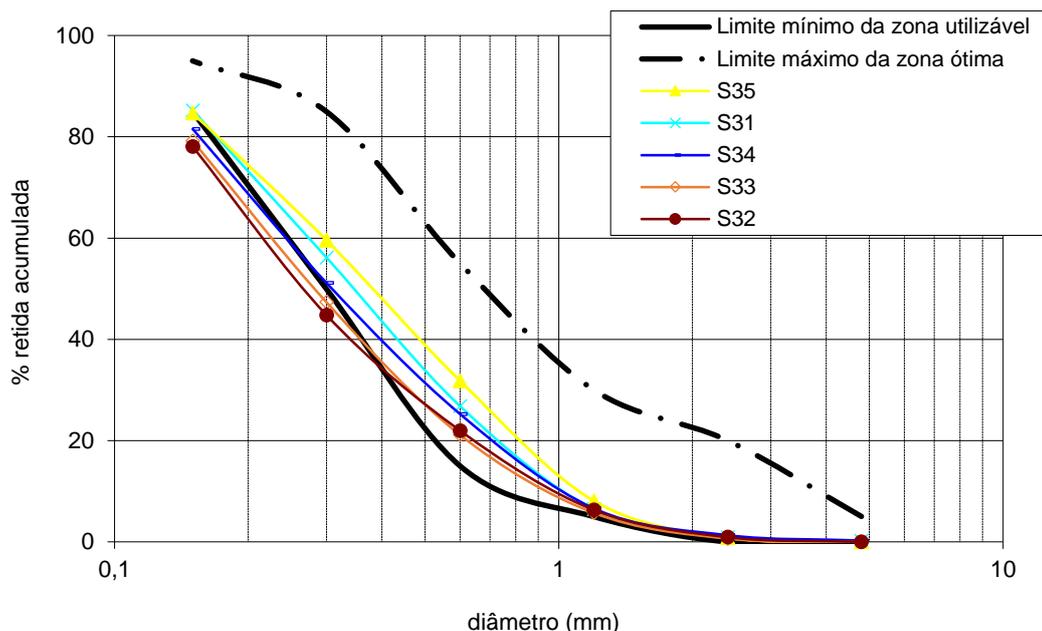


Figura 4.13- Curvas granulométricas das amostras AS31 até AS35.

No geral, as amostras de areia suja apresentaram resultados bastante parecidos, os depósitos desse material em sua maioria pertencente ao Grupo Barreiras são de origem fluvial, que possuem caráter argiloso, argilo-arenoso ou arenoso, sendo as areias presentes nessa formação oriundas de períodos mais recentes (Quaternário) (MELO *et al.* 2002).

As fases de sedimentação do Barreiras estariam relacionadas a variações climáticas (dentre outros fatores) a períodos nos quais o mar esteve acima do nível atual, logo, o material intemperizado nas fases de mar elevado era removido e depositado nas fases de seca, e assim foram formando fluxos de detritos e lamas (OLIVEIRA 2007 *apud* BIGARELLA 1975). Por este motivo esses solos possuem essa granulometria fina (areia fina, argila e silte).

Além da distribuição granulométrica, também foi possível avaliar o módulo de finura (MF) e a dimensão máxima característica de cada amostra. De acordo com os limites estabelecidos pela NBR 7211 (Zona utilizável inferior: $1,55 < MF < 2,20$; Zona ótima: $2,20 < MF < 2,90$; Zona utilizável superior: $2,90 < MF < 3,50$) as amostras foram classificadas conforme Quadro 4.3.

Quadro 4.3 -Classificação do módulo de finura e tipos de areia

Classificação do módulo de finura e tipos de areia			
Amostras	MF	Classificação MF	D. Máx. (mm)
AB3	3,09	Limite Superior Utilizável	1,18
AB4	3,21	Limite Superior Utilizável	1,18
AB5	3,31	Limite Superior Utilizável	1,18
AB11	3,55	Limite Superior Utilizável	1,18
AB13	2,31	Ótima	2,40
AB15	1,25	Fora dos limites	0,60
AB16	1,16	Fora dos limites	0,60
AB17	0,95	Fora dos limites	0,60
AB18	2,65	Ótima	4,80
AB19	1,53	Limite Inferior Utilizável	1,20
AB20	0,95	Fora dos limites	1,20
AB21	1,18	Fora dos limites	1,20
AS27	1,49	Fora dos limites	1,20
AB28	0,84	Fora dos limites	0,60
AB29	0,77	Fora dos limites	0,60
AL1	4,6	Fora dos Limites	2,36
AL12	1,99	Limite Inferior Utilizável	4,80
AL14	1,75	Limite Inferior Utilizável	2,40
AL30	2,11	Limite Inferior Utilizável	1,20
AS2	3,19	Fora dos Limites	2,36
AS6	3,33	Limite Superior Utilizável	1,18
AS7	3,42	Limite Superior Utilizável	2,36
AS8	3,02	Limite Superior Utilizável	1,18
AS9	2,68	Ótima	1,18
AS10	3,39	Limite Superior Utilizável	1,18
AS22	1,77	Limite inferior utilizável	2,40
AS23	1,77	Limite inferior utilizável	2,40
AS24	1,55	Limite inferior utilizável	2,40
AS25	1,50	Fora dos limites	2,40
AS26	1,36	Fora dos limites	2,40
AS31	1,76	Limite inferior utilizável	2,40
AS32	1,52	Fora dos limites	2,40
AS33	1,54	Fora dos limites	2,40
AS34	1,66	Limite inferior utilizável	2,40
AS35	1,85	Limite inferior utilizável	2,40

As amostras AL1, AB15, AB16, AB17, AB20, AB21, AB28, AB29, AS2, AS25, AS26, AS27, AS32 e AS33 apresentaram módulo de finura fora dos limites estabelecidos pela NBR 7211, em função das mesmas possuírem grande teor de areia fina em sua constituição.

3.2.5 Avaliação do teor de carbono orgânico

O carbono orgânico (CO) é considerado como material deletério para construção civil, em detrimento de prejudicar características inerentes a trabalhabilidade dos agregados, contribuindo para diminuição da durabilidade do material (MARTINS,2008). Desta maneira é possível presumir que quanto maior teor de carbono orgânico na areia, menor será a sua qualidade e emprego na construção civil.

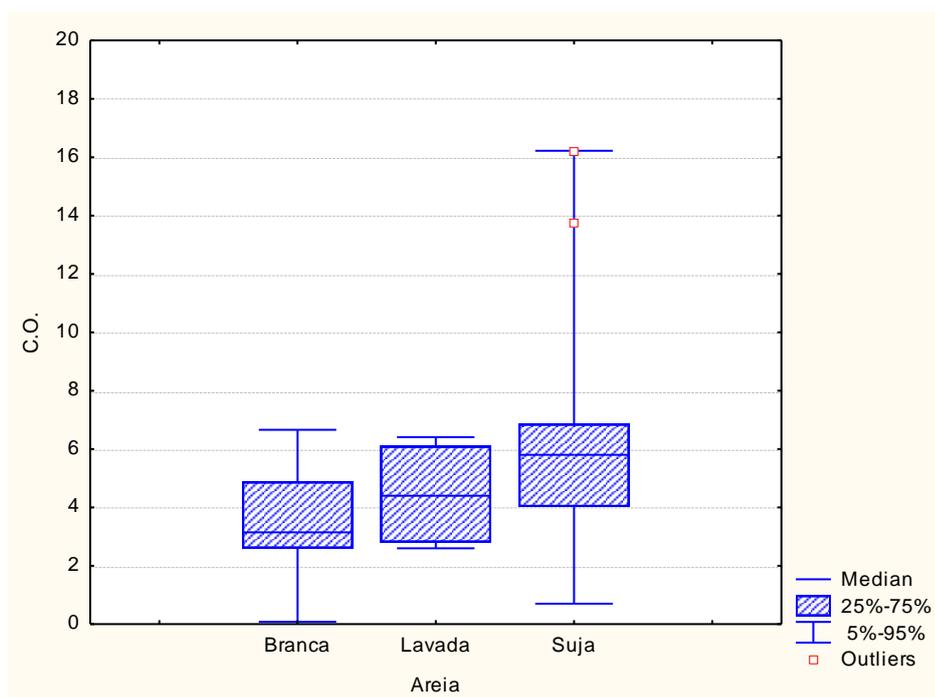


Figura 4.14- Valores de carbono orgânico amostras de areia.

