



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA  
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS**

**LEONARDO DANTAS MARTINS**

**CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA DE DEPÓSITOS ALUVIAIS  
NO ALTO CURSO DA BACIA DO RIACHO DO SACO-PE.**

**JOÃO PESSOA-PB**

**2017**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA**  
**DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS**

**LEONARDO DANTAS MARTINS**

**CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA DE DEPÓSITOS ALUVIAIS  
NO ALTO CURSO DA BACIA DO RIACHO DO SACO-PE.**

Monografia apresentada como requisito para obtenção de nota na disciplina Pesquisa Geográfica, do curso de Bacharelado em Geografia da Universidade Federal da Paraíba para afeição de conceito avaliativo.

**Orientador:** Prof. Dr. Jonas Otaviano  
Praça de Souza.

Catálogo na publicação  
Universidade Federal da Paraíba  
Biblioteca Setorial do CCEN  
Maria Teresa Macau- CRB15/176

M379c Martins, Leonardo Dantas.  
Caracterização sedimentológica de depósitos aluviais no alto  
curso da bacia do riacho do Saco - PE / Leonardo Dantas  
Martins.- João Pessoa, 2017.  
74p. : il.-  
  
Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade  
Federal da Paraíba.  
Orientador: Profº Drº Jonas Otaviano Praça de Souza.  
  
1. Acumulação de sedimentos. 2. Depósitos aluviais. 3. Região  
semiárida. I. Título.

UFPB/BS-CCEN

CDU: 627.533.1(043.2)

**JOÃO PESSOA – PB**

**2017**

**LEONARDO DANTAS MARTINS**

**CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA DE DEPÓSITOS ALUVIAIS  
NO ALTO CURSO DA BACIA DO RIACHO DO SACO-PE.**

APROVADA EM: 31 / 05 / 2017.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Dr. Jonas Otaviano Praça de Souza

(Orientador - UFPB)

---

Prof. Dr. Max Furrier

(Examinador Interno - UFPB)

---

Prof. Dr. Rafael Xavier

(Examinador Externo - UEPB)

**“À Todos que acreditaram  
no meu potencial em  
especial a minha família”**

**AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por estar aqui e ter a oportunidade de poder fazer este trabalho e contribuir não só como profissional mas com as comunidades que poderão se beneficiar com este estudo.

Agradeço imensamente à minha família que sempre me apoiou em todas as decisões e me fez forte até o término do curso, meu muito obrigado a: minha mãe Célia, meu pai Roberto, meu irmão Lucas e minha irmã Lara, sem vocês eu não teria chegado até aqui, e sei que estarão ao meu lado nos próximos passos.

Gostaria de colocar nesse parágrafo os meus sinceros agradecimentos aos professores que despertaram em mim o apreço pelo curso de geografia e poder me formar nesta área, minhas admirações aos professores: Patrício Farias, João Batista Lima e Ronaldo Lima.

A todo o pessoal que compõem o Grupo de Estudos em Ambientes Fluviais Semiáridos, por toda a ajuda com material, aula de campo, solidariedade e companheirismo durante o período que entrei no grupo até os dias atuais.

Agradeço principalmente ao meu amigo Jonas Souza, que me orientou neste e em outros trabalhos desenvolvidos na carreira acadêmica, por ser um grande exemplo para mim e me fazer crescer não só como geógrafo, mas como o homem na sociedade.

Aos meus amigos pessoais que adquiri desde o início do curso e permanecem comigo quase todos os dias na graduação: Guilherme Barroca, Diego Côrte, Adiel Agrício, George Morais, André Trigueiro, José Gisaldo, Eliezer e Tatiana Santos.

Agradeço também ao pessoal do segundo período do curso de geografia pela força e apoio dados em campo, em especial: Jhon, Tatiana, Mikaelly, Letícia, Sérgio, Maressa, Makyalisson, e Lavínia.

Aos meus amigos da geografia de outros períodos e da pós-graduação, Rachel Maia, Adonai Felipe, Camila Santos, Mariá Romano, André Victor, Hélder, Letícia Barros.

A todos os meus amigos particulares que viveram ou tiveram uma contribuição pessoal com minha vida acadêmica ao longo dessa jornada em especial: Barbara Marinho, Arthur Fernandez, Yasmim Loiola, João Marcos, Lucas Lucena, Yghor França, Renata Santos, Patricia Oliveira, Johnny e Ana Luísa Melo.

Aos meus primos mais próximos que de alguma forma contribuíram com o trabalho e crescimento pessoal: Gilzane, Brenna, Denner e Gedson.

Ao grupo “baldismo” da cidade de Patos por estarem presentes durante as alegrias e dificuldades: Everaldo, Rapahel, Humberto, Dr. José Filho, Aquiles, Hermandes, Everaldo, Lucas Magalhães, Matheus, Yuri, Thiago Vasconcelos, Thiago Villar, Thadeu, Wagner, Walter, Yago, Yamarashy.

## RESUMO

A região semiárida brasileira é vista a partir do problema de convivência com a seca e na obtenção e otimização de recursos hídricos, o aproveitamento da água pelas comunidades de menor condição financeira é importante para desenvolvimento desta população uma vez que não há apoio das entidades governamentais responsáveis, com enfoque para a população rural; os principais objetivos são pautados nas necessidades encontradas para formular um trabalho acadêmico com um nível mais alto de complexidade, com o trabalho de identificação, mapeamento, caracterização e tipificação desses depósitos, na importância de transformar o trabalho acadêmico em futuras técnicas de aplicação para a realidade, o estudo quis obter o máximo de informações sobre a região e como aproveitar tais recursos hídricos, os principais métodos utilizados foram a caracterização sedimentológica e modelagem que vista na revisão bibliográfica é bastante importante para os resultados esperados, a partir disto, o trabalho conseguiu ter resultados de granulometria, capacidade de armazenagem, fluxo e energia dos canais nas áreas deposicionais, destacando a localização e a tipificação, por fim, no resultado o estudo chegou a quatro tipos de depósitos e que necessitam de uma melhor análise no futuro, visto que os principais estão localizados em áreas de controle urbano e de alteração antrópica.

**Palavras Chave:** Depósitos, aluvial, região semiárida.

## **ABSTRACT**

The Brazilian semiarid region is seen from the problem of coexistence with drought and in the obtaining and optimization of water resources, the use of water by communities of lower financial condition is important for the development of this population since there is no support from the responsible governmental entities, with a focus on the rural population; the main objectives are based on the needs found to formulate an academic work with a higher level of complexity, with the work of identifying, mapping, characterizing and typing these deposits, on the importance of transforming academic work into future application techniques for reality, the study wanted to obtain the maximum information about the region and how to take advantage of such water resources, the main methods used were the sedimentological characterization and modeling that the bibliographic review is very important for the expected results, from this, the work managed to have finally, in the result, the study reached four types of deposits and that they need a better analysis in the future, since the results of the analysis of the results of the study, the results of granulometry, storage capacity, flow and energy of the channels in the depositional areas, highlighting the location and typification. Finally, in the result the study reached four types of deposits and that need a better analysis in the future, since the main ones are located in areas of urban control and of antropoc alteration.

**Keywords:** Deposits, alluvial, semiarid zone.

*“Devemos nos preocupar principalmente com as coisas que estão acima de nossas cabeças e abaixo dos nossos pés, coisas que por vezes não vemos, mas que sempre sentimos”*

Autor (2017).

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da bacia do riacho do Saco. ....	33
Figura 2: Mapa de Localização do Alto Curso. ....	34
Figura 3: Mapa Detalhado de Solos. ....	35
Figura 4: Mapa de Uso e Ocupação do Solo. ....	36
Figura 5: Poço Artesanal ou Poço Amazonas. ....	37
Figura 6: Mapa de Estilos Fluviais. ....	38
Figura 7: Mapa Geomorfológico. ....	39
Figura 8: Mapa Geral dos Depósitos e Pontos de Coleta. ....	45
Figura 9: Área dos Depósitos Urbanos. ....	48
Figura 10: Diagramas de Pejrup e Shepard. ....	48
Figura 11: Porcentagem granulométrica das amostras do ponto 1. ....	49
Figura 12: Perfil Lateral do Ponto 1. ....	50
Figura 15: Porcentagem granulométrica das amostras do ponto 2. ....	52
Figura 16: Perfil Lateral do Ponto 2. ....	53
Figura 17: Área de Deposição nos Barramentos de Curso. ....	54
Figura 19: Porcentagem granulométrica das amostras do ponto 3. ....	55
Figura 20: Perfil Lateral do Ponto 3. ....	56
Figura 21: Área de Depósitos de Vale Preenchido. ....	58
Figura 22: Diagramas de Pejrup e Shepard. ....	58
Figura 23: Porcentagem granulométrica das amostras do ponto 4. ....	59
Figura 24: Mapa de Depósitos Aluviais Tipificados. ....	61

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	12
Objetivo Geral .....	14
Objetivos Específicos .....	14
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
1.1 Sistema Ambiental Dinâmico.....	15
1.2 Geomorfologia do Semiárido.....	20
1.3 Dinâmica Fluvial do Semiárido.....	23
1.4 Sedimentologia e Deposição Aluvial .....	28
2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	33
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	40
4 RESULTADOS .....	45
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	65
6 REFERÊNCIAS .....	67

## INTRODUÇÃO

Os estudos geográficos se pautam na concepção de relacionar o homem à natureza, talvez esse seja o principal viés que norteie as produções científicas dentro da geografia, mesmo atuando na geografia física os resultados estão ligados às demandas sociais nas quais se vêem a natureza como espaço de utilização do homem para suprir suas necessidades.

Um fator importante no que se trata de meio ambiente é a questão hidrológica que será tratada nos próximos capítulos como objeto depende essencialmente na questão social para as comunidades, principalmente aquelas que dependem do recurso como forma de manipulação para uso e trabalho rural.

A partir da temática dos recursos hídricos superficiais, é necessário entender a deficiência hídrica no semiárido como problema a ser estudado para que os resultados possam servir de forma prática na otimização do uso e obtenção de água uma vez que, há uma má utilização destes recursos (MAIA E SILVA 2012).

A forma mais comum para obtenção de água no semiárido brasileiro é o armazenamento de águas superficiais a partir de barramentos de cursos fluviais, estas alterações antrópica causam impactos que podem ser irreversíveis na natureza. Ainda não é utilizado da forma na qual os recursos permaneçam por mais tempo isso pois, há uma alta taxa de evaporação nessa região.

Enquanto que apesar dos aquíferos profundos ocorrerem na maior parte no estado de Pernambuco, não são tão explorados pela alta taxa de salinização, baixo potencial hidrológico e os custos altos (COSTA, 2000). O que justifica a utilização de recursos superficiais. Ainda sobre os aquíferos pode-se destacar a presença dos aquíferos profundos tais como os intersticiais, aquícludes e porosos (COSTA, 2000), porém não utilizados nesse estudo, segundo Feitosa et al. (2004) há poucos estudos mesmo com a grande

quantidade de poços perfurados na região, além de normalmente esses aquíferos serem mal distribuído e de baixo potencial hidrogeológico.

A seca no Nordeste é um fator que vem sendo estudado por décadas no intuito de proporcionar uma convivência harmônica com a população do semiárido, novas técnicas e o conhecimento científico podem ser aplicados de forma a obter resultados positivos nos períodos de estiagem ao longo de vários anos visto que a seca é um fenômeno frequente e de alta proporção no Nordeste. Uma das formas de utilização destes recursos é a de utilização de reservatórios superficiais (BRITO et. al. 1999), além da fabricação artesanal de poços amazonas, uma das várias alterações antrópica que ainda não se tem ideia do impacto gerado no meio ambiente, e que são construídos de forma particular pelos proprietários destas áreas, sendo que não há acompanhamento público nesta região nas fabricações ou na questão de uso e impacto do meio.

É importante ressaltar a importância desse estudo, pois as comunidades difusas se abastecem dos recursos de forma particular, não sendo de uma forma organizada e apoiada pelas entidades de desenvolvimento da região de Santa Cruz da Baixa Verde-PE, que possui alta capacidade de exploração dos recursos superficiais (SOUZA 2011, 2014, MARTINS E SOUZA 2016).

Principalmente os depósitos aluviais e aquíferos superficiais que são bastante importantes e são utilizados em abastecimento próprio diante a crise hídrica que assola as comunidades locais (MARTINS E SOUZA 2016), assim o estudo pretende trazer informações mais detalhadas dessas áreas para se trabalhar de uma forma mais apurada nas práticas que poderão ser acometidas.

## **OBJETIVO GERAL**

O presente estudo busca elencar e caracterizar depósitos de aquíferos aluviais tais como a sua posição topográfica, característica sedimentológica e capacidade de armazenagem, para assim obter melhor aproveitamento dos recursos hídricos destes depósitos no alto curso da bacia hidrográfica do riacho do Saco, centro-norte do estado de Pernambuco.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Localizar as áreas de sedimentação fluvial, e identificar o controle da armazenagem;
- Caracterizar sedimentologicamente e topograficamente os trechos de preenchimento de vale;
- Caracterizar a vazão dos canais nos depósitos aluviais;
- Calcular nível de volume de sedimentos dos depósitos e tipificá-los;

# **1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

## **1.1 SISTEMA AMBIENTAL DINÂMICO.**

A necessidade de se compreender melhor a natureza parte da premissa de convivência do homem no meio natural, as civilizações primordiais já demonstravam a ideia da participação com o meio comum e aproveitamento de recursos apesar do entendimento de natureza ainda ser rudimentar. Com o passar do tempo, a evolução da humanidade junto com a necessidade de acumulação de riquezas, além de necessidade de administração do território, levou a consolidação do conhecimento científico como a geografia, assim entender o meio natural era importante para que houvesse uma otimização do uso dos recursos. A partir disso foram materializados os principais conceitos da geografia, indicando a ideia do nascimento do geógrafo e a relação dialética da sociedade associada à natureza.

Com a segmentação da ciência positivista, foi importante designar a epistemologia e metodologia de análise entre cada área, mas isso trouxe também um fator negativo para a ciência em geral como, a distância entre conteúdos próximos e separação de “ciências irmãs”. Em contrapartida, os primeiros estudos sobre sistemas indicaram novos caminhos para a ciência moderna; estudiosos como Bertalanffy (1973) autor da teoria geral dos sistemas, Chorley (1962), um dos pioneiros dos estudos sistêmicos na geografia física, e Sotchava (1978) que classificou taxonomicamente os geossistemas; trouxeram novamente um ideal de unificação entre as áreas de conhecimento de forma interdisciplinar.

Uma das principais análises do sistema é a perspectiva holística, Bertalanffy (1973), entende que não basta só estudar as partes separadas e que o resultado unificado resulta da interação dinâmica das partes. Podemos tomar a ideia de produzir um estudo no qual Bertalanffy descreve, assim que é mais importante estudar o todo, do que fragmentar o estudo em partes.

A teoria geral dos sistemas desenvolve os estudos a partir de conceitos chaves para o entendimento, assim, um geossistema (análise sistêmica na

geografia física), tem em sua forma de entendimento os princípios de matéria (elementos constituintes), energia (força motriz), força de distúrbio (energia de modificação) e entropia (alto grau de desorganização), que se inter-relacionam entre si (BERTALANFFY, 1975; HAIG 1985).

Assim toda a matéria de um sistema depende de uma energia para ser gerada ou transformada, mesmo sofrendo distúrbios e impactos que ocasionem modificações para o sistema.

A ideia de um sistema ambiental físico ou geossistema (CAVALCANTI E CORRÊA, 2017) relaciona os estudos dentro da geografia para definir o sistema geográfico que dentro dessa perspectiva, Sotchava (1978) define o geossistema como:

Uma classe particular de sistemas dirigidos, sendo o espaço terrestre de todas as dimensões, onde os componentes individuais da natureza se encontram numa relação sistêmica uns com os outros e, com uma determinada integridade, interatuam com a esfera cósmica e com a sociedade humana.

Pode-se pensar, também, em um “clímax” de um geossistema quando, apesar de as partes estarem em mudanças significativas dentro do sistema, há um grau de equilíbrio que por ora torna o ambiente estável, isso ocorre quando há o equilíbrio entre o potencial ecológico e sua exploração (BERTRAND 1972).

A energia de distúrbio que entra num sistema pode modificar o todo ou só algumas partes, a cada distúrbio que afeta o sistema, traz consigo formas de realimentação do mesmo, sendo positivas ou negativas. Estas são, como citadas inicialmente, as mudanças geradas a partir da força de distúrbio, assim, o distúrbio introduzido causa um transtorno que pode alterar formas e processos, definindo este nível de desorganização do sistema como entropia, dado grau de entropia elevado demonstra que um sistema está mal organizado, assim, quanto maior o grau pode ocasionar do não retorno ao seu clímax, fato que a resiliência utiliza para tornar ao estado inicial (DOUGILL *et al.* 1999).

