



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

ADONAI FELIPE PEREIRA DE LIMA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO HIDROSEDIMENTOLÓGICA DOS TRECHOS
ALUVIAIS DA BACIA RIACHO DO TIGRE - PB**

**JOÃO PESSOA – PB
2016**

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

ADONAI FELIPE PEREIRA DE LIMA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO HIDROSEDIMENTOLÓGICA DOS TRECHOS
ALUVIAIS DA BACIA RIACHO DO TIGRE - PB**

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

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

**JOÃO PESSOA – PB
2016**

Catálogo na publicação
Universidade Federal da Paraíba
Biblioteca Setorial do CCEN
Bibliotecária Josélia M. O. Silva – CRB15/113

S586c Silva, Adonai Felipe Pereira de Lima.
Caracterização hidrossedimentológica dos trechos aluviais da bacia
Riacho do Tigre-PB / Adonai Felipe Pereira de Lima Silva. – João
Pessoa, PB, 2016.
81p. : il.

Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal
da Paraíba.
Orientador: Prof. Dr. Jonas Otaviano Praça de Souza.

1. Gestão da água. 2. Aquíferos aluviais. 3. Ambientes fluviais
semiáridos. I. Título.

BS-CCEN

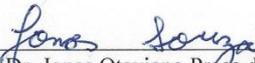
CDU 556(043.2)

Adonai Felipe Pereira de Lima Silva

**Caracterização Hidrossedimentológica dos Trechos Aluviais da
Bacia Riacho do Tigre – PB**

Monografia apresentada como cumprimento às
exigências para obtenção do título de bacharel em
Geografia pela Universidade Federal da Paraíba.

EXAMINADORES



Prof. Dr. Jonas Otaviano Praga de Souza (orientador)
Departamento de Geociência da UFPB



Prof. Dr. Magno Erasto de Araújo
Departamento de Geociência da UFPB

9,0



Prof. Dr. Bruno De Azevedo Cavalcanti Tavares
Departamento de Geografia da UFRB

João Pessoa_PB
Junho, 2016

Dedico este trabalho aos moradores/as de São João do Tigre-PB que compreenderam a necessidade e importância da pesquisa, contribuindo para o desenvolvimento da mesma. E também em memória de Paulo Petrônio Pereira de Lima.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por permitir que eu pudesse concluir essa pesquisa.

Aos meus pais, Adonai de Lima Silva e Maria de Lourdes Pereira de Lima Silva, por me apoiarem em todos os momentos de dificuldade onde foram encontrados obstáculos que impediam o andamento da pesquisa, e por me motivarem a seguir em frente.

À minha esposa Camila de Paula Souza Carneiro, pela atenção, afeto, carinho e todos os momentos de companheirismo.

Ao Prof. Dr. Jonas Otaviano Praça de Souza, por toda a atenção demonstrada na orientação e pela confiança depositada durante o andamento de todo o trabalho.

Aos membros do Grupo de Estudos de Ambientes Fluviais Semiáridos (GEAFS), especialmente a Camila Santos, Rachel Maia, Fábio Vitorino, Stéphanie Lima, Gilsandro, Virna Franco, Jonathas, Diego Côte, Diego Monteiro, Hélder Oliveira, Jeferson Maurício, Leonardo, Letícia Barros e Rony Lopes, pela inestimável ajuda no processamento das amostras e no processamento dos mapas.

Aos membros do GEQUA-UFPE, especialmente a Joana Matias e Ítalo, por toda atenção dada na ajuda no processamento das amostras.

Aos membros da banca organizadora, por assumirem o compromisso do processo avaliativo da pesquisa.

À José Carlos Dantas, pelo apoio dado nas disciplinas no período letivo dando suporte para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores do Departamento de Geociências da UFPB, pela inestimável contribuição científica para minha formação acadêmica.