As amostras de areias sujas foram as que apresentaram os maiores teores de C.O (6,2 g/kg), em comparação as amostras de areias brancas e lavadas. Esse resultado era esperado vista a própria coloração desses solos (escura) que já era um indicativo da presença de matéria orgânica.

As amostras de areia lavada apresentaram teores de 4,5 g kg de CO, valores altos quando comparados com os apresentados pelas amostras de areia branca (3,5 g/kg), uma vez que o esperado era que devido a correnteza do rio lavar as areias, as mesmas apresentassem menores teores. No caso da amostra AL1, como a vazão de água da Barragem Pedra do Cavalo não possui uma regularidade, acredita-se que a correnteza do rio acabe de alguma forma perdendo a força o que pode também influenciar nesse aspecto. Já a amostra

AL30 está localizada numa zona de estuário, próximo a manguezais, onde a presença de material vegetal é evidente.

As amostras de areia branca apresentaram os menores teores de C.O (3,5 g/kg), os solos correspondentes a essas áreas (Neossolos e Espodosolos) que não apresentam altos teores de carbono orgânico nas camadas superficiais (arenosas).

3.3 IMPACTOS AMBIENTAIS

Os impactos relacionados a extração de areia nos diferentes tipos de solos foram identificados no campo com auxílio de check lists, através dos quais foi possível relacionar para cada uma das amostras os impactos observados em relação as fases de abertura, restauração e manutenção das vias de acesso; limpeza do terreno; escavação e remoção do bem mineral; seu carregamento e transporte.

O perfil das atividades de extração de areia nas regiões administrativas de Santo Antônio de Jesus e Cruz das Almas apresenta impactos positivos e negativos que podem variar em grau de intensidade a depender do tipo de lavra e demanda de material. A extração de areia é uma atividade com grande potencial de modificação do ambiente, foi possível observar que a mesma acaba causando principalmente dentre outros aspectos, a degradação dos solos, vista que este recurso é a base para o desenvolvimento desta atividade. A utilização de maquinário pesado, a retirada da vegetação para abertura de vias para futuras explorações, o processo de remoção de horizontes do solo, o processo de transporte do bem mineral e aliado a isso a falta de projetos ou ações de recuperação das áreas, acabam gerando impactos que em muitos casos podem ser irreversíveis.

Os impactos que foram listados através dos check lists das 35 amostras, onde foram mensurados a magnitude, o caráter e estimadas a duração destes de acordo com cada tipo de lavra, foram representados na Tabela 2 em relação a cada uma das quatro fases inerentes do processo de lavra; abertura, limpeza do terreno, escavação e remoção; e carregamento e transporte.

Tabela 2 - Teste Tukey da variação entre os impactos ambientais nas fases do processo de instalação da lavra de areia.

Fases do processo de lavra	Impactos ambientais		
	Areia branca	Areia lavada	Areia suja
Abertura	-1,6 a	-1 a	-1,2 a
Limpeza	-1,5 b	-0,6 a	-1 a
Escavação	-1,1 ab	-0,3 a	-1,3 b
Transporte	-0,4 a	-0,2 a	-0,7 b

Foi observado que as lavras de areia branca apresentaram maiores impactos em relação as fases de abertura e limpeza do terreno, o que pode estar associado aos tipos de solos que são mais arenosos (Neossolos e Espodossolos) nesse aspecto com a retirada da vegetação tornam-se mais suscetíveis a erosão. As lavras de areia suja apresentaram maiores impactos em relação as fases de escavação e transporte o que poderia estar associado também aos tipos de solos que por possuírem maior teor de argila, são mais favoráveis a compactação pela utilização do maquinário pesado (caçambas e tratores).

3.3.1 Degradação dos solos em áreas de extração de areia

Com base nos check lists de impactos ambientais pode-se compreender que nesses ambientes de extração de areia, a degradação dos solos é muito intensa. Um dos principais impactos observados foi a remoção das camadas superficiais do solo (Figura 4.15), onde estão concentrados o material arenoso (horizonte A ou E) ocorre que essa remoção acaba destruindo perfis inteiros de solos, alterando toda configuração do relevo (Figura 4.16) na área e afetando características do solo ou por vezes destruindo os mesmos.



Figura 4.15- Exposição das raízes da árvore após a remoção da camada arenosa.



Figura 4.16– Aspecto do terreno conforme o material é retirado.

Outro aspecto observado é que a depender do tipo de solo, a retirada da camada arenosa pode expor horizontes mais endurecidos e propiciar o acúmulo de água, formando lagoas nas cavas (Figura 4.17).

Esse fato foi detectado no município de Jaguaripe, onde no período chuvoso foi observado a presença de várias lagoas nas antigas áreas de extração (Figura 4.17) o que denota que após o encerramento das atividades em determinada lavra, na maioria dos casos não é realizado o recobrimento da área com topsoil e quando feito não existe o emprego de nenhuma técnica de recuperação das áreas degradadas.



Figura 4.17 – Acumulo de água em antigo local de exploração.

Associado a remoção, ocorre também a compactação do solo (figura 4.18), em detrimento da utilização de veículos pesados, tanto a retroescavadeira usada para o desmonte, como também as caçambas que transportam o material. Logo, os solos ficam compactados e perdem aeração, o que também impede a infiltração de água, e em solos cujo os horizontes subsuperficiais são mais argilosos a compactação é ainda maior.



Figura 4.18 – Compactação pela utilização de maquinário pesado.

Todos estes aspectos acabam contribuindo para degradação dos solos nas áreas de extração de areia, situação que é bastante preocupante em razão da

importância desse recurso na manutenção da qualidade do ambiente e para a própria qualidade de vida das pessoas que necessitam desta atividade para se manter. Isso porque em muitos casos a falta de organização e controle da retirada do material acabam por diminuir a longevidade dessas lavras.

3.3.2 RELAÇÃO GEOLOGIA/QUALIDADE/IMPACTOS AMBIENTAIS

As figuras (4.19, 4.20, 4.21 e 4.22) ilustram a comparação entre os conjuntos de informações inerentes as áreas de extração de areia, relacionando os impactos ambientais, as quatro fases inerentes ao processo de extração e os seis tipos de formações geológicas.