A partir das colocações iniciais, chegamos ao sistema ambiental físico, especificamente o que precisa ser detalhado e entendido nesse estudo, assim tal sistema possui uma capacidade de auto-organização (BERTALANFFY 1975). Entendendo o sistema ambiental físico como um sistema aberto, com escala definida, podendo-se destacar os processos de formação, assim como a evolução do mesmo e as atividades que exercem sobre ele, tais como, as forças de distúrbio e resistência; nesse grau de complexidade é importante ressaltar a divisão em subsistemas, e entender a composição de relações internas dentro de si e externa com outros sistemas diferentes (GOMES E ESPÍNDOLA 2007). A hierarquia é definida como estruturas que pertencem a uma estrutura maior, os subsistemas vistos anteriormente, dentre porções escalares diferentes.

A partir da perspectiva de análise do sistema ambiental físico, parte a premissa de compreender esse sistema como complexo e integrado, organizado em níveis hierárquicos com análises dos processos e formas (CHRISTOFOLETTI 1990; HAIG 1985). No grau de complexidade dos estudos ambientais físicos, é importante colocar uma das principais utilizações nos estudos de um geógrafo, a escala, a importância da mesma é pautada na conceituação das dimensões sejam elas de cunho geográfico, temporal ou cartográfico.

Na geomorfologia, os três tipos de escala são utilizados principalmente nas representações de relevo, assim, os trabalhos com mapas gráficos demonstram a presença de unidades de relevo, à saber a escala geográfica, a forma na qual os tamanhos de áreas podem ser compreendidos, a escala cartográfica que define as distâncias em representações gráficas e, por fim, a escala temporal, quando se recorre a sucessões de modificações na paisagem (KOHLENER 2002); vale ressaltar a ramificação da escala cartográfica em: numérica e gráfica.

É importante destacar a utilização desses aportes nas práticas geomorfológicas, tais como a definição da área de estudo se pautando numa escala geográfica, uma bacia hidrográfica, por exemplo, é a representação geográfica de uma área que pode ser estudada, como é neste estudo. Ainda

sobre as áreas de estudo, há a necessidade de utilização de uma escala que não fuja da abrangência para área de estudo, Marques e Galo (2009) colocam que a inversão proporcional da escala cartográfica em relação à escala geográfica demanda uma abrangência necessária para a representação correta, então quanto maior a escala geográfica, a escala cartográfica será menor, o mesmo acontece de forma oposta. A utilização da escala temporal é algo bastante importante na concepção dos estudos na geografia contemporânea, para se analisar a paisagem, é necessário olhar como há uma evolução de relevo, principalmente nos ambientes semiáridos onde a pouca introdução de energia modifica a paisagem em grandes dimensões. Os vários tipos das escalas demonstram as dimensões espaços-temporais nas quais se pautam os estudos, assim, o sistema ambiental físico, se utiliza delas para abarcar a prática de entendimento do mesmo, de forma evolutiva e representativa. No caso do presente trabalho, pode-se destacar a utilização da escala temporal, que no qual foi utilizada para se analisar as diferentes épocas que somados chegam às imagens de satélite de nove anos (2009 à 2017), além da escala temporal a escala geográfica utilizada é um recorte do alto curso da bacia hidrográfica do riacho do Saco.

Entendendo que cada processo pode alterar a forma e cada forma é resultado de um processo diferente, a relação de interação entre tais elementos resultam na dinâmica do mesmo (CHRISTOFOLLETTI 1990), dada a organização de um sistema, os processos entre as características que o formam o definem como dinâmico e não-linear (MARQUES NETO 2008). Por isso, a dinâmica é vista como a conexão entre unidades espaciais que é um determinante importante da dinâmica do sistema (PETERS E HAVSTAD 2006).

Dentro das análises sistêmicas, nesse estudo é trabalhado uma das categorias de análise sistêmica, a perspectiva de análise de ambientes fluviais, colocando a importância de se entender nessa perspectiva as mais categorias de análise, para isto, é importante pensar na bacia hidrográfica como recorte de área à ser analisado, sendo importante salientar a característica sistêmica da mesma. A bacia hidrográfica é vista como um sistema pelos fatores definidos nos capítulos anteriores, principalmente por existir grau hierárquico, capacidade de ajuste, resiliência *etc.* (GOMES E ESPÍNDOLA 2007).

Um exemplo de hierarquia básico é ver recortes diferentes dentro da própria bacia tais como os próprios canais que podem ser: afluentes e principal, considerando estas unidades na escala hierárquica geomórficas (FRYIS E BRIERLEY 2013).

O fato de que há pelo menos quatro grandes categorias de análise da paisagem dentro de uma bacia hidrográfica: os planaltos de baixo relevo, as escarpas íngremes, as colinas de ação denudacional e as planícies deposicionais (FRYIS E BRIERLEY 2013).

Isto demonstra a ideia de subsistemas, tais como: os canais, planícies fluviais e as margens. Pode-se trabalhar de forma a observar apenas uma unidade de relevo, mas, a ideia do holismo se perde ao tentar adquirir o máximo de informações sobre a área total de estudo, no caso do que se pretendeu trabalhar, foi pensado dessa forma a analisar as áreas dos canais, principalmente onde foi possível realizar as coletas, tais áreas como cabeceiras de drenagem ou áreas de constricção de vale.

Analisando estruturas diferentes a partir da perspectiva holística, pode-se notar a interligação entre áreas distintas dentro de uma bacia hidrográfica, o principal laço que faz esta interrelação é o próprio canal que liga as áreas fontes de sedimentos à jusante os depositando (LEEDER 1982). Os rios como agentes modeladores do relevo são vistos como sistemas que se utilizam dos conceitos iniciais dentro da bacia hidrográfica, relacionando o início e o fim de um curso, sendo um sistema que pode ser visto como aberto uma vez que notoriamente se recebe alta carga de energia não só de uma mesma área, mas normalmente de outros sistemas. Esse conjunto define a bacia hidrográfica como sendo formada a partir de subsistemas.

Assim nota-se que há uma importância nas análises sistêmicas quando se coloca a perspectiva de observação dos autores citados destacando as idéias principais de como os sistemas atuam na geografia, principalmente na geografia física.

## 1.2 GEOMORFOLOGIA DO SEMIÁRIDO.

As terras secas são unidades de paisagem encontradas em regiões com baixas precipitações ao redor do mundo, em áreas com latitudes médias e que possuem características climáticas parecidas, há a presença de regiões áridas e semiáridas em todos os continentes em regiões com o controle climático parecido (GRAF 1988). O Brasil possui uma região semiárida que se contrapõe às outras encontradas em diversos lugares no mundo, pelo principal fator de precipitação, as estruturas geológicas e áreas que barram as correntes de chuvas provenientes do atlântico não conseguem chegar a diversas áreas desta região, além das altas taxas de evapotranspiração causando um alto fator de aridez na região e os resultados são as respostas fisionômicas nas paisagens tais como a vegetação. Dados de precipitação coletados em diversos pontos ao redor do mundo, indicam que precipitações médias anuais do semiárido brasileiro são maiores, possuindo inclusive áreas de enclaves sub-úmidos, assim, as paisagens do semiárido brasileiro são distintas em relação à sua fisionomia, e algumas áreas possuem até sistemas florestais com matas do tipo fechadas.

O semiárido brasileiro é uma região de características específicas que diferem do restante do país, como a taxa de precipitação variando de 280 mm a 800 mm, índice de aridez e risco de seca (PEREIRA JÚNIOR, 2007). As precipitações do semiárido são escassas e há um déficit hídrico, pois, o potencial de evapotranspiração se sobrepõe ao de precipitação (ARAÚJO 2011), assim tornando a região como problemática em relação aos recursos hídricos. Os períodos de seca variam de três a seis meses ao longo de um ano, com a concentração de chuvas que ultrapassa os 50 % do total anual, chegando muitas vezes a aproximadamente 70 % das chuvas do ano (NIMER, 1979).

A região semiárida brasileira é uma porção definida principalmente por fatores climatológicos, no que se diz respeito à literatura, é importante destacar a presença de um núcleo central dentro da própria região semiárida que possui uma precipitação média de 600 mm por ano (MARENGO *et. al.* 2011). Por ser uma região tropical e mais próxima a linha do Equador, esta região sofre

influência direta da zona de convergência intertropical que atua de forma potencial na região, apesar de que, as áreas mais rebaixadas têm uma dificuldade de precipitação causada pelo principal fator de relevo, o planalto da Borborema que está localizado entre os estados de Pernambuco e Paraíba com variações altimétricas em grande escala e que impedem a chegada de chuvas e causa áreas mais secas (CORRÊA 1997, 2001).

Para relacionar com a área de estudo que está localizada numa região específica, deve-se ressaltar que a mesma está localizada num enclave sub-úmido, que pode ser entendida como uma região diferenciada de todo o semiárido comum. Os enclaves sub-úmidos estão localizados em regiões serranas com a topografia elevada, observa-se que estas regiões são submetidas às influências do mesoclima de altitude (SOUZA E OLIVEIRA 2006), o que se observa a diferença climatológica da área, um exemplo é a serra da Baixa Verde (localidade onde a área de estudo está inserida) no estado de Pernambuco com altitude de aproximadamente 1000 m acima do nível do mar, Corrêa (1997 e 2001) destaca a presença de precipitação orográfica e a alta quantidade de precipitação chegando aos 1100 mm a partir de um efeito chamado sombra pluvial assim, percebe-se que esta região possui precipitações diferentes das vistas num local semiárido comum. Apesar disto, estas áreas são consideradas como semiáridas seguindo a classificação por fatores citados anteriormente, como índice de aridez e risco de seca.

A ideia de pensar sobre a região semiárida a partir dos fatores climatológicos, forma o pensamento sobre a colocação de como se funciona os processos geomorfológicos da região, principalmente os superficiais, tais como os processos fluviais, deposicionais e de formação de paisagens, sendo a dinâmica fluvial um processo de bastante expressão e modificação do ambiente, a partir disto, a hidrologia é definida na construção teórica como sendo uma das principais categorias de análise no sistema ambiental físico dinâmico.

A hidrologia no semiárido funciona de uma forma bem característica, vendo que os processos de infiltração e escoamento superficial são mais atenuantes e constitui a maior representação da drenagem da bacia (FROSTIK

E REID 1987), o que se relaciona as enxurradas de grande proporção resultadas por chuvas intensas e que gera uma grande erosão dos canais, esses processos iniciais são bastante significativos e causadores da maior capacidade de mudança na paisagem.

As perdas de solo são dependentes da frequência de precipitações, que por alterarem a capacidade superficial geram maior ou menor grau de escoamento superficial, o que causa dano e diminuição de solos (LELIS E CALIJURA 2010).

Observando a água precipitada como um input de energia nas paisagens semiáridas além de ser um fator de alteração das mesmas, sabe-se que os impactos erosivos são os principais agentes modeladores do relevo, tais como na dinâmica sedimentar, nas erosões de vertentes e deposição sedimentar (GIANNINI E MELO 2009). O material depositado, resultado de fluxos de canais que possuem vazões específicas ao longo do ano, produz sedimentos de características diferentes, que no semiárido funciona de uma forma particular, já que a maioria dos rios são efêmeros (GRAF 1988). Os depósitos são definidos por processos de formação que levam em consideração principalmente a sua característica granulométrica, retrabalhamento de grãos a partir dos fluxos inconstantes de água nos canais (BARROS 2014; SILVA 2016), e os impedimentos que podem haver nas áreas de deposição (BRACKEN E CROKE 2007; SOUZA E CORRÊA 2012; SOUZA, CORRÊA E BRIERLEY 2016).

Essas considerações levam em conta o tipo de fluxo que há, por isso é necessário dividir a escala temporal para cada estudo, em dias as formas se alteram rapidamente, como é observado, depósitos com diferenciação de camadas e com gradiente em um nível de relevo mais alto, pelo fato de que a maioria dos rios no semiárido são efêmeros e com isso possuem um volume de água maior em poucos dias, logo após as maiores precipitações na região e fluxos inconstantes em meses.

Esses fluxos em pulsos são responsáveis pela deposição de materiais com granulometrias diferentes, isso acontece ao longo de anos, sendo possível ter níveis de camadas sedimentares de diferentes tamanhos (GIANNINI E

MELO 2009), no que se observa na área de estudo, depósitos são identificados com capacidades diferentes em relação à sua característica granulométrica e detalhamentos de camadas sedimentares.

Os depósitos até seguem uma lógica em relação as camadas de diferentes grãos, mas trabalhos como Souza (2012, 2014), Barros (2014), Martins e Souza (2016), Silva (2016), mostraram que os fluxos de sedimentos levados de formas mais abruptas trouxeram depósitos com frações de areias maiores nos locais no qual há barramentos de fluxo, e no restante das áreas, frações de grossos em camadas subsuperficiais.

### **1.3 DINÂMICA FLUVIAL DO SEMIÁRIDO.**

A dinâmica fluvial é vista na perspectiva sistêmica como sendo ações no ambiente onde há a relação de produção e deposição, visto o rio como o elo principal, o elemento desse ambiente que é responsável pelo transporte como sua principal função, uma vez que as cabeceiras de drenagem estão localizadas nas áreas com maior altitude que são justamente áreas com maior produção de sedimentos (SCHUMM 1977).

Os rios modificam sua dinâmica de transporte ao transpor unidades geológicas de graus de resistência diferentes o que resulta em áreas que predominam atividades diferentes, ora deposicional, ora de erosão/ transporte (ZANCOPÉ E PEREZ FILHO 2006), assim, os rios que buscam formar seus cursos ao longo da paisagem, de início já fazem a relação inicialmente citada.

Os processos geomorfológicos atuantes nos canais são resultados de ciclos de movimentações de fluxos e erosão dentro do sistema fluvial, assim um curso fluvial com maior vazão tem uma relação de erosão do canal maior quando há pouca deposição, a força da água no canal faz com que haja pouca deposição em seu leito, assim este rio, para chegar ao equilíbrio dinâmico erode seu leito e suas laterais, portando essa carga e conseqüentemente com o aumento da largura do canal a diminuição da velocidade da vazão (SCHUMM 1977; RICCOMINI et. al. 2009). O principal fator que causa essas ações foram

as oscilações do nível do mar no quaternário que alternaram ciclos de erosão e deposição dos canais (LEEDER 1982).

A partir dessa observação, podem-se tomar exemplos de formações fluviais de diferentes formas tais como áreas de deposição lateral, erosão lateral dos canais e deposição sedimentar em meio aos cursos, isto a partir dos tipos de fluxos de energia dos canais, entre os momentos de cheia e seca dos rios.

Nos estudos geomorfológicos fluviais há o entendimento que o elemento de geração de maior energia é o poder de mobilização de sedimentos de um canal, justamente pelos fatores de força, estresse e energia de um fluxo (GRAF 1988). Dentro dessa perspectiva de análise, os rios mobilizam cargas de sedimento através da sua vazão específica utilizando a energia do fluxo.

A energia de fluxo dentro de um canal é medida como a massa de água que entra num rio a certa altura acima de um dado nível de base (FRYIS E BRIERLEY 2013), influenciada principalmente pela ação gravitacional que por conta da relação entre o canal e a água causa atrito e perda de energia (LEOPOLD, WOLMAN E MILLER 1964).

Para se entender a questão de energia potencial, Fryis e Brierley (2013) definem que a proporção de erosão e a deposição que ocorre ao longo de um canal do rio é uma função do equilíbrio relativo das forças impulsoras e resistentes, causando perda ou ganho de energia.

Esses ganhos ou percas de energia resultam em fluxos que ocorrem de forma diferente nos canais, geralmente há a presença de dois tipos de fluxos: turbulentos e laminares. Os fluxos turbulentos são causados por ações que dificultam o fluxo tais como redemoinhos ou obstáculos no fundo do canal, os fluxos laminares são basicamente caracterizados por correntes de fluidos ocorrendo geralmente quando há baixas velocidades (SUGUIO 2003).

Dentro da mesma perspectiva, o semiárido como região da área de estudo, tem como base as suas características próprias, assim, os fatores que condicionam a formação dos tipos de canais. Alguns fatores como os processos de escoamento superficial são os mais expressivos e que

desembocam mais cargas hidrológicas nos canais em regiões semiáridas (GRAF 1988).

Um dos principais fatores de acumulação hidrológica nas bacias hidrográficas desses ambientes é a quantidade de água escoada até os canais de forma superficial. A geração de escoamento superficial é controlada pela quantidade de água que entra na corrente e flui para a saída da bacia dentro do período de tempo da tempestade e o período imediatamente seguinte (BEVEN 2011). Este tipo de escoamento será mais atuante dependendo das condições paisagísticas encontradas no sistema, tais como a presença ou a falta de vegetação, declividade e tipo de solos (BEVEN 2011).

Para utilizar um comparativo entre regiões de fatores climatológicos diferentes, as áreas de terras secas possuem maiores incisões de elementos desconectantes na paisagem, tais como barramentos naturais que funcionam como elo de separação entre áreas de acumulação hidrológica (BRACKEN E CROKE, 2007; SOUZA, CORRÊA E BRIERLEY 2016).

O que resulta em acumulações aluviais de cargas hidrológicas pertencentes a pequenas áreas de captação relacionadas justamente às áreas de desconectividade nos ambientes de terras secas (BRACKEN E CROKE 2007).

Há um grande problema no que se trata da questão semiárida, uma vez que se coloca nessa região específica um conjunto limitado de fatores climatológicos e de superfície que controlam a magnitude e a duração dos fluxos de inundação em áreas secas (GRAF 1988). Esses fatores são justamente os das precipitações intensas, que causam fluxos intermitentes de alta proporção, mas que pode durar um pequeno período na escala temporal.