“O medo da origem é o mal, o homem coletivo sente a necessidade de lutar, o orgulho, a arrogância, a glória enchem a imaginação de domínio, são demônios, os que destroem o poder bravio da humanidade” –

Chico Science

RESUMO

As pesquisas voltadas à gestão dos recursos hídricos vêm ganhando importância crescente nos últimos anos no Brasil, sobretudo no nordeste, em decorrência dos anos de estiagem prolongada em ambientes semiáridos. Nesse contexto, a exploração dos aquíferos aluviais surge como alternativa complementar para suprir a carência hídrica, buscando aperfeiçoar as formas de captação armazenamento e uso de água pelas comunidades. Além disso os aluviões têm maior capacidade de armazenar água da chuva, são fáceis de escavar ou perfurar, tornando sua exploração simples e viável, contribuindo para o desenvolvimento na região através da agricultura familiar. Foram realizados os mapeamentos de diferentes trechos aluviais, fazendo a identificação do uso e ocupação do solo. Os diferentes trechos aluviais passaram por análises e classificações sedimentológicas, e posteriormente fazendo-se o agrupamento de três classes referente aos tipos de depósitos aluviais. A partir dos resultados gerados foi possível concluir que as áreas de estocagem de deposição estão concentradas nos ambientes de baixo gradiente, influenciadas pelos controles topográficos, biogeográficos, climáticos, antrópicos e geológicos. A alta hidrodinâmica apresentada nos resultados reflete na alta variação dos tipos de depósitos aluviais analisados, podendo gerar influência na formação de aquíferos aluviais com características diversas. Assim, este trabalho buscou identificar e caracterizar os trechos fluviais na qual haja a possibilidade de haver aquíferos aluviais, de modo que a comunidade local possa melhorar as técnicas de captação, uso e armazenamento de água através da exploração desses ambientes. A pesquisa foi realizada no município de São João do Tigre – PB.

Palavras -Chave: Aquíferos aluviais; ambientes fluviais semiáridos; e Gestão da água.

ABSTRACT

The research focused on the management of water resources are gaining increasing importance in recent years in Brazil, especially in the Northeast, due to the years of prolonged drought in semiarid environments. In this context, the exploitation of alluvial aquifers is an alternative supplement to supply the water shortage, seeking to improve the ways to capture and store water use by communities. Also the alluvium have greater capacity to store rainwater, they are easy to dig or drill, making its simple and feasible operation, contributing to the development in the region through family farming. the mappings of different alluvial stretches were performed, making the identification of land use and occupation. Different alluvial stretches passed sedimentological analysis and ratings, and then making up the grouping of three classes referring to the types of alluvial deposits. From the generated results it was concluded that the deposition of storage areas are concentrated in low-gradient environments, influenced by topographic controls, biogeographic, climatic, geological and anthropogenic. The high hydrodynamics presented the results reflected in the high variation in the types of analyzed alluvial deposits, which can generate influence in the formation of alluvial aquifers with different characteristics. Thus, this study sought to identify and characterize the river stretches in which there is the possibility of alluvial aquifers, so that the local community can improve harvesting techniques, water use and storage by exploiting these environments. The survey was conducted in the municipality of São João do Tigre - PB.

Key-words: Aquifers Alluvial; semiarid riverine environments; and water management