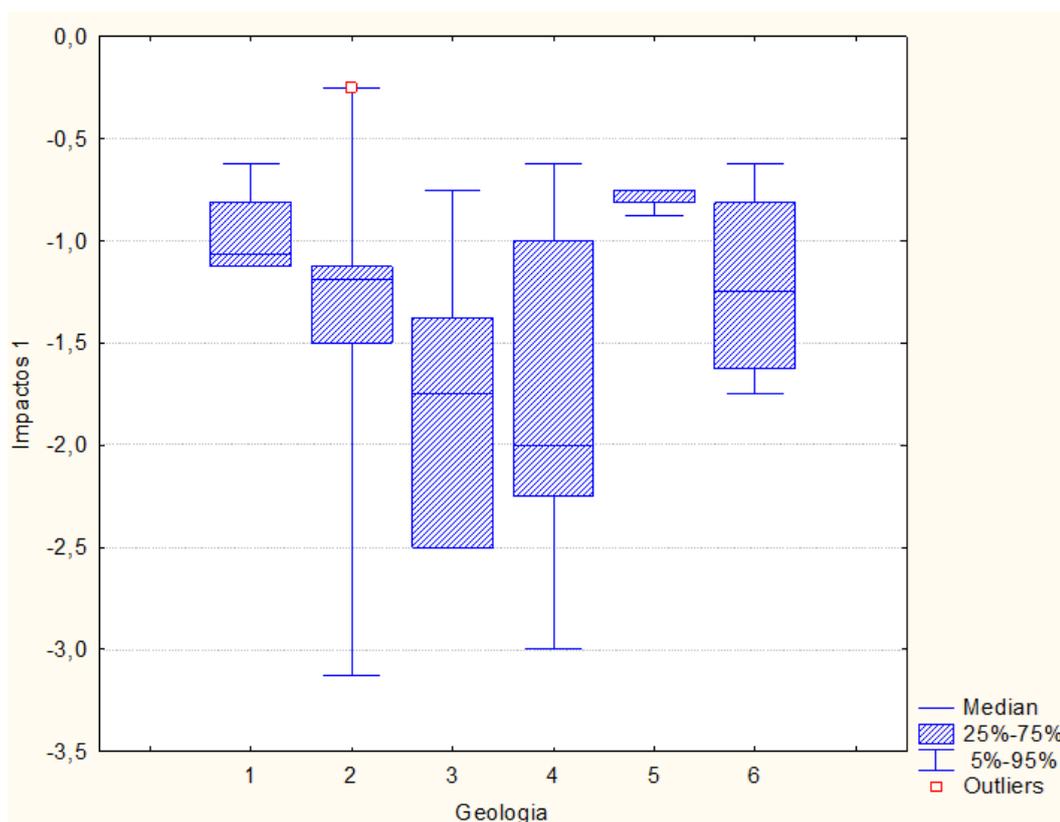


Figura 4.19 - Relação entre origem geológica da areia e os impactos relacionados à “Abertura, Restauração e Manutenção das vias de acesso à área”. 1: Sedimentos fluviais atuais, 2: Depósitos detrítico-lateríticos do Neógeno, 3: Depósitos litoranêos do Quaternário, 4: Arenito fino a conglomerático (Grupo Brotas), 5: Depósitos de pediplano, 6: Depósitos em mussununga.

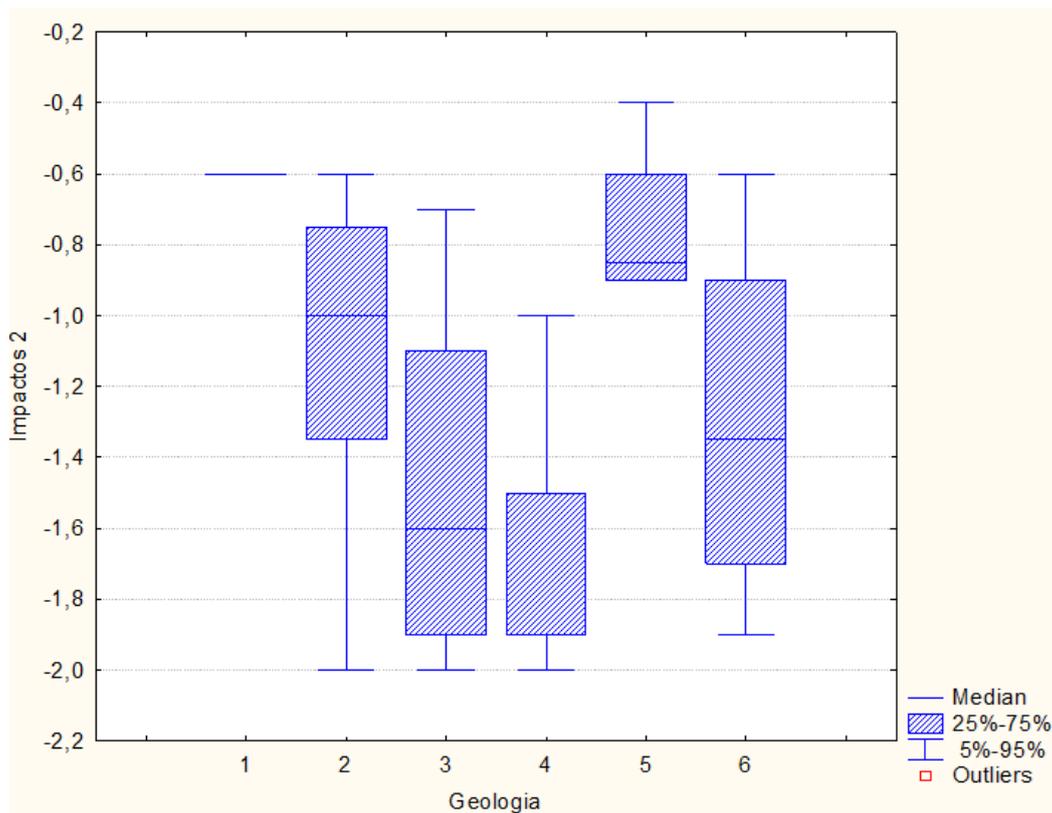


Figura 4.20 – Relação entre origem geológica da areia e os impactos relacionados à “Limpeza do Terreno”. 1: Sedimentos fluviais atuais, 2: Depósitos detrito-lateríticos do Neógeno, 3: Depósitos litoranêos do Quaternário, 4: Arenito fino a conglomerático (Grupo Brotas), 5: Depósitos de pediplano, 6: Depósitos em mussununga.

A partir da análise dos gráficos é possível observar que foram gerados valores mínimos, médios e máximos em relação aos impactos em cada um dos tipos de formações geológicas. Em relação a fase de abertura, restauração e manutenção das vias de acesso (Figura 4.19) e a fase de limpeza do terreno (Figura 4.20), pode-se observar que as áreas correspondentes aos Depósitos litorâneos do Quaternário (3), Arenitos do Grupo Brotas (4) e os Depósitos em mussununga (6) apresentaram os maiores impactos.

Compreende-se que na fase de abertura ocorre principalmente a retirada da vegetação e para os solos mais arenosos como Neossolos e Espodossolos essa retirada acaba favorecendo a suscetibilidade a erosão do terreno. Não sendo este o único fator, visto que em relação a fase de limpeza os Depósitos de detritos lateríticos (2) também apresentaram bastante impactos, tais como a instabilidade de talude, e perturbação e fuga da fauna.

Em relação a fase de escavação e remoção do bem mineral (4.21) os Depósitos litorâneos do Quaternário, arenitos do Grupo Brotas e Depósitos mussunungas apresentaram maiores impactos.