Para Graf (1988), a maior parte da dinâmica fluvial semiárida é uma resposta de ações climatológicas que atuam de forma diferente nos outros tipos de regiões, assim, as variabilidades de descarga sedimentar, são respostas das atividades de input de energia e que dependem de alguns fatores.

A maior parte da variabilidade nas descargas máximas pode ser explicada por sete fatores: área da bacia de drenagem, precipitação, intensidade para uma determinada duração e frequência, declive do canal principal, comprimento da bacia, área de lagos e rios, precipitação durante os meses de pico de descarga anual e chuvas durante os meses de alta anual e o número anual de dias de tempestades (GRAF 1988). Assim, os fatores de alteração modificam os fluxos a partir das unidades geomórficas, causando perda ou ganho de energia.

Portanto, se observa uma característica peculiar na região semiárida, momentos no qual o rio se encontra em relação ao seu fluxo, nos meses mais chuvosos há uma grande quantidade de fluxo percorrendo os canais que mobiliza cargas de leito maiores até as áreas deposicionais, alguns tipos de canais foram caracterizados como rios de cabeceira de drenagem, canais em voçoroca, canais em descontínuo arenoso, vale preenchido conservado, canais de garganta entre outros (SOUZA, BARROS E CORRÊA 2016), enquanto que no período de seca, as áreas de deposição possuem menores cargas de leito e de produção de sedimentos visto que os fluxos remobilizantes não correspondem às deposições (SOUZA E ALMEIDA 2015). A partir desse entendimento e das questões climatológicas descritas, as formas de canais secos na região estão de formas mais expressivas o que resulta na falta de dados primários em relação a vazão entre outros componentes hidrológicos, assim, se faz necessário a utilização de modelagens matemáticas para se obter esses dados.

Os modelos gerados produzem resultados de dados que podem ser trabalhados de forma científica, estes dados, principalmente os de vazão dos canais e fluxo de sedimentos, são resultados a serem trabalhados de forma que simulem os dados que não puderam ser coletados como descrito acima.

É importante salientar os modelos nos quais são gerados que podem ser trabalhados dentro da perspectiva semiárido, dentre eles os mais conhecidos são o SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) Arnold *et. al.* (1998), e o Kineros2 (Woolhiser *et al.*, 1990). Uma vez que, há uma escassez de dados primários referentes a esta região e citando exemplos, dentre eles: a falta de

mapas mais elaborados de solos no Nordeste e a falta de estações fluviométricas e plataformas de coletas de dados hidrossedimentométricos.

A utilização de um modelo é essencial na formulação dos estudos pelo fato citado acima, assim, este estudo será pautado na modelagem hidrossedimentológica utilizando o modelo SWAT, que requer dados de precipitação, de uso de solos, declividade entre outros (MACHADO, VETTORAZI E CRUCIANI 2003).

O ArcSWAT é uma extensão de um software de análises geográficas sistêmicas, conhecido por ArcGis, essa extensão é utilizada para se gerar modelos de hidrossedimentologia utilizando dados referente às necessidades do programa, como os citados anteriormente. É constituído como um modelo hidrossedimentológico de base física que simula processos de escoamento superficial, produção de sedimentos, transporte de nutrientes, vazão dos canais e compostos químicos no solo, para longas séries temporais, que necessita a operação em intervalo temporal diário (ARNOLD *et. al.* 1998).

Pode-se aplicar em diferentes formas, a partir de cada objetivo, com isso, a modelagem pode gerar modelos de produção de sedimento por área, análise de energia dos canais nos depósitos, entre outros. Alguns trabalhos são desenvolvidos no semiárido brasileiro dentro dessa perspectiva, como por exemplo os trabalhos recentes de Carvalho Neto (2011), Dantas *et. al.*(2015), Dantas (2016) e Santos (2016).

As análises do SWAT são integradas e geram modelos específicos que procuram chegar próximas as condições reais estimadas da natureza. Apesar de se ter bons resultados o modelo possui algumas limitações em relação ao seu uso. Uma das grandes limitações do SWAT é a dificuldade de se encontrar parâmetros regionais que alimentem o seu banco de dados (LELIS E CALIJURI 2010).

Outra constatação importante a respeito das limitações do modelo SWAT é o fato de que ele não considera diferentes estágios e condições adversas, tais como eventos desconhecidos (LELIS E CALIJURI 2010) utilizando só as condições normais. Além disto, a utilização do programa é

dificultada por condições de práticas dentro do próprio software, tais como salvar o projeto ou erros básicos de funcionamento que geralmente ocorrem.

#### **1.4 SEDIMENTOLOGIA E DEPOSIÇÃO ALUVIAL.**

No tópico anterior foi descrito como a dinâmica é atuante a partir do sistema fluvial dentro da perspectiva do semiárido, baseado nas ideias já apresentadas, é necessário destacar os principais processos sedimentológicos e como funciona isso dentro dos sistemas em ambientes semiáridos, destacando os processos de produção, sedimentação e erosão. A partir das descrições surge a ressalva dos conceitos elaborados na sedimentologia e como são trabalhados.

A sedimentologia é uma área das geociências que estuda os fatores relacionados à gênese dos sedimentos a partir dos processos de formação dos mesmos como erosão e intemperismo (desintegração e/ou decomposição), e as características físicas e químicas tais como textura, dureza e característica mineral (SUGUIO 2003). Esses processos de formação atuantes nas rochas primárias resultam em tipos de grãos de diversos tamanhos e formas, a área dentro da sedimentologia que se dedica ao entendimento dos grãos é chamada de granulometria.

Os grãos em processos de transporte são dependentes às condições de agentes que os modificam, tais transportes causam diferentes tipos de modelagem dos grãos, tais como arredondamento e esfericidade, esses fatores são conhecidos como maturação dos grãos (GIANNINI E MELO 2009; NICHOLS 2003). Os principais tipos de transporte são os fluviais e eólicos que estão presentes desde a gênese dos grãos até as áreas deposicionais.

Os processos de formação de rochas sedimentares estão ligados à litificação de materiais resultados de acumulação sedimentar que ocorrem na superfície da terra, além disto, as camadas de rochas sedimentares se depositam ao longo de anos em regiões onde se favorece esse tipo de fenômeno (LEEDER 1982).

Outra área correlata da sedimentologia é a estratigrafia que busca entender as formações das camadas de rochas depositadas como dito acima, Suguio (2003) define a estratigrafia como sendo uma área que não pertence à sedimentologia; a estratigrafia é definida como sendo os estudos sobre as camadas de estratos sedimentares que possuem propriedades físicas, químicas e processos biológicos que os formaram (NICHOLS 2009). As camadas de rochas depositadas são formações que se atrelam fatores deposicionais que são entendidas de duas formas: mais antigas, as camadas mais profundas e as mais recentes, camadas mais superficiais.

A partir da base teórica sobre a sedimentologia, para o estudo é necessário fazer uma revisão bibliográfica e conceitual dos trabalhos realizados na área da sedimentologia fluvial, destacando os processos de deposição fluvial.

As deposições fluviais estão relacionadas ao preenchimento de vale de um canal, os canais possuem variações de grãos em relação à sua posição no meio aquoso, sendo misturadas de forma contínua cargas de material fino principalmente areia e lama de diferentes fontes (SCHUMM 1977; MINELLA, MERTEN E CLARKE 2009), apesar de que a natureza do material depende da estrutura geológica presente nas áreas de produção.

Uma observação da sedimentação fluvial é a razão entre grãos/fluxo, as frações de grãos dependem do tipo de fluxo existente e gradiente para estarem em posições específicas dentro do canal (LEEDER 1982), os grãos maiores normalmente se depositam no fundo do vale em canais de drenagem com um menor gradiente, os rios de garganta com fluxo contínuo são responsáveis por transporte de grãos que podem chegar até matacões, enquanto que rios de baixo gradiente e fluxo contínuo são caracterizados por depositarem cargas de silte e argila, além de areias mais finas (SCHUMM 1977; ZANCOPÉ 2004).

As principais formas de sedimentação fluvial são as planícies fluviais que são áreas de deposição formadas por sedimentos detríticos de varias formas e tamanhos, e são comumente modificadas no sistema fluvial através da movimentação lateral do canal (ZANCOPÉ 2004; ZANCOPÉ E PEREZ FILHO 2006).

Dentre as generalidades das deposições, o estudo dentro dos seus objetivos trata das deposições de forma aluvial, o que traz as gêneses e formas realizadas através dos rios.

Os depósitos aluviais ocorrem em várias regiões mesmo que não sejam em áreas de controle sedimentar em sua estrutura, estes depósitos são formados a partir de uma deposição de sedimentos que ocorre basicamente por questões fluviais, que não são apenas de uma mesma forma, mas possuem formas diferentes a partir da sua maneira na qual foi formado.

As maiorias dos depósitos ocorrem nas zonas no qual há deposição de sedimentos com o principal fator da mudança de declividade, sendo encontrados em áreas rebaixadas ou com baixa variação de gradiente (FRYIS E BRIERLEY 2013). Há vários outros tipos de depósitos, e isso é considerado a partir da sua gênese e controle estrutural, no semiárido há a presença de diversos tipos, alguns deles foram definidos como: depósitos de constricção de vale, depósitos que foram antigas construções de açudes, de sopé de falha e de preenchimento de vale (BARROS 2014; MARTINS E SOUZA 2016; SILVA 2016). Ao pensar os depósitos gerados por constricção de vale entendem-se como aqueles que sofrem influência de barramentos parciais do canal e são caracterizados por altas variações granulométricas, sendo causados por questões naturais ou não, podendo ser barramentos artificiais, tais como rodovias, pontes ou construções, mas também há a deposição relacionada aos barramentos naturais tais como a presença de grandes blocos rochosos.

A principal característica que os difere nas observações de satélite é o fator controlador de cada tipo, mas, é importante ressaltar que as análises feitas em laboratório, trouxeram várias afirmações de acordo com a diferença, principalmente os que possuem alguma área próxima de interferência antrópica (MARTINS E SOUZA 2016). A gênese é como cada depósito foi formado perante as condições fluviais existente nos períodos específicos, os depósitos de preenchimento de vale, são mais antigos e possuem retrabalhamento granulométrico apurado pelo fato de estarem recebendo fluxos intermitentes de água o que difere dos depósitos que possuem influência antrópica e

barramentos, que recebem sedimentos de forma desordenada e pobremente selecionados.

Em conjunto aos depósitos aluviais pode-se encontrar os aquíferos aluviais, áreas de acumulação hidrológica e sedimentar que não possuem uma forma bem definida entalhados em vertentes (CABRAL E SANTOS 2004). Essas formações podem estar contidas nos depósitos, uma vez que os depósitos não possuem necessariamente recurso hidrológico superficial; podendo ser explorados pelas comunidades locais, visto que as estruturas necessárias para a coleta e armazenamento possuem custo baixo e pouca profundidade (SANTOS, FREIRE E SOUZA, 2009).

No que diz respeito a capacidade de armazenagem, os depósitos com maiores frações de areias, são vistos como de maior capacidade, visto que os grãos maiores, por possuírem um grau de porosidade maior, são responsáveis por adquirirem maior carga hidrológica, mas é importante salientar, que o material fino, tais quais as frações de silte e argila, se misturados no depósito, tornam a permanência da água mais demorada dos mesmos, conservando o recurso por mais tempo (LEEDER 1982).

No que se diz respeito a área de estudo, Barros (2014) caracterizou sedimentologicamente depósitos de uma bacia adjacente como sendo uma área que representa um vale entulhado de sedimentos onde há a confluência de canais que, em sua maioria, se espraiam ao atingir a área. Os principais depósitos encontrados foram os de preenchimento de sedimentos no vale. Além desses detalhamentos, o estudo identificou que as texturas dos depósitos tiveram uma maior seleção no que se diz respeito a área de estudo, uma vez que os sedimentos mais finos foram encontrados nas camadas superficiais.

Outra relação entre os depósitos e as áreas nas quais eles foram encontrados, é a observação de como cada depósito foi encontrado a partir do entendimento dos estilos fluviais encontrados na bacia, uma vez que os tipos de rios diferem nas características granulométricas e em outras características particulares, tais como hidrodinâmica, que será detalhada nos resultados.

As áreas deposicionais possuem alguns tipos de canais delimitados pelo seu estilo, na região, nos depósitos aluviais, há a presença de leques aluviais, canais de cabeceira, canal em voçoroca, vale preenchido conservado e canal em descontínuo arenoso (SOUZA, BARROS E CORRÊA 2016), o que é possível relacionar os tipos de fluxo que cada canal é responsável e fazer a relação com a deposição local.

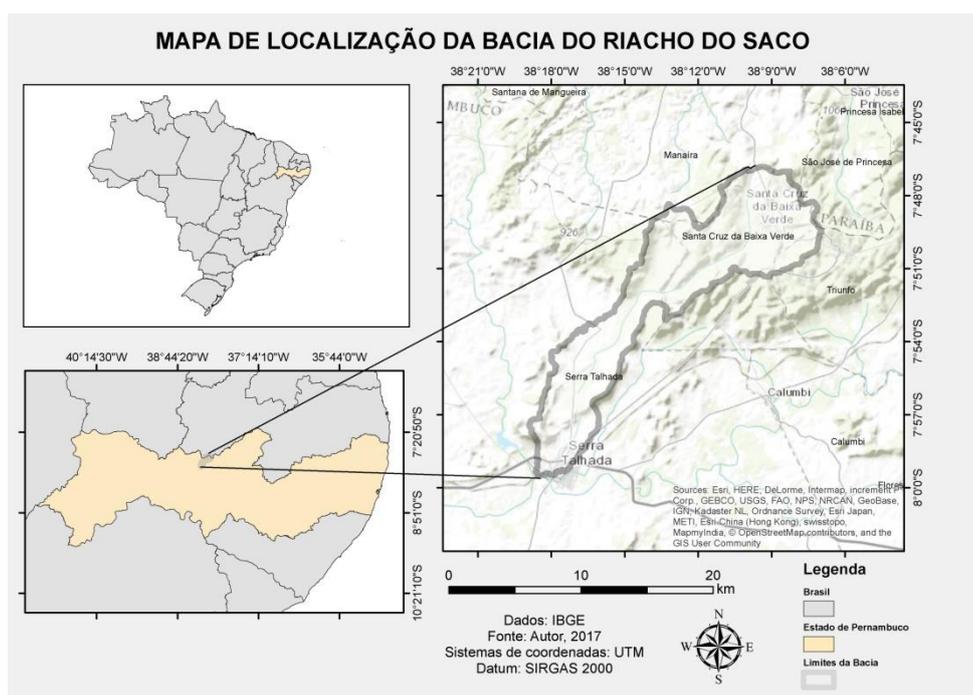
Fluxos de turbulência de alto grau podem remobilizar cargas de sedimentos de alta proporção, as enxurradas são responsáveis por carregarem cargas de sedimentos para outras áreas de forma rápida. Outras atividades como erosão podem causar danos ao ambiente, destacando as destruições de depósitos através de fenômenos naturais, mas não só de forma natural é perceptível os níveis de perda de recursos.

A presença de poluição é um problema para esses depósitos e também para os aquíferos, pois as formas de armazenagem ainda não são exploradas da forma que cause menos impacto, então se observa danos de alta proporção nos depósitos aluviais causados por interferência antrópica como as ações de construção de poços artesanais que causam poluição superficial e subsuperficial dos aquíferos (VIEIRA 2003), principalmente nas áreas onde os depósitos estão sendo controlados por fatores urbanos.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A bacia hidrográfica do riacho do Saco está localizada entre o estado de Pernambuco e o estado da Paraíba que possui apenas uma pequena área que é justamente onde ficam as nascentes e cabeceiras de drenagem, é uma sub-bacia do rio Pajeú, um dos maiores afluentes do rio São Francisco, na figura 1 a localização da bacia do riacho do Saco.

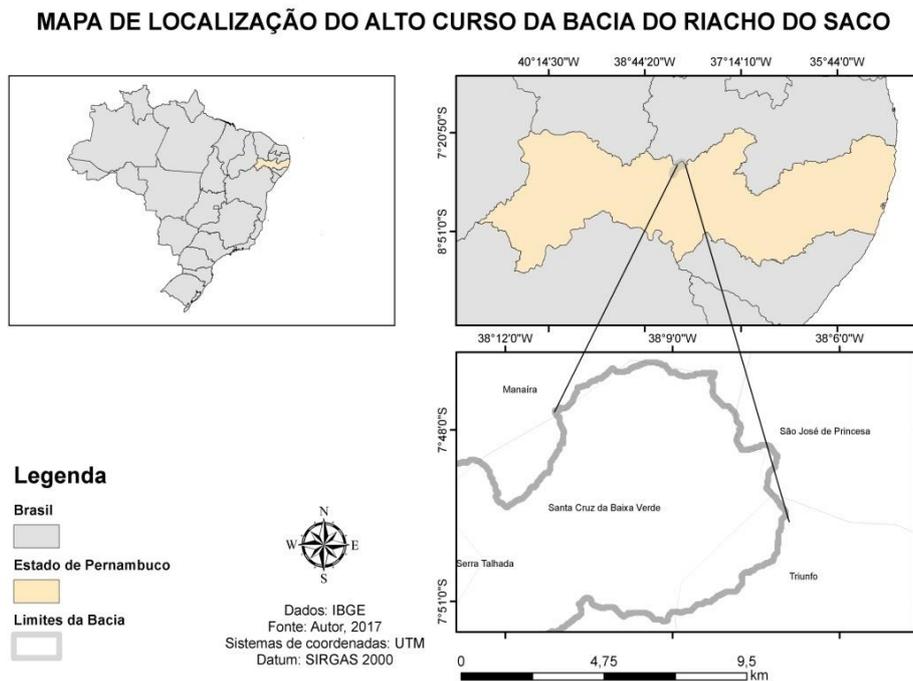
Figura 1: Localização da bacia do riacho do Saco.