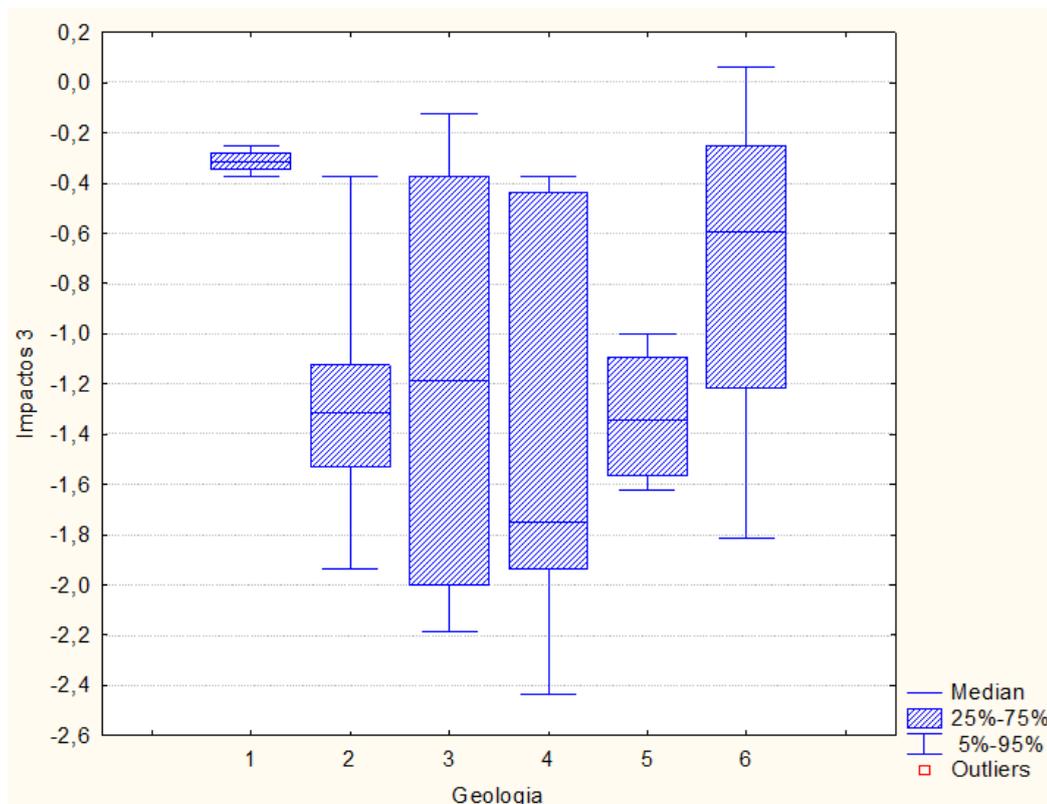


Figura 4.21 – Relação entre origem geológica da areia e os impactos relacionados à “Escavação e Remoção do Bem Mineral”. 1: Sedimentos fluviais atuais, 2: Depósitos detrito-lateríticos do Neógeno, 3: Depósitos litorâneos do Quaternário, 4: Arenito fino a conglomerático (Grupo Brotas), 5: Depósitos de pediplano, 6: Depósitos em mussununga.

Durante a escavação os principais impactos estão associados a alteração visual e geomorfológica, uma vez que são removidas as camadas dos solos. Na região dos mussunungas nessa fase começam a surgir as lagoas artificiais em detrimento da exposição do horizonte coeso e o acúmulo de água nas cavas. Outro fator que pode ter influência na magnitude dos impactos referentes a esta fase é a profundidade dos solos, visto que na região do Grupo Brotas existiam Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos que apresentavam horizontes arenosos profundos em alguns casos chegando até 2 metros.

Em relação ao carregamento e transporte do bem mineral (Figura 4.22), as formações que apresentaram mais impactos foram os Depósitos detrítico-lateríticos (2) e os Depósitos pediplanos (5). Nessa fase ocorre com grande frequência a passagem de veículos pesados nos locais das lavras de areia, o que acaba contribuindo para compactação dos solos.

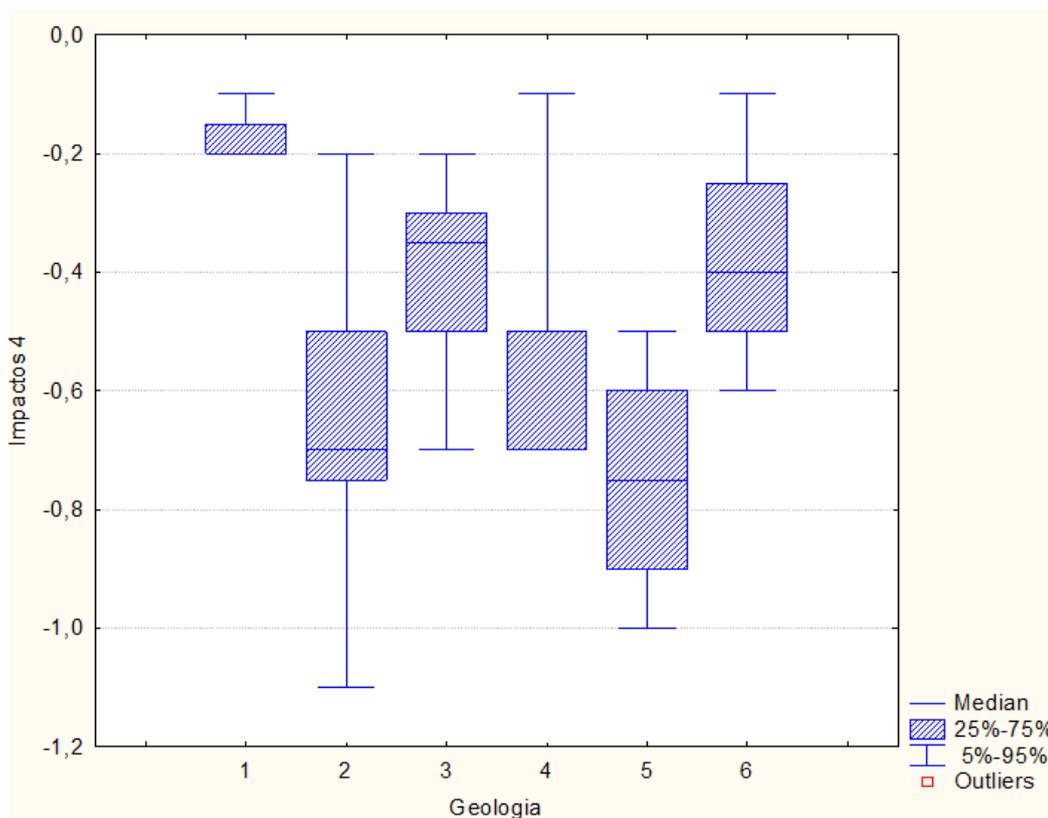


Figura 4.22 – Relação entre origem geológica da areia e os impactos relacionados à “Carregamento e transporte do Bem Mineral”. 1: Sedimentos fluviais atuais, 2: Depósitos detrítico-lateríticos do Neógeno, 3: Depósitos litoranêos do Quaternário, 4: Arenito fino a conglomerático (Grupo Brotas), 5: Depósitos de pediplano, 6: Depósitos em mussununga.

De modo geral, independente das diferenças estatísticas observadas nas propriedades de cada um dos tipos de formações geológicas, foi possível observar (Apêndice 3), que o impacto ambiental nas áreas de extração de areia vai variar mais de acordo com a localização do material, ou seja, o local onde o material foi encontrado, seja este no rio ou no solo, do que propriamente com relação as características dos grãos de areia.

4.CONCLUSÃO

1- A partir da realização deste trabalho foi possível identificar 35 lavras de areia nas regiões administrativas de Cruz das Almas e Santo Antônio de Jesus. Dentre as quais 15 correspondiam a lavras de areia branca, 4 lavras de areia lavada e 16 lavras de areia suja. Foi possível perceber que as principais lavras, consideradas maiores e que apresentaram grande demanda de material para região estavam localizadas no município de Jaguaripe.

2- Em relação a qualidade do material, no geral as amostras de areia lavada (AL1, AL12, AL14 e AL30) atenderam a maioria dos parâmetros que foram analisados neste trabalho, seguida das areias brancas e sujas. Em relação à quantidade foi observado que as lavras de areia branca e suja apresentavam maiores áreas e potencial para extração e por este motivo as mesmas possuíam maior demanda de material. Foi possível perceber que a mesma formação geológica pode apresentar areias de diferentes qualidades, sendo deste modo os processos de deposição e formação dos solos os principais responsáveis pela qualidade do material.

3- Em relação aos impactos, foi observado que as lavras de areia branca e suja devido a oferta de material, eram mais exploradas e conseqüentemente apresentavam mais impactos ambientais principalmente a degradação dos solos. As lavras de areia branca e suja que apresentaram maior demanda e tamanho, foram as localizadas no Grupo Brotas e nos Depósitos detriticos-lateríticos. Pode-se concluir que os maiores impactos foram detectados nessas formações vista ao grande potencial e áreas propicias a exploração de areia.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA JUNIOR, M. V. C; ANJOS, J. A. S. A; SAMPAIO, F. J. **Mapeamento geológico da zona costeira limitada pela foz do rio Pojuca e a praia de Imbassaí, Mata de São João - Bahia.** *Geol. USP, Sér. cient.* [online]. 2013, vol.13, n.3, pp. 41-50. ISSN 1519-874X.

ALMEIDA, L. M; LUZ, A. B. **Manual de Agregados para Construção Civil.** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2009.

ALMEIDA, R. P. **Bacias sedimentares: A memória do planeta.** Instituto de Geociências. USP, 2003. Disponível em ><http://www.igc.usp.br/index.php?id=169>< Acesso em 20/06/2015.

AMARO, J. F. **Física do Solo: Conceitos e aplicações.** Fortaleza: Imprensa Universitária, 2008.

ANIBELLI, M. B. **Mineração de areia e seus impactos sócio-econômico – ambientais.** Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Dissertação de mestrado, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 7211: Agregados para Concreto - Especificação.** Rio de Janeiro. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9935 - Agregados - Terminologia,** válida a partir de: 03 de fev. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR NM 248: Agregados - Determinação da composição granulométrica,** Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR NM 46: Agregados – Determinação do material fino que passa através da peneira de 75 por lavagem.** Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 7389: Apreciação petrográfica de materiais naturais, para utilização como agregado em concreto.** Rio de Janeiro, 2003.

BERTONI, J. e LOMBARDI, F. N. **Conservação do Solo.** Ícone Editora. São Paulo, 1998.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **The nature and properties of soils.** 14ª Ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2008.975p.

BRASIL, Cartilha Estadual - Bahia (7º Balanço PAC 2/Janeiro-Abril 2013).

Disponível em:

<http://www.pac.gov.br/pub/up/relatorio/340e8f751337867177b44fdf83e2d16d.pdf>> Acesso em: 23 de julho de 2015.

BRASIL, Da Política Nacional e do Meio Ambiente. **Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. > http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm< Acesso em 20/06/2015.

BRASIL, Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM. **Economia Mineral do Brasil**. Coordenação. Antônio Fernando da Silva Rodrigues. – Brasília-DF: DNPM, 2009.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Anuário Mineral Brasileiro**. V. 35. Brasília: 2010.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral/** Coord. Thiers Muniz Lima, Carlos Augusto Ramos Neves, Brasília: DNPM, 2014.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral/** Ministério de Minas e Energia. Coord. Antônio Fernando da Silva Rodrigues- Brasília: DNPM/DIDEM,2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA**. Disponível em:>www.mma.gov.br <Acesso em 23/11/11.

CANABRAVA, T. A. S. **Caracterização geológica, petrográfica e Considerações genéticas do depósito de manganês de São Felix – Bahia**. 2013, 73f. Monografia (Bacharel em Geologia) UFBA: Instituto de Geociências, Salvador.

CAPUTO, M. V.; SILVA, O. B. **Sedimentação e Tectônica da Bacia do Solimões**. In: G P R Cabaglia; E J Milani. (Org.). Origem e Evolução de Bacias sedimentares. 1 ed. Rio de Janeiro: Petrobrás, 1990, v. 1, p. 169-193.

CARVALHO, Luiz Moacyr de. Geodiversidade do Estado da Bahia / Organização Luiz Moacyr de Carvalho [e] Maria Angélica Barreto Ramos. – Salvador: CPRM, 2010.

CHIOSSI, N. J. **Geologia aplicada a engenharia**. II Edição, São Paulo, Grêmio Politécnico,1976.

COMPLEXO Industrial Polo 2 de Julho será implantado em Maragogipe. Jornal Grande Bahia. 26 nov. 2013. Disponível em:< <http://www.jornalgrandebahia.com.br/2013/11/complexo-industrial-polo-2-de-julho-sera-implantado-em-maragogipe.html>>. Acessado em: 20 de junho, 2015.

CPRM, Materiais de Construção Civil na região Metropolitana de Salvador. Informe de Recursos Minerais. Salvador, 2008.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Mapa de Solos do Brasil. M.N. Camargo (coordenação). 1981. Escala 1:5000.000.

EMBRAPA –Centro Nacional de Pesquisa de Solos –EMBRAPA/CNPS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 2013.306p
EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006, 2a ed. 412p.

FERREIRA, J. S. P. **Caracterização de Planossolos desenvolvidos em diferentes condições geoambientais do Estado de Pernambuco**. 2011, 102f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - UFRP, Recife.

FREITAS, I.C. **Atributos de um Neossolo Quartzarênico da Pré - Amazônia sob Agroecossistemas de Produção Familiar**. 2013, 83f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Goiânia, 10 de junho de 2013.

FUEZI, V. M. S. **Geossítio Cânion do Rio Sergi (Santo Amaro, Bahia): Valores e Ameaças**. Instituto de Geociências. Universidade Federal da Bahia - UFBA. Salvador/BA, 2010.

GONÇALVES, J. C. V. et al. **Materiais de construção civil na região metropolitana de Salvador**. Salvador: CRPM, 2008.

HORN FILHO, N. O. et al. **Diagnóstico geológico – geomorfológico da planície costeira adjacente a enseada do Currais, Santa Catarina**. Porto Alegre: Gravel.nº2, 25-39,2004. ISSN 1678-5975

INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTATÍSTICA –IBGE. Disponível em ><http://www.ibge.gov.br/cidadesat>< acesso em 27/06/2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Informações e análise da economia mineral Brasileira**. 7ª Edição. Dezembro, 2012. Disponível em: >www.ibram.org.br< Acesso em: 27/06/2015.

KOPENZINKSI, I. **Mineração x meio ambiente: considerações legais, principais impactos ambientais e seus processos modificadores**. Porto Alegre: Editora da UFGS, 2000.

KRUMBEIN AND SLOSS. **Tabela de esfericidade e arredondamento**, 1963.

Disponível

em:<<http://www.globalenergylaboratories.com/wpcontent/uploads/2013/08/roundness-sphericity-matrix.jpg>>Acesso em: 31out.2013.

MARTINS, P. B. M. **Influência da Granulometria do Agregado Miúdo na Trabalhabilidade do Concreto**. 2008, 80 f. Monografia (Curso de Engenharia Civil) - UEFS, Feira de Santana. 08 de setembro de 2008.

MEDINA, H. P. Constituição Física. In: MONIZ, A. C. et al. (Coord.). **Elementos de pedologia**. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos, 1975.

- MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: PINI, 1994. 573p.
- MELO, V. F. et al. **Mineralogia das frações areia, silte e argila de sedimentos do Grupo Barreiras no município de Aracruz, estado do Espírito Santo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 26:29-41, 2002.
- MENEZES, S. O. **Minerais comuns e de importância econômica: um manual fácil**. 2.ed.—São Paulo: Oficina de Textos,2012.
- NASCIMENTO, R. S. A. **Caracterização sedimentológica e estratigráfica de testemunhos da formação Sergi, campo dom João, Bacia do Recôncavo, Bahia, Brasil**. 2012, 90f. Monografia (Bacharel em Geologia). Universidade Federal da Bahia: Instituto de geociências, Salvador, Junho de 2012.
- NEVES, G. V. **Suscetibilidade ambiental na região costeira do Município de Mata de São João – Bahia**. 2013, 65f. Monografia (Bacharel em Geologia) UFBA. Salvador, 20 de agosto de 2013.
- NEVILLE, Adam M. Tad. S. G. **Propriedades do Concreto**. São Paulo, PINI, 1982.
- NOBRE FILHO, P. A. *et al.* **Sustentabilidade Ambiental da Extração de Areia: A Lavra de Areia no Canal Ativo do Rio Canindé – Paramoti – Ceará**. UNESP. Geociências. v. 31, n. 1, p. 5-12, São Paulo/SP, 2012.
- NUNES, N.S.V., MELO, R.C. **Região central do cinturão Bahia oriental: geologia e recursos minerais**. Salvador: CBPM (Série Arquivos Abertos; 26). 2007.
- OLIVEIRA, A.P. **Pedogênese de espodossolos em ambientes da formação barreiras e de restinga do sul da Bahia**. 2007,102f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) UFV –Viçosa, 27 de fevereiro de 2007.
- OLIVEIRA, J.B.; KLINGER, T.J. & CAMARGO, M.N. **Classes gerais de solos do Brasil - guia auxiliar para seu reconhecimento**. 2ª ed. FUNEP, 1992. 201p.
- PERONI, R. Geologia de engenharia. **Rochas sedimentares**. UFRGS, 2003.Disponível em:
http://www.ufrgs.br/demin/discpl_grad/geologia1/peroni/apostilas/10sedimentares_2003.pdf. Acesso em: 22/06/2015.
- PHILIPPI J. A. **Saneamento, saúde e ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Editora Barueri, São Paulo: Manole,2005.
- PRESS, Franklin [et al.]. **Para entender a terra**. 4ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2006.