A bacia do riacho do Saco compreende vários municípios (Serra Talhada, Santa Cruz da Baixa Verde, Manaíra, São José de Princesa e Triunfo), mas nesse estudo, será trabalhada apenas a parte do alto curso da bacia que compreende principalmente o município de Santa Cruz da Baixa Verde-PE, pelo fato de que, existem os depósitos aluviais mais representativos

da bacia. Imagem da localização do alto curso da bacia do riacho do Saco na figura 2.

Figura 2: Mapa de Localização do Alto Curso.

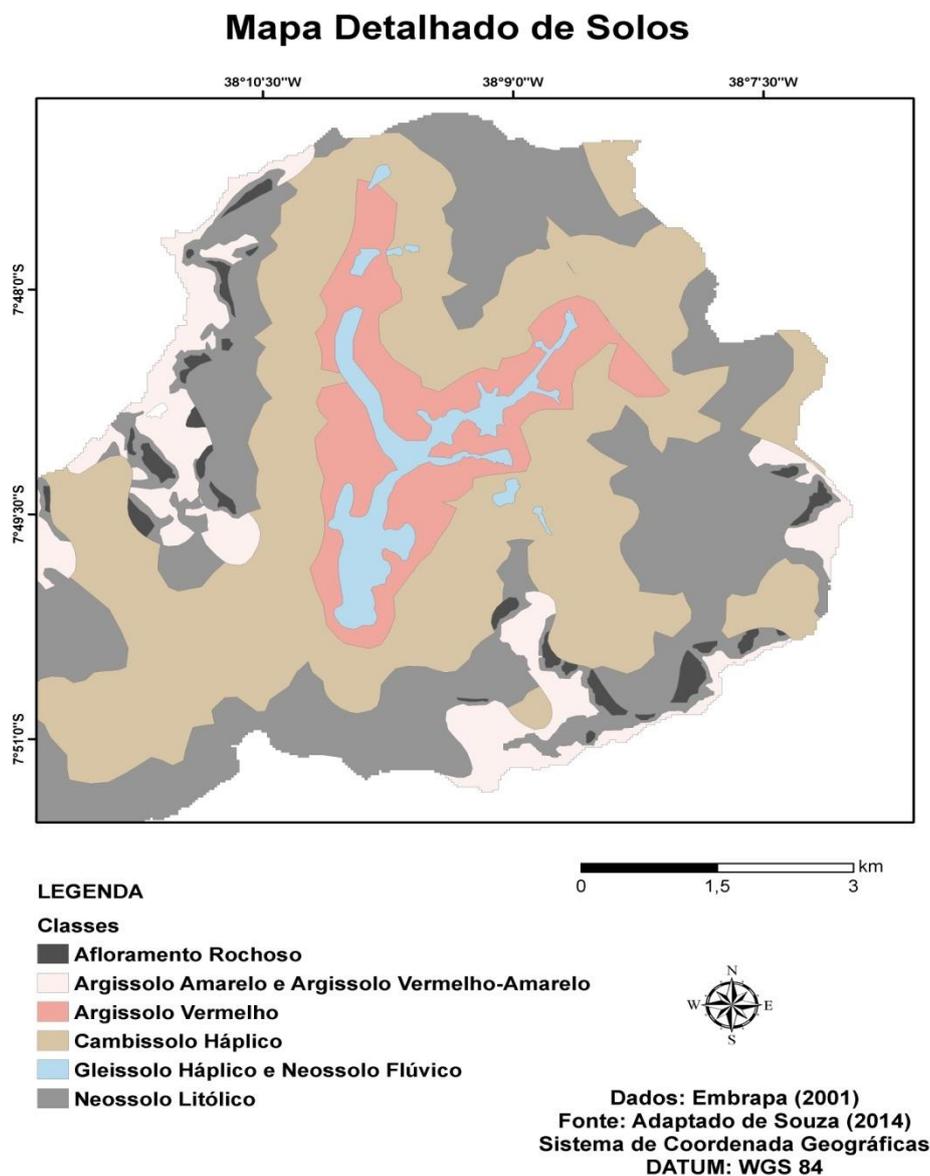


A área está localizada no município de Santa Cruz da Baixa Verde e possui aproximadamente 900m de altitude em relação ao nível do mar, o que difere no clima e precipitação de outros municípios da região semiárida, com precipitação média de 1000 mm por ano, segundo Corrêa (1997, 2001) as médias de cotas topográficas criam sombras pluviais em regiões mais elevadas, também constata que o patamar localizado no município de Santa Cruz da Baixa Verde possui uma precipitação orográfica e define como um brejo de altitude, além disto, há uma variação na região do alto curso, com a mínima de 853 mm/ano nas regiões mais baixas do município de Santa Cruz da Baixa Verde e aproximadamente 1100 mm/ano no município de Triunfo, no qual faz fronteira.

A Serra da Baixa Verde é um batólito aflorado resultando em uma grande estrutura geológica formada basicamente por rochas sieníticas e graníticas (CORRÊA 2001; CPRM 2004). O mapeamento realizado teve como base o trabalho de Souza (2014) sendo adaptado para a área de estudo utilizando a escala 1:50.000.

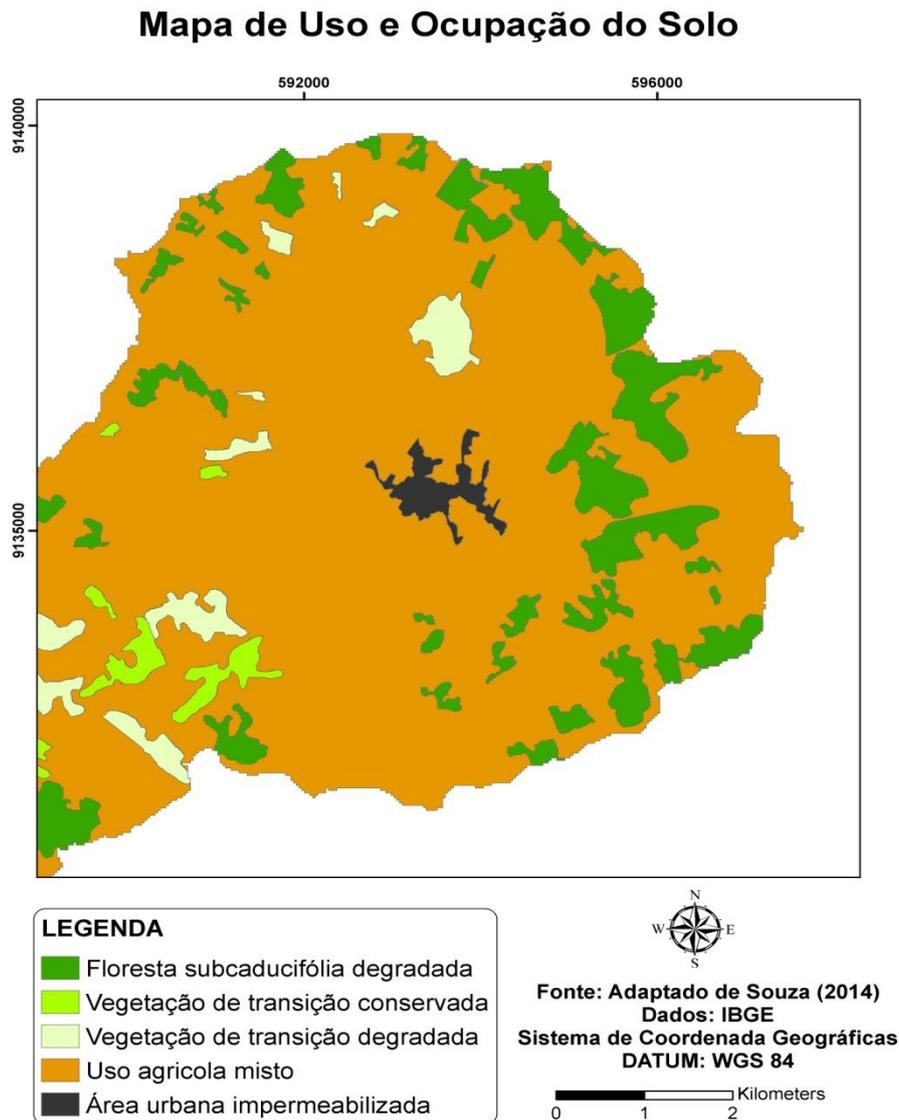
A partir da estrutura geológica e das características climáticas e topográficas, há a formação de solos não comuns no Nordeste Seco, segundo Souza (2011, 2014), tais como a presença de Gleissolos, Cambissolos e Argissolos, como pode ser observado na figura 3.

Figura 3: Mapa Detalhado de Solos.



A presença de agricultura e pecuária na região acontece de forma geral, o fato da necessidade de abastecimento hídrico permite a utilização da coleta através de poços, principalmente nas comunidades rurais espalhadas na região, como pode ser observado nas imagens abaixo, citando o mapa de uso e ocupação do solo e uma fotografia retirada na região (figuras 4 e 5).

Figura 4: Mapa de Uso e Ocupação do Solo.

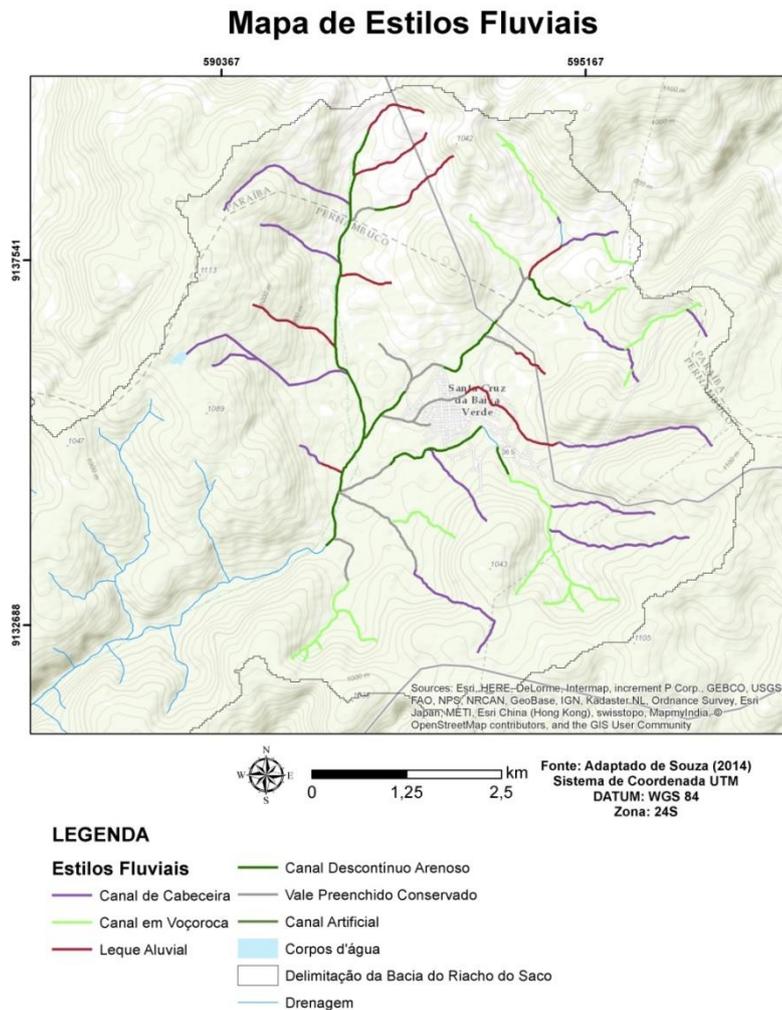


**Figura 5: Poço Artesanal ou Poço Amazonas.**



A hidrologia da área é vista na questão fluvial como sendo caracterizada por vários tipos de canais tais como: rios de cabeceira de drenagem, canais em voçoroca, canais em descontínuo arenoso, vale preenchido conservado, canais rochosos em descontínuo rochoso e leques aluviais (SOUZA, BARROS E CORRÊA 2016), o fluxo até o exutório segue o sentido norte-sul na bacia hidrográfica. Abaixo o mapa de estilos que tem em sua base a carta topográfica da área, para se relacionar justamente com os tipos de canais da figura 6.

Figura 6: Mapa de Estilos Fluviais.

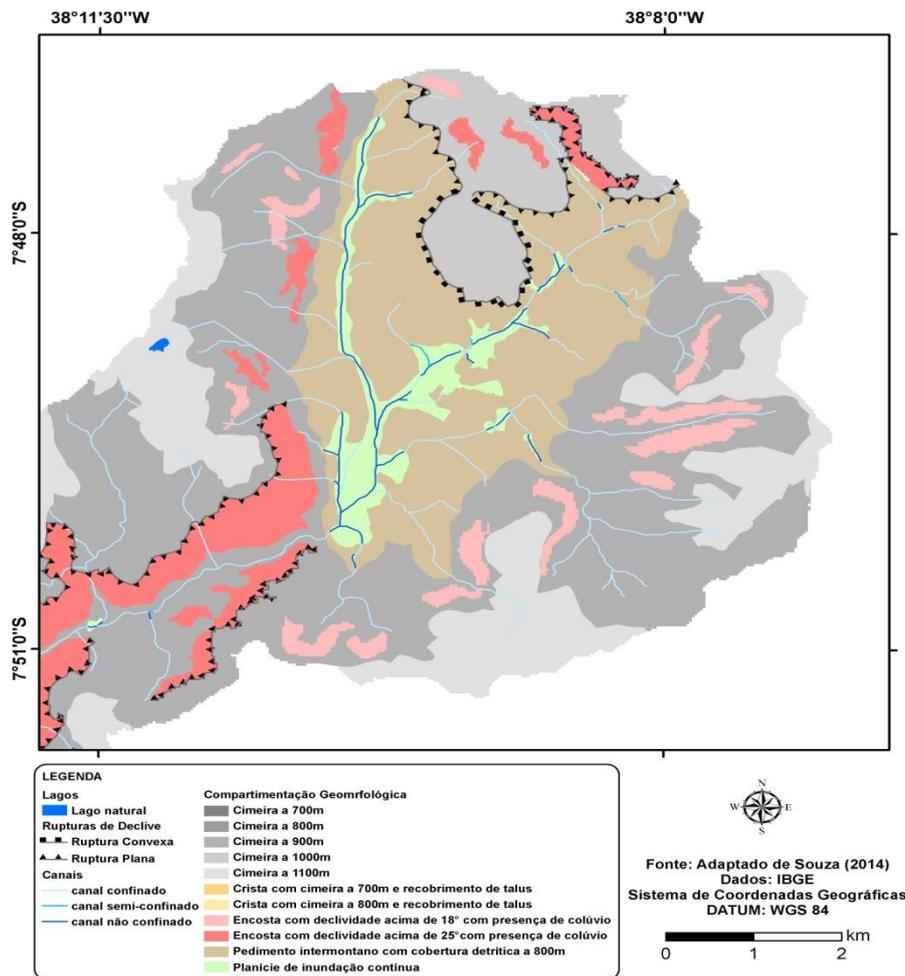


É importante salientar que apenas a região da cidade que será trabalhada, visto que é a área que possui maior interferência antrópica, e essa está localizada principalmente no recorte que engloba o alto curso da bacia do riacho do Saco que fica localizado principalmente na maior área de produção de sedimentos.

O alto curso por ser uma região de produção e alta modificação, as unidades geomorfológicas respondem a um padrão de análise, tais como áreas mais planas e mais íngremes, produzindo compartimentos geomorfológicos diferentes, Corrêa *et. al.* (2010), define o batólito da serra da Baixa Verde como uma unidade geológica arqueada, entre canais e lagos, e rupturas de relevo como podem ser vistos no mapa detalhado na figura 7.

Figura 7: Mapa Geomorfológico.

## Mapa Geomorfológico



Uma observação é a falta de mapas de climatologia e geologia, visto que há pequenas variações no detalhamento tais como, a diferença litológica entre dois tipos de rocha, e a variação de precipitação descrita anteriormente ser baixa e estar entre duas plataformas de coletas de dados, não possuindo um grau mais alto de detalhamento.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Visando atingir os objetivos do estudo serão seguidos os seguintes passos metodológicos: mapeamentos bases e identificação de locais de análise; visitas a campo; levantamento topográfico; coleta de amostras; análises sedimentológicas de laboratório e de campo. O resultado final será a caracterização detalhada dos depósitos aluviais bem como a análise da gênese dos mesmos, tanto relacionados ao deslocamento de sedimento, quanto à sua característica hidrológica.