QUARESMA, L. F. Agregados para Construção Civil. **Perfil de areia para construção civil**. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral-SGM. Ministério de minas e Energia – MME. Brasil.2009.

REINERT, D. J. **Recuperação de solos em sistemas agropastoris: recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV. Departamento de solos, Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998.

REIS, C. **Ocorrências mapeáveis da formação salvador na sub-bacia do Tucano Central: dados preliminares do projeto bacia do tucano central**.IN: Congresso Brasileiro de Geologia, 44,2008, Curitiba. Anais...Curitiba: SBG,2008.

RIBEIRO, F. B. **Rochas Sedimentares**. Universidade de São Paulo. 2008. Disponível em:<ftp://ftp.iag.usp.br/private/geo/agg209/Arquivo_04_Rochas_sedimentares.pdf>. Acesso em: 27/08/2014.

ROTH, C. D. G.; GARCIAS, C. M. **Construção civil e a degradação ambiental**. Desenvolvimento em Questão, v. 7, n. 13, p. 111-128, 2009.

ROVERE, E. L. L. **Metodologia de avaliação de impacto ambiental. Documento final, “ Instrumentos de planejamento e gestão ambiental para Amazônia, Pantanal e Cerrado- Demandas e propostas”**. Brasília: IBAMA, 1992.

SANTIAGO, J. S. **Estruturas e tectônica da zona de transição entre os blocos Jequié e Itabuna-Salvador-Curaçá, região de Itatim**.2010, 82f. Monografia (Bacharel em Geologia). UFBA, Instituto de Geociências.

SECRETI, M. L. **Caracterização e classificação de solos de campos nativos no nordeste do Espírito Santo**. 2013.52p.Dissertação (pós-graduação em Agronomia) -UEMS, Aquidauana, fevereiro de 2013.

SEI - Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Divisão político-administrativa do estado da Bahia**. Versão- 23 de janeiro de 2013. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo. Disponível em <http://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Geologia-Basica/Carta-Geologica-do-Brasil-ao-Milionesimo-298.html>> acesso 22/06/2015.

SILVA, D. E. L. **Caracterização Sedimentológica e Estratigráfica de Testemunhos da Formação Itaparica, Campo Fazenda Alvorada, Bacia do Recôncavo, Bahia, Brasil**. 2013, 69f. Monografia (Bacharelado em Geologia) Universidade Federal da Bahia – UFBA, Instituto de Geociência. Salvador/BA, 01 de abril de 2013.

SILVA, M. C. **Estuários: Critério para uma classificação ambiental**. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 5 n.1, Jan/Mar 2000, 25-35.

TEIXEIRA, C.U.; SANTOS-PINTO, M. **Mineralogia da fração areia dos solos como indicador do grau de intemperização no distrito de Jaguara- Feira de Santana – Bahia**. IV Simpósio Nacional de Geomorfologia. Goiania, 6 a 10 de setembro de 2006.

TEXEIRA, W. [et al]. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2008.

TOBIAS, A. C. ROCHA, A. C.; FERREIRA, F.; MORAES, M. S. **Avaliação dos impactos ambientais causados pela extração de areia no leito do rio Piracanjuba município de Sylvania – GO**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.6, n.11, 2010 págs. 2.

TRISTÃO, F. A. **Influência dos parâmetros texturais das areias nas propriedades das argamassas mistas de revestimento**. 286 f. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

VILAS BOAS, G., Sampaio, F., Pereira, A. **The Barreiras Group in the Northeastern coast of the State of Bahia, Brazil: depositional mechanisms and processes**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 73 (3), 417-427.

YEOMAN, J. C.; BREMNER, J. M. COMMUN. In: Soil Sci. Plant Anal, 19, 1467, 1988.

APÊNDICE

Apêndice 1- Relação de Check lists aplicados nas 35 lavras de areia da 4ª e 31ª regiões administrativas.

Análise de impactos			Check list impactos em cada lavra											
Atividade	Item	Impacto	Amostra 01	Amostra 02	Amostra 03	Amostra 04	Amostra 05	Amostra 06	Amostra 07	Amostra 08	Amostra 09	Amostra 10	Amostra 11	
Abertura, Restauração e Manutenção das vias de acesso a área	A	Alteração Geotérmica do terreno												
	B	Alteração Geomorfológica	-	P 1	-	P 1	-	G 3	-	G 3	-	G 3	-	P 1
	C	Incremento da insolação/ luminosidade	-	P 1	-	P 1	-	P 2	-	P 2	-	P 2	-	P 1
	D	Geração de ruídos,gases e poeiras	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1
	E	Crescimento do comércio	+	P 2	+	P 1	+	M 2	+	M 2	+	M 2	+	M 2
	F	Arrecadação de tributos	-	P 2	-	P 1	+	M 2	+	M 2	+	M 2	-	M 2
	G	Favorecimento de erosão	-	P 1	-	P 1	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	M 2
	H	Supressão vegetal	-	P 1	-	M 2	-	G 3	-	M 3	-	M 3	-	M 2
Limpeza do Terreno	A	Assoreamento de Canal Fluvial	+	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1
	B	Alteração de recargas de aquifero			-	P 1	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	P 1
	C	Pertubação e fuga da fauna	-	P 1	-	P 1	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	P 1
	D	Geração de emprego e renda	+	P 1	+	P 1	+	M 2	+	M 2	+	M 2	+	M 2
	E	Crescimento do comércio	+	P 1	+	P 1	+	M 2	+	M 2	+	M 2	+	M 2
	F	Alteração geomorfológica	-	P 1	-	P 1	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	M 2
	G	Alteração Geotécnica	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1
	H	Instabilidade da Talude	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1
	I	Favorecimento de erosão e Intemperismo	-	P 2	-	P 1	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	M 2
	J	Risco de Acidentes	-	P 2	-	P 1	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	M 2
Escavação e Remoção do Bem Mineral	A	Alteração da Recarga de Aquiferos			-	P 2	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	M 2
	B	Emissão de poeiras fugidas	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1
	C	Pertubação e fuga da fauna	+	P 1	-	P 1	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	P 2
	D	Economia mineral/oferta de materia prima	+	P 1	+	P 1	+	M 2	+	M 3	+	M 3	+	M 3
	E	Geração de emprego e renda	+	P 1	+	P 1	+	M 3	+	M 3	+	M 3	+	M 3
	F	Crescimento do comércio	+	P 1	+	P 1	+	P 2	+	P 2	+	P 2	+	P 2
	G	Arrecadação de tributos	-	P 1	-	P 1	+	P 1	+	P 1	-	P 1	-	P 1
	H	Risco de Acidentes	-	P 1	-	P 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1
	I	Compactação do terreno/ Alteração Geotécnica	-	P 1	-	P 2	-	M 3	-	M 3	-	M 3	-	M 3
	J	Danificação das vias de acesso	-	P 1	-	P 1	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	M 1
	K	Geração de resíduos			-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1
	L	Emissão de gases			-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1
	M	Alteração Visual	-	P 1	-	P 1	-	M 3	-	M 3	-	M 3	-	M 3
	N	Alteração Geomorfológica			-	P 3	-	G 3	-	M 3	-	M 3	-	M 3
	O	Turbidez no corpo hidrico	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1
	P	Desassoreamento de canal fluvial	+	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1
	Carregamento e transporte do bem mineral	A	Pertubação e fuga da fauna	+	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-
B		Formação de esteque	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1
C		Crescimento da economia mineral	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1
D		Geração de emprego e renda	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1
E		Crescimento do comércio	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1
F		Arrecadação de tributos	-	P 1	-	P 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1
G		Produção de insumos p/ construção civil	+	P 1	+	P 1	+	G 1	+	G 1	+	M 1	+	M 1
H		Risco de Acidentes de trabalho	-	P 1	-	P 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1
I		Impacto Visual	-	P 1	-	P 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1
J		Emissão de ruídos,gases e poeiras fugidas			-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1
K		Alteração Geomorfológica	-	P 1	-	P 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1

Legenda: += benéfico, -= adverso (Caráter); P = pequena, M = média, G = grande (Magnitude); 1 = curta, 2 = media e 3 = longa (Duração).

Análise de impactos			Check list impactos											
Atividade	Item	Impacto	Amostra 12	Amostra 13	Amostra 14	Amostra 15	Amostra 16	Amostra 17	Amostra 18	Amostra 19	Amostra 20	Amostra 21		
Abertura, Restauração e Manutenção das vias de acesso a área	A	Alteração Geotérmica do terreno												
	B	Alteração Geomorfológica	- P 1	- P 1	- P 1	- G 3	- M 3	- M 3	- G 3	- G 3	- G 3	- G 3		
	C	Incremento da insolação/ luminosidade	- P 1	- P 1	- P 1	- G 3	- M 3	- M 3	- G 3	- M 3	- G 3	- G 3		
	D	Geração de ruídos,gases e poeiras	- P 1	- P 1	- P 1	- M 1	- M 1	- M 1	- M 1	- M 1	- M 1	- P 1		
	E	Crescimento do comércio	+ P 2	+ P 2	+ P 2	+ P 2	+ P 2	+ P 2	+ P 2	+ P 2	+ P 2	+ P 2		
	F	Arrecadação de tributos	- P 2	- P 2	- P 2	+ P 2	+ P 2	+ P 2	- P 2	- P 2	+ P 2	+ P 2		
	G	Favorecimento de erosão	- P 1	- P 1	- P 2	- P 1	- G 2	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1		
	H	Supressão vegetal	- P 2	- P 2	- P 2	- P 2	- G 3	- P 2	- P 2	- P 2	- P 2	- P 2		
Limpeza do Terreno	A	Assoreamento de Canal Fluvial	+ P 1	+ P 1	+ P 2	- P 2	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1		
	B	Alteração de recargas de aquífero		- M 2		- M 2	- M 2	- M 2	- M 2	- M 2	- M 2	- P 2		
	C	Pertubação e fuga da fauna	- P 1	- P 1	- P 1	- M 1	- M 1	- M 1	- M 1	- M 1	- M 1	- M 1		
	D	Geração de emprego e renda	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1		
	E	Crescimento do comércio	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1		
	F	Alteração geomorfológica	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 2	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1		
	G	Alteração Geotécnica	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 2	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1		
	H	Instabilidade da Talude	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- M 2	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1		
	I	Favorecimento de erosão e Intemperismo	- P 2	- P 2	- P 2	- M 2	- M 2	- M 2	- M 2	- M 2	- M 2	- M 2		
	J	Risco de Acidentes	- P 2	- P 2	- P 2	- M 2	- M 2	- M 2	- M 2	- M 2	- M 2	- M 2		
Escavação e Remoção do Bem Mineral	A	Alteração da Recarga de Aquíferos				- M 2	- M 2	- M 2	- M 2	- M 2	- M 2	- M 2		
	B	Emissão de poeiras fugidas		- P 1		- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1		
	C	Pertubação e fuga da fauna	- P 2	- P 2	- P 2	- M 2	- M 2	- M 2	- G 3	- M 2	- M 2	- M 2		
	D	Economia mineral/ oferta de materia prima	+ P 2	+ P 2	+ P 2	+ P 2	+ P 2	+ P 2	+ P 2	+ P 2	+ P 2	+ P 2		
	E	Geração de emprego e renda	+ M 3	+ M 3	+ M 3	+ P 2	+ P 2	+ P 2	+ P 2	+ P 2	+ P 2	+ P 2		
	F	Crescimento do comércio	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1		
	G	Arrecadação de tributos	- P 1	- P 1	- P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	- P 1	- P 1	+ P 1	+ P 1		
	H	Risco de Acidentes	- P 1	- P 1	- P 1	- M 1	- P 1	- M 1	- M 1	- M 1	- M 1	- M 1		
	I	Compactação do terreno/ Alteração Geotécnica	- P 1	- P 1	- P 1	- M 3	- M 3	- M 3	- G 3	- M 3	- M 3	- M 3		
	J	Danificação das vias de acesso	- P 1	- P 1	- P 1	- M 2	- M 2	- M 2	- M 2	- M 2	- M 2	- M 2		
	K	Geração de resíduos				- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1		
	L	Emissão de gases				- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1		
	M	Alteração Visual	- P 1	- P 1	- P 1	- G 3	- G 3	- M 3	- G 3	- G 3	- G 3	- G 3		
	N	Alteração Geomorfológica				- M 3	- M 3	- M 3	- M 3	- M 3	- M 3	- M 3		
	O	Turbidez no corpo hídrico	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1		
	P	Desassoreamento de canal fluvial	+ P 1	+ P 1	+ P 1	- P 2	- M 2	- P 2	- P 2	- P 2	- P 2	- P 2		
Carregamento e transporte do bem mineral	A	Pertubação e fuga da fauna	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1		
	B	Formação de estoque	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1		
	C	Crescimento da economia mineral	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1		
	D	Geração de emprego e renda	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1		
	E	Crescimento do comércio	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1		
	F	Arrecadação de tributos	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- M 1	- M 1	- M 1	+ M 1	+ M 1		
	G	Produção de insumos p/ construção civil	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ P 1	+ M 1	+ M 1	+ M 1	+ M 1	+ M 1	+ M 1		
	H	Risco de Acidentes de trabalho	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- M 1	- M 1	- M 1	- M 1	- M 1	- M 1		
	I	Impacto Visual	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- M 1	- M 1	- M 1	- M 1	- M 1	- M 1		
	J	Emissão de ruídos,gases e poeiras fugidas				- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1	- P 1		
	K	Alteração Geomorfológica	- P 1	- P 1	- P 1	- P 2	- M 2	- M 2	- M 2	- M 2	- M 2	- M 2		

Legenda: + = benéfico, - = adverso (Caráter); P = pequena, M = média, G = grande (Magnitude); 1 = curta, 2 = media e 3 = longa (Duração).