Os levantamentos topográficos terão como objetivo a identificação da geometria dos vales preenchidos, sendo que os levantamentos serão realizados em planta, longitudinalmente e por secções transversais. Os dados serão coletados a partir de estação total. A partir do levantamento em planta das áreas dos depósitos aluviais, bem como dos perfis laterais e longitudinais, será possível analisar os depósitos de forma tridimensional, podendo até estimar o volume de material depositado, para identificação da profundidade, foi medido através de uma trena a profundidade máxima dos poços artesanais localizados no talvegue, em outros casos, com a presença do morador foi possível saber a profundidade sem medição. Os cálculos dos volumes têm resultados “com base no tipo de unidades geomórficas, as formas de vales e a diferença de altura entre a superfície da superfície geomórfica nas unidades e a do talvegue do canal” (KUO E BRIERLEY 2013 p.4).

Para o cálculo da área de captação efetiva das áreas de depósitos analisadas é necessário inicialmente a identificação dos impedimentos, como colocado anteriormente.

O estudo desses impedimentos revela não apenas informações sobre a transmissão pelo sistema, como também informações sobre os depósitos e formas sedimentares da bacia. Ao analisarem-se os impedimentos de fluxo e como eles se comportam em relação aos eventos de perturbação, em sistemas fluviais em terras secas (GRAF, 1988), pode-se avaliar como, quando e onde há deposição de sedimentos, e como se dá o retrabalhamento ou obliteração dos depósitos e formas sedimentares (FRYIRS, BRIERLEY, *et al.*, 2007b).

A delimitação das áreas dos depósitos foi realizada a partir da identificação por imagens de satélite, além de informações de campo, a partir do entendimento do conceito de depósito aluvial, todas as delimitações foram realizadas no Google Earth levando em consideração épocas diferentes ao longo dos últimos nove anos; as primeiras imagens vistas são do dia 03/11/2009, num ano bastante chuvoso com médias de precipitação maiores do que o normal para a região, esta paisagem sofreu algumas alterações consideráveis no próximo ano, vistas na imagem de satélite do dia 08/05/2010, vendo os depósitos com menor carga hidrossedimentológica; os últimos anos analisados foram 2016 e 2017, nos dias 03/12/2016 e 16/03/2017 respectivamente, estes dois anos são bastante antagônicos aos dois primeiros anos de análise, por serem anos secos com médias de precipitação abaixo do normal para esta região.

Bem como as informações foram confirmadas a partir de validação em campo, e validação pela literatura (SOUZA, 2011 e SOUZA, 2014).

Após a identificação e localização, foi realizada uma pré-classificação no qual se considerou as observações de imagens de satélite e observações em campo, isso foi necessário para que fossem definidos os pontos de coleta, assim foi possível avaliar as características morfológicas no local, tais como, gradiente, granulometria, simetria, largura e área dos depósitos. Tais medições foram realizadas nos softwares ArcGis 10.3 e Google Earth, e validadas em campo com a medição de gradiente e simetria no próprio software.

Nas regiões semiáridas há uma facilidade na questão de coleta sedimentar, o principal fator é a ocorrência de maior parte de rios efêmeros, assim, nas estações onde não há concentração de chuvas, a facilidade de coleta ajuda o trabalho, assim pode-se estimar a profundidade em campo utilizando coletas em locais mais acessíveis (KUO E BRIERLEY 2013).

As coletas foram realizadas em pontos dos canais com morfologias diferentes a partir da percepção vista por satélite, assim foram definidos quatro pontos com duas coletas a cada ponto, uma superficial e outra na profundidade de 50 cm, necessário para se entender o depósito em sua forma subsuperficial.

Os depósitos encontrados no preenchimento do vale do rio são os escolhidos a partir do trabalho realizado por Martins e Souza (2016), em menor escala geográfica, assim a tipificação dos depósitos nesse estudo foi capaz de ser feita a escolha dos depósitos de preenchimento de vale, localizados no alto curso da bacia hidrográfica do riacho do Saco.

A partir da indagação da interferência antrópica nos canais, foi decidido quatro pontos, nos quais haviam uma morfologia diferente e um sinal de alteração antrópica local, assim, o primeiro na parte urbana, o segundo na cabeceira de drenagem, o terceiro próximo a BR, o quarto e último à jusante.

Após as coletas o próximo passo consiste na análise laboratorial, com as amostras sendo secas em uma estufa a 100°C por 24 horas seguidas para que toda a parte de água seja retirada, a separação das amostras em porções de 100 gramas foi feita em uma balança de precisão digital, posteriormente, as amostras foram lavadas em uma solução de 0,5 litros de água e 20g de hexametáfosfato, sendo agitadas mecanicamente por 10 minutos e deixadas descansando por 24h (GALE & HOARE 1991).

Após o descanso as amostras foram lavadas utilizando a peneira de 0,063mm visando remover os sedimentos finos da amostra (silte e argila, menores que 0,063mm), após a lavagem as amostras foram secas novamente por 24h na estufa. Por último as amostras foram colocadas em um rotape (aparelho que utiliza o peneiramento para separar grãos maiores) dividindo em 6 tamanhos específicos para os grãos (2mm, 1mm, 0,5mm, 0,25mm, 0,125mm e 0,063mm), após a separação cada porção foi pesada, e assim foi identificado a distribuição granulométrica para cada amostra, sendo que a porcentagem de sedimentos finos é equivalente a diferença entre o peso total e 100g, visto que a granulometria mais fina foi removida a partir do processo de lavagem com hexametáfosfato na peneira de 0,063mm.

Para análise dos sedimentos mais finos, foi realizada uma pipetagem em todas as coletas, a pipetagem é responsável para aferir a quantidade de argila e silte que há exatos nas amostras, nesse caso foram utilizados 20g de sedimentos, o método consiste em um processo de decantação com 1 litro de água possuindo 20g de dispersante (hexametáfosfato de sódio) para separar

os sedimentos sem que haja interferência dos mesmos, assim, a decantação durou 3 horas e 15 minutos, tempo necessário para a argila se desprender das frações de silte (GALE & HOARE 1991). O material é coletado em amostras de 50 ml e colocado numa estufa a 100° em 24 horas, para secar e retirar a água e umidade, após isto, os beakers contendo o material foram pesado para se ter a porção de argila das coletas.

Para o resultado final, foi utilizado o software SysGran 3.0 para gerar gráficos que seguem a proposta metodológica de Pejrup (1988) e Shepard (1954) à serem analisados para resultados das frações granulométricas encontradas nos depósitos.

A partir dessa etapa, é necessária a utilização de modelagem computadorizada para se obter os dados nos quais são dificultados de se obterem em campo pelos fatores descritos nos capítulos anteriores, assim, o modelo SWAT que será utilizado para gerar tais modelos e os resultados esperados.

O modelo SWAT utiliza vários tipos de modelos (WEPP, USLE, RUSLE *etc.*), e dados que são introduzidos para se obter o resultado dos objetivos em cada caso, nesse, especificamente será utilizado os dados para se obter a produção de sedimentos por área.

A partir dos elementos geomórficos introduzidos no software tais como largura do canal, gradiente e escoamento superficial, ele calcula com a presença dos dados básicos para gerar o modelo que modelo digital de elevação, os limites da bacia hidrográfica e uso e ocupação do solo (UZEIKA *et. al.* 2012) no qual se relaciona para obter os resultados.

O SWAT calcula as vazões, específica e total dos canais a partir de dados como largura do canal, profundidade e áreas de captação.

A avaliação de energia nos depósitos leva em consideração a proposta metodológica adotada por Brierley e Fryis (2013), que chegou a um cálculo para fluxo e vazão específica, sendo desse modo, o total de energia de fluxo é medido como o volume de água representado por “descarga Q” multiplicado pela declividade do canal representado por “s” e o peso específico da água,

descrito na equação:  $\Omega = \gamma Qs$ . Onde  $\Omega$  é a o total da energia do fluxo; o  $Q$  é a descarga (vazão da bacia); “ $s$ ” é o gradiente do canal e “ $\gamma$ ” é valor o específico peso de água (9.800 Nm<sup>-2</sup>) (FRYIS E BRIERLEY 2013).

Porém como a descarga (vazão da bacia) é algo a ser analisada, a energia total da corrente é variável dependendo da descarga do canal, sendo avaliado levando em consideração os eventos extremos que aconteceram na bacia. A partir do resultado do total de energia do fluxo é necessário calcular a energia do fluxo específica que consiste no valor da potência de canal dividida pela largura do canal que representa o trabalho gastado ou a energia dispersa pelo canal devido as variações e mudanças de cursos, principalmente a migração lateral do canal. Assim é medido como potência total de fluxo dividida pela largura de fluxo, onde  $\omega$  é a potência do escoamento específico,  $\Omega$  é o fluxo total de energia e  $W$  é a superfície da água largura em uma descarga específica.  $\omega = \Omega/w$  (FRYIS E BRIERLEY 2013).

Para entender a dinâmica sedimentológica na área de estudo foi necessário utilizar a modelagem a partir do software ArcGis 10.3, na extensão que utiliza especificamente á área relacionada à hidrossedimentologia, o ArcSwat, no qual se torna possível analisar especificamente a energia de fluxo e produção de sedimentos por área.

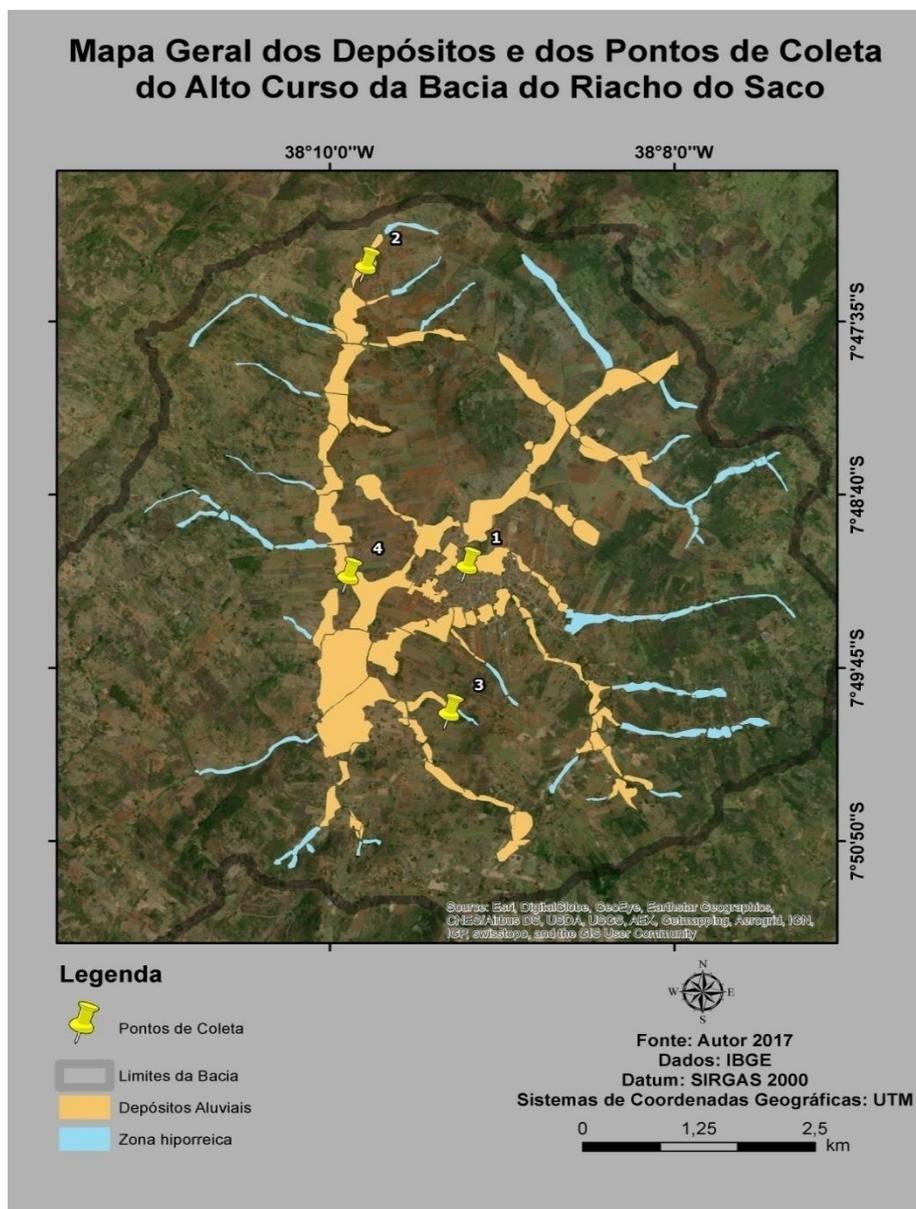
A partir dos dados obtidos nas modelagens e os resultados esperados, torna-se possível a tipificação dos depósitos a partir da metodologia adotada no trabalho.

Os depósitos aluviais serão tipificados a partir das análises de formas dos mesmos, levando em consideração as características físicas dos sedimentos encontrados em cada um, a energia do fluxo, capacidade de armazenagem, posição topográfica e forma dos mesmos; Os dados que foram analisados em laboratório, tais quais as análises realizadas por imagens de satélite farão constatações diferentes para tipificá-los, assim os depósitos com bastante diferenciação de granulometria e capacidade hidrológica, além da largura, localização, e controle estrutural serão definidos em tipos diferentes, o que colabora com próximos estudos sobre o mesmo tema, além da facilidade de utilização nas práticas e políticas públicas a serem cometidas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das delimitações dos depósitos a partir da metodologia adotada serviram como base para a tipificação dos depósitos e representação posterior, incluindo os pontos de coleta que foram realizados na região e a zona hiporréica que foi separada dos depósitos de forma a representar os canais e áreas que possuem baixa acumulação de deposição aluvial, não sendo classificadas em conjunto com as áreas de maiores depósitos. Assim foi possível representar de forma gráfica como demonstrado abaixo na imagem.

Figura 8: Mapa Geral dos Depósitos e Pontos de Coleta.



Os pontos escolhidos para coleta foram determinados a partir das análises de imagens de satélites e das formas que poderiam se diferenciar diante a paisagem. Os pontos de coleta obedeceram a formas diferentes ao ponto de vista do analisador tais como: áreas com barramento de curso, áreas com interferência antrópica maior e áreas com maior desnível de declividade ou queda abrupta observada através do gradiente. A partir disso, os quatro pontos foram determinados para as coletas levando em conta esses parâmetros, mas para se obter interpretações de como a hidrologia funciona nos depósitos foram necessárias coletas superficiais e subsuperficiais para classificar a granulometria dos mesmos e entender a hidrodinâmica dos depósitos.

Assim, podem-se definir em algumas áreas os depósitos encontrados na região, depósitos de deposição inicial, depósitos de vale preenchido, depósitos de barramento de curso e depósitos urbanos, a nomenclatura utilizada é resultado de uma análise que leva em consideração a gênese de cada depósito e identificação a partir do controle estrutural dos mesmos.

Os depósitos de deposição inicial estão localizados nas cabeceiras de drenagem e são responsáveis por receber cargas sedimentares de grãos variados, possuem alto gradiente e estão localizados em áreas de canal escavado; os depósitos de vale preenchido são localizados em áreas com baixa variação de gradiente quando não há necessariamente a presença de um canal escavado; os depósitos de barramento de curso estão localizados em áreas onde há a presença de barramentos artificiais e possuem frações de grãos variados, com uma característica geométrica particular sendo pequenos e longos; os depósitos urbanos estão localizados no núcleo urbano e estão intrinsecamente ligados à presença do homem como agente modelador do ambiente, estão em áreas irregulares e possuem frações maiores de grãos finos, são formados por áreas de constrição de vale a partir do entalhamento de curso através das construções presentes dentro do próprio canal. Além de áreas caracterizadas como zonas hiporréicas, que são áreas de acumulação sedimentar onde se transportam os fluxos de água de forma contínua nos quais não possuem acumulação sedimentar de grande expressão de tal forma que produza um depósito.

Em cada ponto houve a análise de diversas características, a análise granulométrica consistiu em interpretação dos dados que foram coletados e processados em laboratório, as análises topográfica consistiram em medições de áreas de captação, delimitação de perfil lateral dos canais, declividade média e foi possível obter resultados como por exemplo: tipo de uso do solo, vazão média e energia de fluxo, que foram dados trabalhados dentro da perspectiva hidrológica para cada depósito, levando em consideração os dados de oito anos e principalmente o evento extremo datado na região no dia 18 de Fevereiro de 2007.

No geral, foram encontrados maiores frações de grãos finos nos depósitos, provenientes das influências climatológicas sob o tipo de substrato rochoso, formando solos pouco evoluídos e com maior quantidade de silte e argila.

Após todo o processo de análise em campo para se obter as coletas e referenciar os pontos através de GPS (*Global Positionment System*), e processamento das amostras no laboratório, se obteve resultados das análises dos depósitos aluviais a partir das propostas objetivadas, sendo possível caracterizar a granulometria e tipificar cada depósito.

Os pontos escolhidos trouxeram características distintas quanto à granulometria, capacidade de armazenamento e hidrodinâmica representados nos gráficos gerados de acordo com a metodologia de Pejrup (1988) e Shepard (1954), os pontos serão descritos abaixo a partir da sequência realizada nas coletas em campo, assim, foram definidos em: Ponto 1 – Depósitos Urbanos; Ponto 2: Depósitos de Deposição Inicial; Ponto 3: Depósitos de Barramento de Curso; Ponto 4: Depósitos de Vale Preenchido.

É importante salientar que nos gráficos gerados nas análises topográficas são representados de forma exagerada de forma horizontal para que fosse possível demonstrar de uma melhor forma.

Ponto 1- Depósitos Urbanos: Localizado nas coordenadas geográficas 7°49'6.31"S e 38° 9'11.50"O, no qual há intensa influência antrópica, observando até construções nas planícies fluviais, e utilização de área para

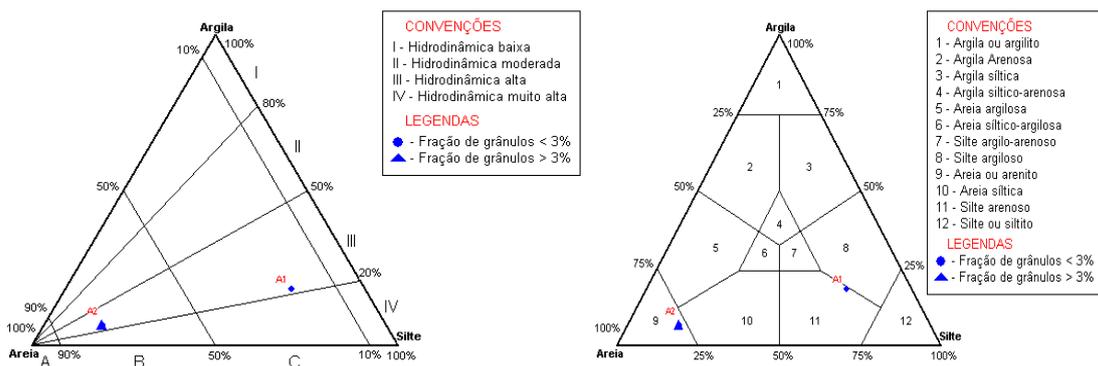
pecuária e agricultura dentro do depósito, com presença de herbáceas exóticas e detalhe de um canal escavado à esquerda da imagem, como pode ser observado na foto abaixo.

**Figura 9: Área dos Depósitos Urbanos**



Foi escolhido para que fosse possível as observações dos dados relacionados à granulometria e como a intensa influência antrópica poderia alterar esse local. A caracterização granulométrica é vista a seguir:

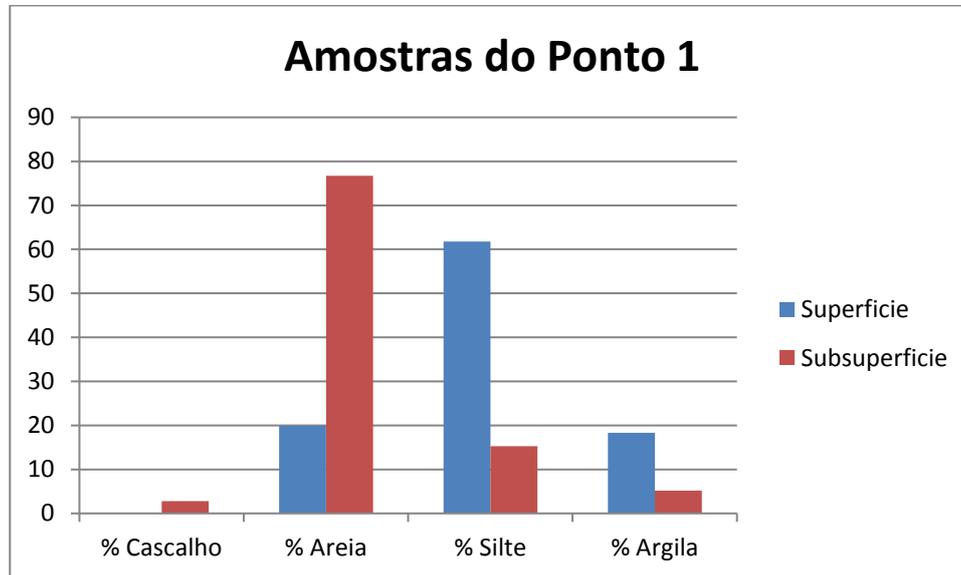
**Figura 10: Diagramas de Pejrup e Shepard.**



De acordo com as imagens, pode-se constatar que os depósitos urbanos possuem uma maior capacidade de armazenagem visto que são formados majoritariamente por frações de silte arenoso e areia, com uma hidrodinâmica

alta nessas coletas realizadas superficialmente e subsuperficialmente. As frações de grãos são descritas no gráfico abaixo:

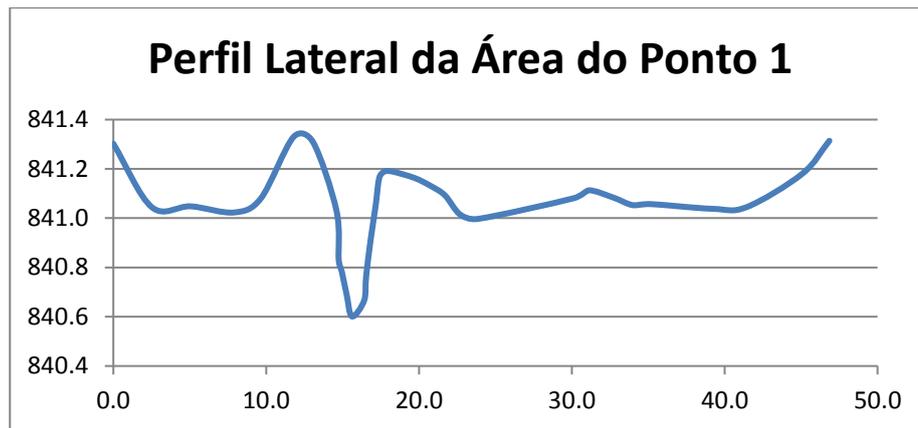
Figura 11: Porcentagem granulométrica das amostras do ponto 1.



São vistos como produzidos basicamente de sedimentos finos em sua superfície: silte (61,69%) e argila (18,29%), e sendo pobremente selecionados subsuperficialmente, chegando a ter níveis de frações variadas, com predominância de areias: média (28,63%), grossa (18,74%) e fina (16,16%) em sua maioria. Isso se define pelo fato dos fluxos constantes de deposição nos momentos de vazão do canal, nesse ponto é importante destacar a constrição do vale causado pelas construções de casas na calha fluvial.

A topografia será detalhada a partir dos gráficos com resultado dos pontos coletados na estação total, como observado na figura 12.

Figura 12: Perfil Lateral do Ponto 1.



O perfil lateral desse trecho se destaca pela presença de um canal escavado dentre as cotas de altitude 840m e 841m, as margens laterais possuem diferença entre tamanhos sendo a margem direita vista no sentido do curso de menor tamanho. Visivelmente nota-se a remobilização do material para os diques fluviais o que se nota nas cotas que chegam a 841,3m sendo de quase mesma altitude das áreas de várzea menor e escavação do leito aumentando a profundidade do mesmo.

A principal característica pedológica da área é de solos dos tipos: Argissolo Vermelho e associações de Gleissolo-Neossolo Flúvico representando aproximadamente 95% do total, com maior porcentagem de declividade variando de 3°-8° chegando a quase 46% do total e áreas com declividade variando de 8°-20° chegando a 36% do total encontrado na área. O fato de que há uma declividade média acentuada, os sedimentos desse ponto são dispostos em patamares altimétricos em declive formando os tipos de solo específicos de cada solo, tais como os materiais mais finos estarem em condições de formularem solos argilosos e nas áreas mais rebaixadas onde há inundação mais constante a presença de Gleissolo.

Os resultados das análises hidrológicas chegaram aos resultados de vazão média 0,003 m<sup>3</sup>/s, e a vazão no evento extremo analisado 0,096 m<sup>3</sup>/s. O fluxo de energia total nos depósitos teve o valor de 0,02 W/m<sup>2</sup>, com fluxo de energia específica de 0,01 W/m<sup>2</sup>, e energia de fluxo total no evento extremo de 24,461 m<sup>3</sup>/s, e energia de fluxo específico no evento extremo de 0,421 m<sup>3</sup>/s, responsável por apenas estar em acumulação superficial e não ter uma alta

capacidade de mobilização de carga sedimentar. Isso se deve ao fato da área de acumulação de carga hidrológica ser de pequena proporção e não havendo um fluxo maior, sendo localizado.

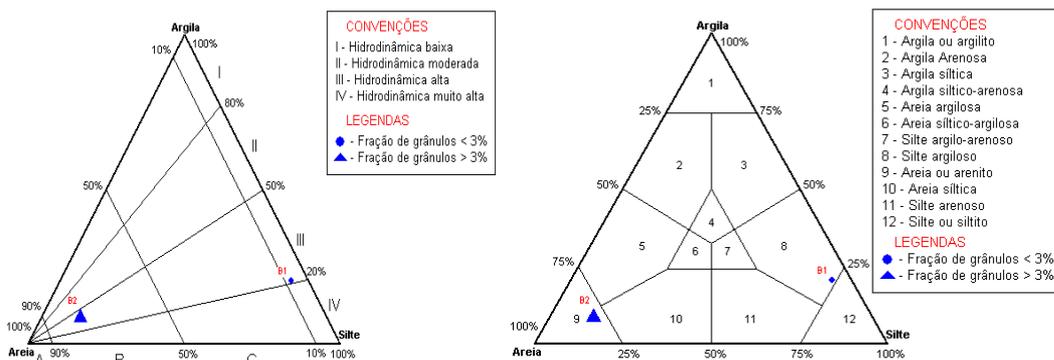
Ponto 2- Depósitos de Deposição Inicial: Localizado nas coordenadas geográficas 7°47'13.80"S e 38° 9'46.70"O. Foi escolhido para que fosse possível a observação de como os sedimentos estão dispostos nos depósitos que possuem um maior gradiente, o que difere dos outros tipos, com a presença de vegetação arbustiva nas áreas das margens dos canais, mas de forma espaçada, com menor interferência antrópica e utilização apenas para uso e obtenção de água, observado na figura 13.

Figura 13: Área de Depósitos de Deposição Inicial.



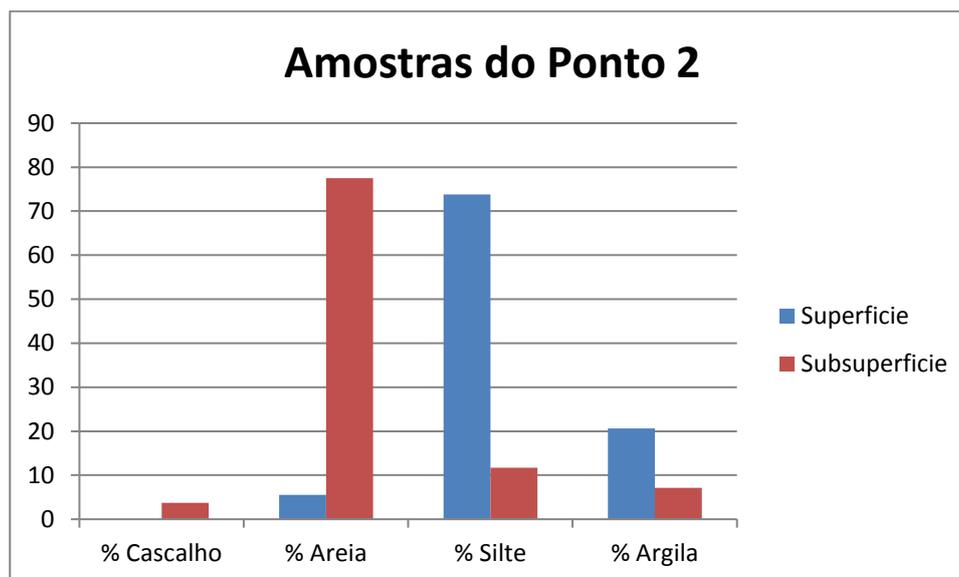
A representação granulométrica definida nos diagramas da figura 14.

Figura 14: Diagramas de Pejrup e Shepard.



No ponto dos depósitos de deposição inicial, pode-se constatar uma maior presença de silte argiloso e areia com uma hidrodinâmica alta, o que remete a uma boa capacidade de armazenagem visto que sua característica superficial. As frações de grãos são descritas no gráfico da figura 15.

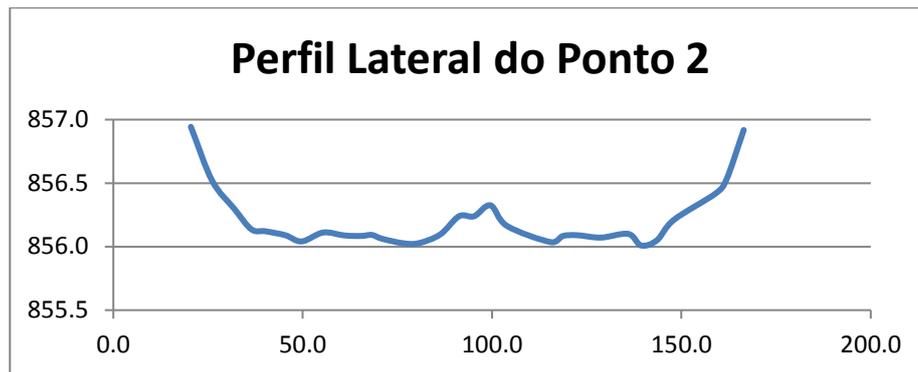
Figura 135: Porcentagem granulométrica das amostras do ponto 2.



Com a presença de grãos mais finos e por possuir uma capacidade de otimização dos recursos existentes, com frações de silte (73,80%) e argila (20,65%) e sendo pobremente selecionado subsuperficialmente por possuir frações variadas de grãos principalmente nas frações de areias: média (30,56%), fina (17,15%) e grossa (16,96%). As frações de silte encontradas superficialmente são resultados de mantos de intemperismo na região do canal, enquanto que as frações de grãos mais grossos foram depositadas por fluxos de frações de areias em fluxos mais turbulentos, sendo de boa armazenagem.

A topografia será detalhada a partir dos gráficos com resultado dos pontos coletados na estação total, descritas na figura 16.

Figura 146: Perfil Lateral do Ponto 2.



O perfil lateral é resultado do uso da estação total para verificar a topografia do canal, nesse caso se destaca a presença da calha fluvial entre as cotas de altitude 856m e 857m, sem a presença de um canal bem escavado, as margens laterais são quase de mesmo tamanho, com a presença de um vale bem entalhado por ser numa região de cabeceira, e as encostas mais íngremes. Na média de 100m no percurso lateral, é possível identificar a presença de uma área mais alta que é justamente uma área aterrada na construção de um poço amazonas, por isso há a acumulação de um material que foi disposto no local.

A principal característica pedológica da área é de solos dos tipos: Cambissolos e Neossolo Litólico representando aproximadamente 97% do total, com maior porcentagem de declividade variando de 8°-20° chegando a 60% do total e áreas com declividade variando de 20°-45° chegando a quase 31% do total encontrado na área. A presença de material mais arenoso nas áreas de declive mais acentuadas produzem solos mais rasos, assim, os Cambissolos e Neossolos Litólicos são produzidos a partir de uma declividade média acentuada e são caracterizados por menor profundidade.

Os resultados de análise hidrológica nesse ponto obtiveram resultados de vazão média 0,032 m<sup>3</sup>/s e vazão no evento extremo de 1,135 m<sup>3</sup>/s, com energia de fluxo de 4,39 W/m<sup>2</sup>, e a energia de fluxo específico de 0,08 W/m<sup>2</sup>, a energia de fluxo total no evento extremo é de 155,722 m<sup>3</sup>/s e a energia de fluxo específica no evento extremo de 3,053 m<sup>3</sup>/s, essa energia é capaz de remover maior parte dos sedimentos que são carregados das áreas de cabeceira de drenagem em patamares desnivelados no relevo em declividade, pelo principal

fato de os depósitos de deposição inicial ocorrerem em maiores variações de gradiente.