Análise de impactos			Check list impactos ambientais																													
Atividade	Item	Impacto	Amostra 22	Amostra 23	Amostra 24	Amostra 25	Amostra 26	Amostra 27	Amostra 28	Amostra 29	Amostra 30	Amostra 31	Amostra 32	Amostra 33	Amostra 34	Amostra 35																
Abertura, Restauração e Manutenção das vias de acesso a área	A	Alteração Geotérmica do terreno	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	P 1	-	P 1	-	M 2	-	M 2	-	P 1	-	P 1				
	B	Alteração Geomorfológica	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1				
	C	Incremento da insolação/ luminosidade	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1				
	D	Geração de ruídos,gases e poeiras	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1				
	E	Crescimento do comércio	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	M 2	+	M 2	+	M 2	+	M 2	+	M 2	+	P 1	+	P 1	+	P 2	+	P 2	+	P 1	+	P 1		
	F	Arrecadação de tributos	-	P 1	-	P 1	-	P 1	+	M 2	+	M 2	+	M 2	+	M 2	+	M 2	+	P 1	-	P 1	+	P 1	+	P 1	-	P 1	-	P 1		
	G	Favorecimento de erosão	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	P 1	-	M 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1		
	H	Supressão vegetal	-	P 1	-	M 2	-	M 2	-	P 1	-	P 1	-	G 3	-	G 3	-	G 3	-	P 1	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	P 1	-	P 1
Limpeza do Terreno	A	Assoreamento de Canal Fluvial	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	+	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1		
	B	Alteração de recargas de aquífero	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1		
	C	Perturbação e fuga da fauna	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1		
	D	Geração de emprego e renda	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	M 2	+	M 2	+	M 2	+	M 2	+	M 2	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1		
	E	Crescimento do comércio	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	M 2	+	M 2	+	M 2	+	M 2	+	P 1	+	M 2	+	M 2	+	M 2	+	M 2	+	P 1	+	P 1
	F	Alteração geomorfológica	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1		
	G	Alteração Geotécnica	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1		
	H	Instabilidade da Talude	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1		
	I	Favorecimento de erosão e Intemperismo	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	2	M 2	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1		
	J	Risco de Acidentes	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1		
Escavação e Remoção do Bem Mineral	A	Alteração da Recarga de Aquíferos	-	P 1	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	G 3	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	M 2		
	B	Emissão de poeiras fugidas	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1		
	C	Perturbação e fuga da fauna	-	P 1	-	P 2	-	P 2	-	P 2	-	P 2	-	G 3	-	M 2	-	M 2	-	P 2	-	P 2	-	P 2	-	P 2	-	P 2	-	P 2		
	D	Economia mineral/ oferta de materia prima	+	P 1	+	P 2	+	P 2	+	M 2	+	M 2	+	M 3	+	M 3	+	M 3	+	P 2	+	P 2	+	P 3	+	P 3	+	P 2	+	P 2		
	E	Geração de emprego e renda	+	P 1	+	P 2	+	P 2	+	M 2	+	M 2	+	G 2	+	M 3	+	M 3	+	P 3	+	P 2	+	M 2	+	M 2	+	P 2	+	P 2		
	F	Crescimento do comércio	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1		
	G	Arrecadação de tributos	-	P 1	-	P 1	-	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1		
	H	Risco de Acidentes	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1		
	I	Compactação do terreno/Alteração Geotécnica	-	P 1	-	P 1	-	P 3	-	M 3	-	M 3	-	G 3	-	G 3	-	G 3	-	P 1	-	P 3	-	M 3	-	M 3	-	M 3	-	M 3		
	J	Danificação das vias de acesso	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	P 1	-	P 1	-	M 2	-	P 1	-	P 1	-	P 1		
	K	Geração de resíduos	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1		
	L	Emissão de gases	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1		
	M	Alteração Visual	-	P 1	-	M 3	-	M 3	-	M 3	-	M 3	-	G 3	-	G 3	-	G 3	-	M 3	-	M 3	-	M 3	-	M 3	-	M 3	-	M 3		
	N	Alteração Geomorfológica	-	P 1	-	P 1	-	M 2	-	M 3	-	M 3	-	G 3	-	G 3	-	G 3	-	M 3	-	M 3	-	M 3	-	M 3	-	M 3	-	M 3		
	O	Turbidez no corpo hídrico	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1		
	P	Desassoreamento de canal fluvial	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	+	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1		
Carregamento e transporte do bem mineral	A	Perturbação e fuga da fauna	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1		
	B	Formação de estoque	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1		
	C	Crescimento da economia mineral	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1		
	D	Geração de emprego e renda	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1		
	E	Crescimento do comércio	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	P 1		
	F	Arrecadação de tributos	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1		
	G	Produção de insumos p/construção civil	+	P 1	+	P 1	+	P 1	+	M 1	+	M 1	+	M 1	+	M 1	+	M 1	+	M 1	+	M 1	+	M 1	+	M 1	+	M 1	+	M 1		
	H	Risco de Acidentes de trabalho	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1	-	M 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1		
	I	Impacto Visual	-	P 1	-	M 3	-	M 3	-	M 3	-	M 3	-	G 3	-	G 3	-	G 3	-	M 3	-	M 3	-	M 3	-	M 3	-	M 3	-	M 3		
	J	Emissão de ruídos,gases e poeiras fugidas	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1		
	K	Alteração Geomorfológica	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	M 2	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	P 1	-	M 2		

Legenda: + = benéfico, - = adverso (Caráter); P = pequena, M = média, G = grande (Magnitude); 1 = curta, 2 = média e 3 = longa (Duração).

Apêndice 2 – Comparação estatística entre as características dos três tipos de areia.

CARACTERÍSTICAS	TIPOS DE AREIA		
	AREIA BRANCA	AREIA LAVADA	AREIA SUJA
C.O.	3,5 a	4,5 a	6,2 a
QUARTZO	88,9 a	81,5 a	86,5 a
FELDSPATO	3,3 a	5,3 a	4,4 a
MICA	0,1 b	2 ab	3,6 a
MIN. OPACOS	4,8 a	12,2 a	8 a
A	0,56 a	0,55 a	0,52 a
E	0,71 a	0,72 a	0,72 a
LISO	22,1 a	8,7 a	28,5 a
RUGOSO	77,9 a	91,3 a	71,5 a
BRILHO	95 a	90 a	93,6 a
FOSCO	5 a	10,5 a	6,4 a
OPACO	7,8 a	19 a	15,2 a
TRANSLÚCIDO	92,2 a	81,7 a	84,8 a
M. P.	7 b	1,2 b	18,3 a
MF	1,9 a	2,6 a	2,2 a
D. MÁX	1,3 b	2,7 a	2,1 ab
ABERTURA	-1,6 a	-1 a	-1,2 a
LIMPEZA	-1,5 b	-0,6 a	-1 a
ESCAVAÇÃO	-1,1 ab	-0,3 a	-1,3 b
TRANSPORTE	-0,4 a	-0,2 a	-0,7 b

Apêndice 3- Comparação estatística entre as características e formações geológicas.

CARACTERÍSTICAS	FORMAÇÕES GEOLÓGICAS					
	1 - SEDIMENTOS FLUVIAIS	2- DEP. DETRITO LATERÍTICOS DO NEÓGENO	3- DEP. LITORÂNEOS DO QUATERNÁRIO	4- GRUPO BROTAS	5- DEPÓSITOS DE PEDIPLANO	6-DEPÓSITO EM MUSSUNUNGA
C.O.	4,5 a	5,9 a	3,2 a	3,5 a	7 a	3,9 a
QUARTZO	81,5 a	85,3 a	96,6 a	87,8 a	90,3 a	78,6 a
FELDSPATO	5,3 ab	4,7 b	0,5 b	0,4 b	3,5 b	11,1 a
MICA	2 a	3,3 a	0 a	0 a	4,3 a	0,5 a
MIN. OPACOS	12,2 a	10,1 a	2,6 a	3,5 a	1,8 a	9,8 a
A	0,55 ab	0,54 ab	0,54 ab	0,55 ab	0,44 b	0,61 a
E	0,72 ab	0,71 ab	0,74 a	0,71 ab	0,74 a	0,65 b
LISO	8,7 b	31,5 b	6 b	8,6 b	19,5 b	63 a
RUGOSO	91,3 a	68,5 a	94 a	91,4 a	80,5 a	37 b
BRILHO	90 a	94,4 a	97,6 a	95,9 a	91,3 a	90,1 a
FOSCO	10,5 a	5,6 a	2,4 a	4,1 a	8,8 a	9,9 a
OPACO	19 a	17 a	3,1 a	7,6 a	9,8 a	15,2 a
TRANSLÚCIDO	81,7 a	83 a	96,9 a	92,4 a	90,3 a	84,8 a
M. P.	1,2 b	18,2 a	4,5 b	4,5 b	18,5 a	13,9 a
MF	2,6 ab	2,4 ab	1,5 b	1,2 b	1,8 ab	3,3 a
D. MÁX	2,7 a	2 a	1,2 a	1,6 a	2,4 a	1,2 a
ABERTURA	-1 a	-1,3 a	-1,8 a	-1,8 a	-0,8 a	-1,2 a
LIMPEZA	-0,6 a	-1,1 abc	-1,5 bc	-1,7 c	-0,8 ab	-1,3 abc
ESCAVAÇÃO	-0,3 a	-1,3 a	-1,2 a	-1,4 a	-1,3 a	-0,7 a
TRANSPORTE	-0,2 a	-0,7 b	-0,4 ab	-0,5 ab	-0,8 b	-0,4 ab