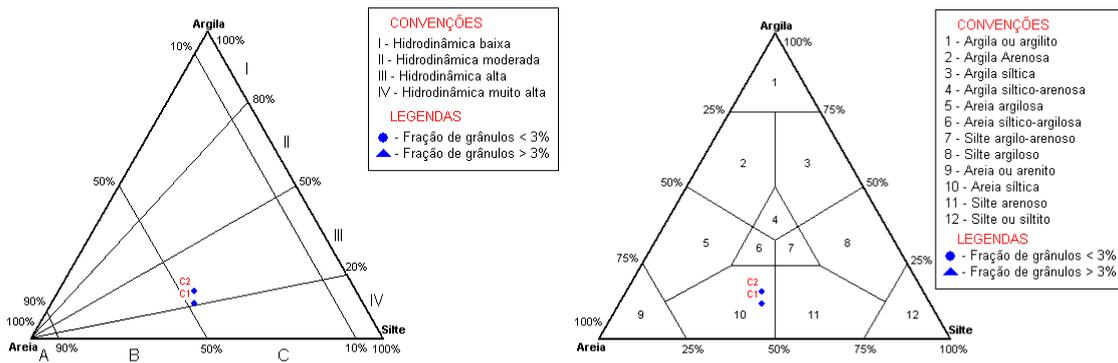
Ponto 3- Depósitos de Barramento de Curso: Este ponto está localizado próximo a uma rodovia nas coordenadas geográficas  $7^{\circ}50'1.50''S$  e  $38^{\circ}9'17.60''O$ . Este ponto foi escolhido a partir da indagação de como funciona os barramentos na alteração dos recursos nessa região, possui a presença de vegetação arbustiva e espaçada e uma alta interferência antrópica. Na imagem da figura 17 pode-se observar ao lado direito a presença de um desnível causado pelo barramento do curso através da rodovia.

**Figura 157: Área de Deposição nos Barramentos de Curso**



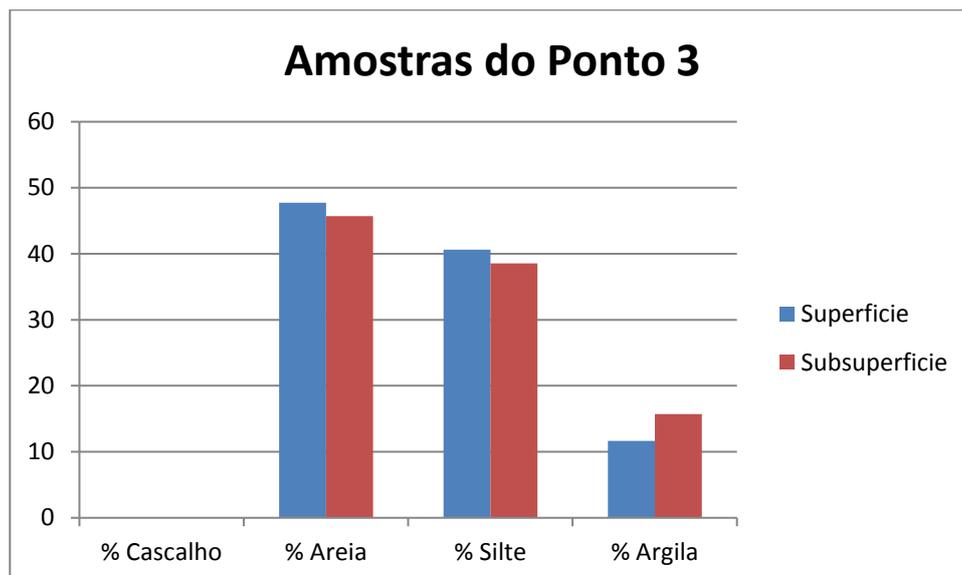
Na figura 18 é possível observar os diagramas de representação das frações granulométricas.

**Figura 18: Diagramas de Pejrup e Shepard.**



De acordo com os gráficos, estes depósitos são caracterizados como sendo de areia siltica e com hidrodinâmica alta. O ponto com maior interferência antrópica possui maiores variações de grãos em suas duas coletas, tanto em superfície quanto em subsuperfície, as variações de frações de vários grãos são resultado do barramento causado pela rodovia, isso traz a ideia de que os fluxos de detritos são ocasionados com maior velocidade e turbulência e que se depositam de tal forma a se acumular, aumentando o nível de base local, até que o barramento seja superado. As frações de grãos são descritas no gráfico da figura 19.

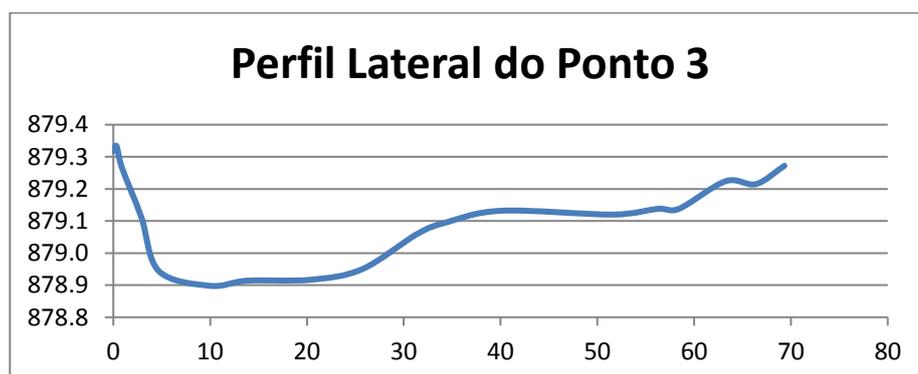
**Figura 169: Gráfico de porcentagem granulométrica das amostras do ponto 3.**



A análise superficial demonstra maiores frações de: silte (40,62%), areia média (16,36%) e (11,67%), e na coleta subsuperficial com maiores frações de: silte (38,53%), argila (15,71%) e areia fina (18,63%). Uma observação importante, é que diferente dos outros tipos de depósitos, os depósitos de barramento de curso possuem maiores frações de grãos finos nas coletas subsuperficiais e de grãos mais grossos nas coletas superficiais, contrariando a lógica e os resultados dos outros tipos de depósitos, o principal fator que ocasiona isto é o tipo de fluxo determinante na deposição, tal fluxo foi mais turbulento visto que os fluxos de drenagem que descem das cabeceiras têm uma alta energia e depositam as cargas de forma aleatória sendo impedidas de ultrapassar o barramento do curso fluvial.

A topografia será detalhada a partir dos gráficos com resultado dos pontos coletados na estação total, ver figura 20.

**Figura 17: Perfil Lateral do Ponto 3.**



O perfil lateral é resultado do uso da estação total para verificar a topografia do canal, nesse caso se destaca a presença da calha fluvial entre as cotas de altitude 878,9m e 879,3m, sem a presença de um canal bem escavado, com as margens laterais com uma diferença de patamares visto que o lado esquerdo da figura no ponto mais alto é a rodovia, com a presença de um vale bem entalhado por ser numa região de cabeceira, e as encostas mais íngremes.

A principal característica pedológica da área é de solos dos tipos: Cambissolos e Argissolo vermelho-amarelo representando aproximadamente

72% do total, com maior porcentagem de declividade variando de 20°-45° chegando a 52% do total e áreas com declividade variando de 8°-20° chegando a quase 27% do total encontrado na área. Esta área é caracterizada por uma alta declividade e material diverso, isso demonstra a formação de solo mais raso como o Cambissolo, e o material fino nas encostas menos íngremes é responsável pela pedogênese de solo mais argiloso.

Os valores de vazão nesses depósitos, média 0,008 m<sup>3</sup>/s e extrema 0,28 m<sup>3</sup>/s, com energia de fluxo total de 0,47 W/m<sup>2</sup> e energia de fluxo específica de 0,004 W/m<sup>2</sup>, a energia de fluxo total no evento extremo é de 16,464 m<sup>3</sup>/s e a energia de fluxo específica no evento extremo de 0,149 m<sup>3</sup>/s, que nota o barramento como principal agente de diminuição de energia específica com a energia nesse ponto sendo menor que nos outros pontos, isso demonstra uma variação de fluxo dependendo do momento em que há a presença da água nos canais, sendo baixa e de pouca remoção, como descrito no parágrafo anterior, o tipo de fluxo que gerou tal depósito a partir das características granulométricas pode ter ocorrido em um período curto de tempo.

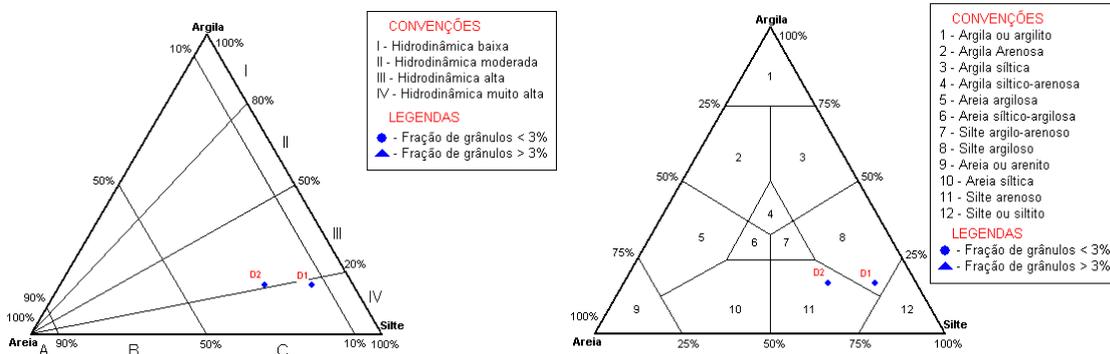
Ponto 4 - Depósitos de Vale Preenchido: Localizado num vale preenchido de sedimentos nas coordenadas geográficas 7°49'10.30"S e 38° 9'52.90"O com bastante alteração antrópica a presença de agricultura e pecuária, foi escolhido pois é uma área que possui maiores depósitos e com menor gradiente, área de vegetação mais densa nas áreas ao fundo da imagem, com árvores e arbustos mais concentrados e canal com presença significativa de plantação de milho, cobrindo toda a área da planície de inundação, ver figura 21.

**Figura 2118: Área de Depósitos de Vale Preenchido.**



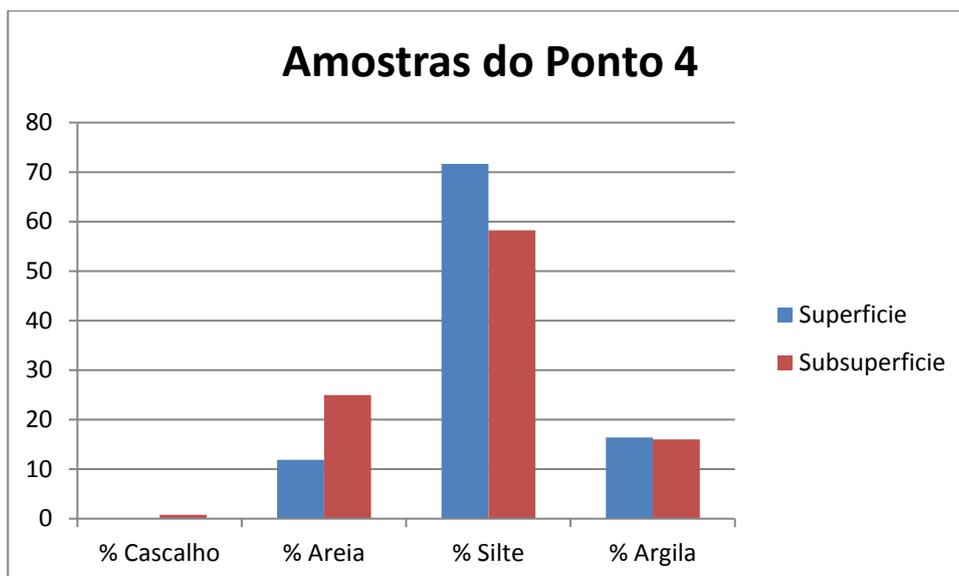
Na figura 22 é possível observar os diagramas de representação das frações granulométricas.

**Figura 192: Diagramas de Pejrup e Shepard.**



Os depósitos de vale preenchido possuem hidrodinâmica alta e muito alta, com presença de silte argiloso e silte arenoso é um tipo de depósito com bastante seleção, no qual se predomina em sua maior parte os grãos finos, tanto em superfície quanto em subsuperfície na figura 23.

Figura 203: Porcentagem granulométrica das amostras do ponto 4.



As maiores frações na coleta superficial são: silte (71,68%), argila (16,42%) e baixas frações de areias; na coleta subsuperficial foram encontradas frações de: silte (58,24%), argila (16,03%) e areia muito fina (11,32%). As variações de altitude tornam o depósito com cargas mais variadas, mas ainda com a predominância de silte de forma que começa a suavização de relevo e as frações de grãos mais finos estão depositados nas duas unidades, tanto superficial quanto subsuperficial.

Devido às dificuldades de locomoção dentro do canal pela presença de cultivo de milho (ver figura 19) não foi possível gerar um perfil lateral deste canal.

A principal característica pedológica da área é de solos dos tipos: Cambissolos e Neossolo Litólico representando aproximadamente 66% do total, com maior porcentagem de declividade variando de 8°-20° chegando a 50% do total e áreas com declividade variando de 20°-45° chegando a quase 30% do total encontrado na área. Assim como no ponto 2, a presença de Cambissolo e Neossolo Litólico é detalhado como a presença de variação de declividade sendo as áreas mais íngremes responsáveis pela produção dos Neossolos Litólicos que dependem de maior variação de declividade e material mais variado.

Nesse ponto, os depósitos possuem vazão média de 0,23 m<sup>3</sup>/s, e no evento extremo de 7,94 m<sup>3</sup>/s, com energia do fluxo de 4,50 W/m<sup>2</sup> e energia de fluxo específica de 0,004 W/m<sup>2</sup>, a energia do fluxo total no evento extremo foi de 16,464 m<sup>3</sup>/s e a energia do fluxo específico no evento extremo foi 0,149 m<sup>3</sup>/s, o fato de que há um maior fluxo energético remobiliza carga sedimentar até as regiões após as laterais dos canais quando o rio transborda a calha do leito regular. Isto explica o fato de haver deposições mais distantes do canal principal e possuir um vale com sedimentos carregados por fluxos constantes.

A partir da proposta metodológica do estudo, foi possível detalhar e tipificar os depósitos e representar de forma gráfica. Como resultado o mapa de tipos de depósitos, exemplificado como cada um foi classificado e definido na figura 24.



deposição for levada em consideração esse valor tende a ser mais baixo. Os depósitos urbanos, assim como os de barramento de curso, são menores e estão localizados em apenas uma área que é justamente nas áreas de maior alteração antrópica, e essa influência gera a deposição aluvial nesses pontos. É importante observar as zonas hiporréicas, que são acumulações aluviais de leito de rio que também possuem uma característica sedimentológica própria.

**Tabela 1: Tabela de Dados Gerais dos Depósitos.**

	Textura Média	Nº	Área Média	Volume Médio	Gradiente Médio	Vazão Média	Largura do Canal	Energia de Fluxo	Energia de Fluxo Específico	EFT (Evento Extremo)	EFE (Evento Extremo)
Depósitos Urbanos	Silte Arenoso; Areia	14	30241 m <sup>2</sup>	241298 m <sup>3</sup>	26m/km	0,003 m <sup>3</sup> /s	58m	0,76 W/m <sup>2</sup>	0,013 W/m <sup>2</sup>	24,461 m <sup>3</sup> /s	0,421 m <sup>3</sup> /s
Depósitos de Deposição Inicial	Silte Argiloso; Areia	59	34575 m <sup>2</sup>	276600 m <sup>3</sup>	14m/km	0,032 m <sup>3</sup> /s	51m	4,390 W/m <sup>2</sup>	0,086 W/m <sup>2</sup>	155,722 m <sup>3</sup> /s	3,053 m <sup>3</sup> /s
Depósitos de Barramento de Curso	Areia Siltica	9	12826 m <sup>2</sup>	51304 m <sup>3</sup>	6m/km	0,008 m <sup>3</sup> /s	110m	0,470 W/m <sup>2</sup>	0,004 W/m <sup>2</sup>	16,464 m <sup>3</sup> /s	0,149 m <sup>3</sup> /s
Depósitos de Vale Preenchido	Silte Argiloso; Silte Arenoso	10	1475659 m <sup>2</sup>	1180520 m <sup>3</sup>	2m/km	0,23 m <sup>3</sup> /s	100m	4,508 W/m <sup>2</sup>	0,045 W/m <sup>2</sup>	155,624 m <sup>3</sup> /s	1,55 m <sup>3</sup> /s

A tabela 1 detém os dados gerais relacionados a cada proposta do estudo com “nº” significando o número de depósitos por tipo “EFT” e “EFE” que significam respectivamente Energia de Fluxo Total e Energia de Fluxo Específico, além dos dados que foram obtidos através do cálculo de: área média, volume médio, energia de fluxo e energia de fluxo específico, nos dois últimos sendo calculados também para o evento extremo que ocorreu na bacia no dia 18/02/2007, com a precipitação entre 80 mm – 100 mm na região.

A energia de fluxo específico obteve resultados maiores nos depósitos de deposição inicial e depósitos de vale preenchido pelo fato de possuírem maior área de captação; é importante ressaltar que no dia do evento extremo, os fluxos nessas áreas foram aumentados em quase 40 vezes do que geralmente ocorrem nesses pontos.

Se relacionar o tipo de fluxo com a área de cada depósito é possível explicar o material presente em cada tipo, os depósitos urbanos possuem pequenas áreas e energia de fluxos específicos sendo baixo relacionado à

área, assim o tipo de fluxo deposita cargas mais finas em superfície e areias finas em subsuperfície. Já os depósitos de deposição inicial possuem uma área total maior e uma energia de fluxo maior por estarem presentes em regiões de maior declividade e próximo às áreas de cabeceira, apesar da maior energia de fluxo, se encontra uma maior quantidade de silte argiloso principalmente pelos fatores de alteração intempérica na parte superficial, com deposição de areias mais finas na subsuperfície. Os depósitos de barramento de curso são menores e possuem área de capacitação diminuta, as energias de fluxo causam deposições do tipo que não selecionam as cargas de sedimentos por isso é importante evidenciar a presença de areia siltica, com variação de grãos por causa do comportamento do fluxo, especialmente pela diminuição da energia ao chegar no barramento. Por fim, os depósitos de vale preenchido assim como os de deposição inicial, possuem uma grande área e têm energia de fluxo alta, por estarem localizados num vale mais alargado, depositam cargas de silte e argila mais facilmente, justamente quando as energias de fluxos fazem com que tenha o extravasamento da vazão do canal chegando a depositar sedimentos em áreas mais distantes.

Os volumes de cada depósito levaram em consideração o cálculo para o volume médio a partir dos dados de profundidade média e área média, assim, os depósitos com maior capacidade são os depósitos de vale preenchido com 1.180.520 m<sup>3</sup> seguidos pelos depósitos de deposição inicial portando uma carga sedimentológica de 276.600 m<sup>3</sup> que possuem quase a mesma capacidade dos depósitos urbanos com 241.298 m<sup>3</sup>, por fim os depósitos de barramento de curso podendo possuir uma carga sedimentológica de 51.304 m<sup>3</sup>.

No total, foram encontrados depósitos de tipos de armazenagem e tamanho em sua geometria, os menores em área são os depósitos de barramento de curso e com energias de fluxos mais atenuantes nos mesmos, visto que estas áreas são localizadas em áreas mais íngremes, e os maiores, os depósitos de vale preenchido com área de captação maior e energia de fluxo maior proveniente da declividade do canal. Os depósitos de deposição inicial possuem áreas menores em relação aos de vale preenchido, mas a sua característica de energia de fluxo é mais alta por estarem em regiões de maior

declividade dentre todos os depósitos encontrados, já os depósitos urbanos possuem uma área pequena e uma energia de fluxo maior pelo fato de a constrição do vale produzir uma energia potencial maior.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos pautados nas dinâmicas fluviais trazem consigo a ideia de como funciona o sistema ambiental físico dessas áreas, e como tal unidade de paisagem vai funcionar, por isso, se espera resultados principalmente na gestão de recursos hídricos para se aplicar nas regiões das áreas de estudo.

O estudo buscou concluir os objetivos pensados, mesmo apresentando algumas lacunas, como a falta de validação da modelagem principalmente nas modelagens hidrossedimentológicas, mas que houve resultados que puderam ser de forma satisfatória, pois, as modelagens trouxeram dados expressivos para serem aplicados na área.

A partir do entendimento de como se funcionam as áreas e com a possibilidade de processamento de dados, foi possível concluir e tipificar os depósitos aluviais, tais como topografia, geometria, influência estrutural e característica granulométrica. Tais depósitos demonstraram formas diferentes a estes parâmetros, visto que, as análises de imagens de satélites e interpretação de dados a partir dos resultados encontrados em laboratório, puderam originar um novo entendimento desses depósitos, através da classificação metodológica do estudo.

Os depósitos encontrados na área são de um importante fator dentro da observação dos recursos naturais utilizados na região, definidos em depósitos urbanos, de vale preenchido, de barramento de curso e deposição inicial.

As principais observações sobre os depósitos são seu controle de armazenagem, que são determinantes dentro da característica principal de tipificação, isso é um ponto a ser destacado em outros estudos, dentro dessa perspectiva é importante destacar a utilização dos recursos naturais.

No Brasil é comum a ausência de planejamento e gestão de recursos naturais de forma integradora e apurada, e isso resulta nos problemas encontrados especificamente na região que sofre de mesma forma. Há uma necessidade de uma gestão mais apurada na questão de utilização dos

recursos naturais, uma vez que é de suma importância para a sobrevivência das comunidades locais na questão de utilização dos mesmos, mas de forma que seja possível a aplicação sem que não haja perda de recursos em um grau que não possa ser recuperado. O dano causado nessas feições causa um grande impacto e chegando a possível destruição dos mesmos, isso deve ser considerado na questão citada anteriormente.

Os resultados de capacidade de áreas e de textura dos depósitos foram satisfatórios, faltando somente as análises de qualidade de água encontrada, para que haja uma complementação e utilização significativa dos recursos superficiais de forma a condicionar o uso, causando menor degradação, maior otimização e disseminação do entendimento científico, e isto motiva novos estudos na área e que não seja só na mesma bacia hidrográfica, mas em todo semiárido que possui uma escassez quando se coloca a quantidade de dados, tais como de sedimentologia ou outros tipos que devem ser simulados.

## 6. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, SMS de. A Região Semiárida do Nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Rios Eletrônica-Revista Científica da FASETE**. Ano, v. 5, 2011.

ARNOLD, J. G.; SRINIVASAN, R.; MUTTIAH, R. S.; WILLIAMS, J. Large area hydrologic modeling and assessment: Part I – model development. **Journal of American Water Resources Association**, Middleburg, v. 34, n. 1, p. 73-90, 1998.

BARROS, Ana Clara Magalhães de. **Avaliação da desconexão encosta-canal da bacia do riacho grande/PB**. Ano de Obtenção: 2014. Dissertação de Mestrado apresentado à Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Brasil

BERTALANFFY, L. VON (1975) History and development of General System Theory, In: E. Taschdjian(Ed.). **Perspectives on General System Theory**, pp.149170. Braziller, New York.

BERTALANFFY, L. v. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973.

BERTRAND, Georges. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico**. Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1972.

BEVEN, Keith J. **Rainfall-runoff modelling: the primer**. John Wiley & Sons, 2011.

BRACKEN, Louise J.; CROKE, Jacky. The concept of hydrological connectivity and its contribution to understanding runoff-dominated geomorphic systems. **Hydrological processes**, v. 21, n. 13, p. 1749-1763, 2007.

CABRAL P. S. J. J; SANTOS M. S.. Água subterrânea no Nordeste brasileiro. In CIRILO *et. al.* (org.). **O uso sustentável dos recursos hídricos em regiões semi-áridas**. 1ª edição. Editora Universitária UFPE. 65-104 p. 2007.

CARVALHO NETO, J. G. **Simulação Hidrossedimentológica da Bacia do Riacho dos Namorados Com o Modelo SWAT**. 2011. 201 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB.

CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza; CORRÊA, Antônio Carlos de Barros. Geossistemas e Geografia no Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 61, n. 2, p. 3-33, 2017.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. A aplicação da abordagem em sistemas na geografia física. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 52, n. 2, p. 21-35, 1990.

CORRÊA, ACB. **Mapeamento geomorfológico de detalhe do maciço da Serra da Baixa Verde, Pernambuco: estudo da relação entre a compartimentação geomorfológica e a distribuição dos sistemas geoambientais**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 1997. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado, 183p.

CORRÊA, A. C. B. Dinâmica geomorfológica dos compartimentos elevados do Planalto da Borborema, Nordeste do Brasil. **Rio Claro. Tese de Doutorado, Departamento de Geografia, Universidade Estadual Paulista**, 386p, 2001.

CORRÊA, A. C. B.; TAVARES, B. DE A. C.; MONTEIRO, K. A.; Cavalcanti, L. C. S.; LIRA, D. R.. **Megageomorfologia e Morfoestrutura do Planalto da Borborema**. Revista do Instituto Geológico, v. 31, p. 35-52, 2010.

COSTA W. D. Caracterização hidrogeológica do estado do Pernambuco. **1st Joint World Congress on Groundwater** (2000).

CPRM. **Serviço Geológico do Brasil**, disponível em: [http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/4978/sb24\\_jaguaribe.pdf?sequence=1](http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/4978/sb24_jaguaribe.pdf?sequence=1). 2005.

DANTAS, José Carlos. **PROCESSOS HIDROSSEDIMENTOLÓGICOS NA BACIA DO RIO TAPEROÁ**. Monografia apresentada ao curso de Geografia, Universidade Federal da Paraíba. 2016.

DANTAS, J. C.; SILVA, M. A.; SILVA, R. M.; VIANNA, P. C. G. Simulação vazão-erosão usando o modelo SWAT para uma grande bacia da região semiárida da Paraíba. **Geociências**, Rio Claro, v. 34, n. 4, p. 816-827, 2015.

DE LIMA BRITO, Luiza Teixeira *et al.* Alternativa tecnológica para aumentar a disponibilidade de água no semi-árido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 111-115, 1999.

DOUGILL *et. al.* Environmental Change in the Kalahari: Integrated Land Degradation Studies for Nonequilibrium Dryland Environments. **Annals of the Association of American Geographers**, 89(3), 1999, p. 420–442.

FEITOSA, FERNANDO AC *et al.* "Estudos Hidrogeológicos de Bacias Sedimentares da Região Semiárida do Nordeste Brasileiro." Brasília, Ministério de Minas e Energia- Secretaria de Minas e Metalurgia- **Serviço Geológico do Brasil** (2004).

FRYIRS, K. A. *et al.* Catchment-scale (dis)connectivity in sediment flux in the upper Hunter catchment, New South Wales, Australia. **Geomorphology**, v. 89, p.297-316, 2007b.

FRYIRS, Kirstie A.; BRIERLEY, Gary J. **Geomorphic analysis of river systems: an approach to reading the landscape**. John Wiley & Sons, 2013.

GALE, J. G.; HOARE, P. G. The physical composition and analysis of regolith materials. In: **Quaternary Sediments: Petrographic Methods for the Study of Unlithified Rocks**. Belhaven Press New York, 1991. p. 87-94.

GIANNINI P. C. F. ; MELO M. S. Do grão à rocha sedimentar: erosão, deposição e diagênese. **Decifrando a terra. São Paulo: Companhia Editora Nacional**, 2009.

GOMES, Rodrigo Dutra; ESPINDOLA, Carlos Roberto. Interdisciplinaridade sistêmica e estudos geográficos ambientais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 16, 2007.

GRAF, W. L. **Fluvial Process in Dryland Rivers**. Caldwell: The Blackburn Press, 1988.

HAIGH, Martin J. Geography and general system theory, philosophical homologies and current practice. **Geoforum**, v. 16, n. 2, p. 191-203, 1985.

KOHLER, Heinz Charles. A escala na análise geomorfológica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 3, n. 1, p. 11-19, 2002.

KUO, Cheng-Wei; BRIERLEY, Gary J. The influence of landscape configuration upon patterns of sediment storage in a highly connected river system. **Geomorphology**, v. 180, p. 255-266, 2013.

LEEDER M.R. 1982, **Sedimentology Process and Products** xv + 344 pp.

LELIS, Thatiana Aparecida; CALIJURI, Maria Lúcia. Modelagem hidrossedimentológica de bacia hidrográfica na região sudeste do Brasil, utilizando o SWAT. **Revista Ambiente & Água**, v. 5, n. 2, p. 158-174, 2010.

LEOPOLD, Luna B.; WOLMAN, M. Gordon; MILLER, John P. **Fluvial processes in geomorphology**. 1964.

MAIA, Aerton Zamboni; SILVA, José Carlos. Proposta de desenvolvimento tecnológico das barragens subterrâneas do riacho São Domingos, no semiárido cristalino: paradigma de exploração sustentável em aquíferos aluviais do Nordeste brasileiro. 2012

MACHADO, Ronalton Evandro; VETTORAZZI, Carlos Alberto; CRUCIANI, Décio Eugenio. Simulação de escoamento em uma microbacia hidrográfica utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 1, p. 147-155, 2003.

MARENGO, José A. *et al.* **Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Medeiros SS, Gheyi HR, Galvão CO, Paz VPS, organizadores. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas28.. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, p. 384-422, 2011.

MARQUES, Américo José; GALO, Maria de Lourdes Bueno Trindade. Escala geográfica e escala cartográfica: distinção necessária. **Boletim de Geografia**, p. 47-55, 2009.

MINELLA, Jean Paolo Gomes; MERTEN, Gustavo Henrique; CLARKE, Robin Thomas. Método "fingerprinting" para identificação de fontes de sedimentos em bacia hidrográfica rural. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande. Vol. 13, n. 5 (2009), P. 633-638**, 2009.

NICHOLS, Gary. **Sedimentology and stratigraphy**. John Wiley & Sons, 2009.

NIMER, E. Climatologia do Brasil, vol. 4. **SUPREN/IBGE**, 1979.

NETO, Roberto Marques. A abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos: algumas interpretações e possibilidades de aplicação. **GEOGRAFIA (Londrina)**, v. 17, n. 2, p. 67-86, 2009.

PEJRUP, M. The triangular diagram used for classification of estuarine sediments: a new approach. In: BOER, P. L.; VAN GELDER, A.; NIO, D. D. (eds.). **Tide-Influenced Sedimentary Environments and Facies**. Reidel: Dordrecht, p.289-300, 1988.

PEREIRA JUNIOR, JOSÉ DE SENA. "Nova delimitação do semi-árido brasileiro." (2007).

PETERS, D. P. C.; HAVSTAD, K. M. Nonlinear dynamics in arid and semi-arid systems: interactions among drivers and processes across scales. **Journal of Arid Environments**, v. 65, n. 2, p. 196-206, 2006.

REID, Ian; FROSTICK, L. E. Flow dynamics and suspended sediment properties in arid zone flash floods. **Hydrological Processes**, v. 1, n. 3, p. 239-253, 1987.

RICCOMINI, C. *et al.* Processos fluviais e lacustres e seus registros. **Decifrando a terra. São Paulo: Companhia Editora Nacional**, 2009.

SANTOS, M. V. C.; FREIRE, C. C.; SOUZA, V. C. B. Comportamento do fluxo subterrâneo em um aquífero aluvial no semi-árido alagoano. *In: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Campo Grande: 2009.

SCHUMM, Stanley Alfred. **The fluvial system**. 1977.

SILVA, Adonai Felipe Pereira de Lima. **Caracterização hidrossedimentológica dos trechos aluviais da Bacia Riacho do Tigre-PB**. Ano de Obtenção: 2016. Monografia apresentada à Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Brasil.

SHEPARD, F. P. Nomenclature based on sand-silt-clayratios. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 24, p. 151-158, 1954.

SOTCHAVA, Viktor Borisovich. Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre. **São Paulo, Instituto de Geografia USP**, 1978.

SOUZA, Jonas Otaviano Praça de; BARROS, Ana Clara Magalhães de; CORRÊA, Antonio Carlos de Barros. Estilos fluviais num ambiente semiárido: bacia do Riacho do Saco, Pernambuco. **Finisterra-Revista Portuguesa de Geografia**, n. 102, p. 3-23, 2016.

SOUZA, Jonas Otaviano Praça; CORRÊA, Antonio Carlos Barros. Conectividade e área de captação efetiva de um sistema fluvial semiárido: bacia do riacho Mulungu, Belém de São Francisco-PE/Connectivity and effective catchment area of a semiarid fluvial system: Mulungu stream catchment, Belém de São Francisco-PE. **Revista Sociedade & Natureza**, v. 24, n. 2, 2012.

SOUZA, Jonas Otaviano Praca de; DE ALMEIDA, Joana D.'arc Matias. Processos fluviais em terras secas: uma revisão. **OKARA: Geografia em debate**, v. 9, n. 1, p. 108-122, 2015.

SOUZA, Jonas OP; CORRÊA, Antonio CB; BRIERLEY, Gary J. An approach to assess the impact of landscape connectivity and effective catchment area upon bedload sediment flux in Saco Creek Watershed, Semiarid Brazil. **Catena**, v. 138, p. 13-29, 2016.

SOUZA, J. O. P. Sistema **Fluvial e Açudagem no Semi-Árido, Relação Entre Estilos Fluviais e Conectividade Ambiental na Bacia de Drenagem do Açude do Saco**, Serra Talhada, Pernambuco. Ano de Obtenção: 2011. Dissertação de Mestrado apresentado à Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Brasil.

SOUZA, J. O. P. **Modelos de evolução da dinâmica fluvial em ambiente semiárido bacia do açude do saco, Serra Talhada, Pernambuco**, Ano de obtenção: 2014. Tese de Doutorado apresentado à Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Brasil.

SUGUIO, Kenitiro. **Geologia sedimentar**. Edgard Blücher, 2003.

TROPMAIR, Helmut; GALINA, Marcia Helena. **Geossistemas**. 2006.

UZEIKA, Talita *et al.* Use of the SWAT model for hydro-sedimentologic simulation in a small rural watershed. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 2, p. 557-565, 2012.

VIEIRA, V. P. P. B. Desafios da gestão integrada de recursos hídricos no semi-árido. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 2, p. 7-17, 2003.

WOOLHISER, D.A.; SMITH, R.E.; GOODRICH, D.C. (1990). **Kineros, a kinematic runoff and erosion model: documentation and user manual**. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, ARS-77, 1990, 130 p.

ZANCOPÉ, Márcio Henrique de Campos. **Estudo dos padrões de canal fluvial do Rio Mogi Guaçu/SP**. 2004. v, 90 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2004.

ZANCOPÉ, MH de C.; PEREZ FILHO, A. Considerações a respeito da distribuição das planícies fluviais do Rio Mogi Guaçu. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 7, n. 1, p. 65-71, 2006.