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	16
2.1. Objetivo Geral	16
2.2. Objetivos específicos	16
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1 Sistemas	17
3.2 Sistemas Fluviais Semiáridos	20
3.3 Mapeamento de Ambientes Fluviais	25
3.4 Depósitos aluviais e aquíferos aluviais	29
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	33
5. MATERIAIS E METODOS.....	36
6. RESULTADOS.....	39
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
8. REFERÊNCIAS	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Localização da Bacia Riacho do Tigre.....	33
Figura 2. Mapa de altitude da bacia Riacho do Tigre.....	34
Figura 3. Mapa de declividade da bacia Riacho do Tigre.	35
Figura 4. Mapa de localização dos três principais riachos da Bacia com os trechos trabalhados.....	39
Figura 5. Perfil longitudinal do riacho do Tigre.....	40
Figura 6. Perfil longitudinal do riacho Cacimbinha.	40
Figura 7. Perfil longitudinal do riacho Santa Maria.	41
Figura 8. Mapa do uso/ocupação do solo e localização das amostras – trecho 1.....	42
Figura 9. Leito arenoso do trecho 1.....	43
Figura 10. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostras A e D.....	43
Figura 11. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra B.	44
Figura 12. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra C.	44
Figura 13. Porcentagem de frações granulométricas das amostras do trecho 1.	45
Figura 14. Mapa do uso/ocupação do solo e localização das amostras – trecho 2.....	47
Figura 15. Planície de inundação entre os riacho do Tigre e o riacho Cacimbinha.	47
Figura 16. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostras E, F e G.	48
Figura 17. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra H.	48
Figura 18. Porcentagem de frações granulométricas das amostras do trecho 2.	49
Figura 19. Canal arenoso com escavações no leito – trecho 3.	51
Figura 20. Mapa do uso/ocupação do solo e localização das amostras – trecho 3.....	51
Figura 21. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra I.....	52
Figura 22. Porcentagem de frações granulométricas da amostra do trecho 3.	53
Figura 23. Mapa do uso/ocupação do solo e localização das amostras – trecho 4.....	54
Figura 24. Canal semi-confinado.....	54
Figura 25. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra J.....	55
Figura 26. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra K.	55
Figura 27. Porcentagem de frações granulométricas das amostras do trecho 4.	56
Figura 28. Porcentagem da média das frações granulométricas dos depósitos aluviais do riacho do Tigre.....	57
Figura 29. Leito com cobertura vegetal densa.....	58
Figura 30. Mapa do uso/ocupação do solo e localização das amostras – trecho 5.....	59
Figura 31. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra L.....	59
Figura 32. Porcentagem de frações granulométricas da amostra do trecho 5.	60
Figura 33. Mapa do uso/ocupação do solo e localização das amostras – trecho 6.....	61
Figura 34. Leito rochoso com presença de laminas de areia e blocos rochosos (fluxo à jusante).	62
Figura 35. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra M.....	63
Figura 36. Porcentagem de frações granulométricas da amostra do trecho 6.	63
Figura 37. Porcentagem das frações granulométricas dos depósitos aluviais do riacho do Santa Maria.....	65
Figura 38. Mapa do uso/ocupação do solo e localização das amostras – trecho 7.....	66
Figura 39. Leito arenoso à montante da barragem – trecho 7.	67
Figura 40. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra N.	68
Figura 41. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra O.	68
Figura 42. Porcentagem de frações granulométricas das amostras do trecho 7.	69
Figura 43. Barra arenosa com cobertura vegetal.	70
Figura 44. Mapa do uso/ocupação do solo e localização das amostras – trecho 8.....	71

Figura 45. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra P.	72
Figura 46. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra Q.	72
Figura 47. Porcentagem de frações granulométricas das amostras do trecho 8.	73
Figura 48. Porcentagem da média das frações granulométricas dos depósitos aluviais do riacho Cacimbinha.	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação dos sedimentos e graus de seleção para as amostras do trecho 1.	45
Tabela 2. Dados de morfoscopia para as amostras do trecho 1.	46
Tabela 3. Classificação dos sedimentos e graus de seleção para as amostras do trecho 2.	50
Tabela 4. Dados de morfoscopia para as amostras do trecho 2.	50
Tabela 5. Classificação dos sedimentos e graus de seleção para a amostra do trecho 3.	53
Tabela 6. Classificação dos sedimentos e graus de seleção para a amostra do trecho 4.	56
Tabela 7. Dados de morfoscopia para as amostras do trecho 4.	56
Tabela 8. Classificação dos sedimentos e graus de seleção para a amostra do trecho 5.	60
Tabela 9. Dados de morfoscopia para a amostra do trecho 5.	60
Tabela 10. Classificação dos sedimentos e graus de seleção para a amostra do trecho 6.	63
Tabela 11. Dados de morfoscopia para a amostra do trecho 6.	64
Tabela 12. Classificação dos sedimentos e graus de seleção para a amostra do trecho 7.	69
Tabela 13. Dados de morfoscopia para as amostra do trecho 7.	69
Tabela 14. Classificação dos sedimentos e graus de seleção para a amostra do trecho 8.	73
Tabela 15. Dados de morfoscopia para as amostra do trecho 8.	73

1. INTRODUÇÃO

Antigas civilizações afloraram nas margens dos grandes rios, algumas se desenvolveram dessa maneira até os dias atuais, pois os rios além de serem importantes agentes geológicos sendo responsáveis pela ação modeladora do relevo, também são extremamente importantes para a vida e sobrevivência do homem (BIGARELLA, SUGUIO e BECKER, 1979). No semiárido brasileiro não é diferente, grande parte da população se concentra ao longo dos vales, aumentando a demanda por água para abastecimento público, irrigação e pecuária.

A demanda por recurso hídrico torna-se cada vez maior em diversos setores da sociedade, além disso, a degradação dos corpos hídricos acompanha esse ritmo, ocorrendo numa proporção cada vez mais crescente. Isso tem ocorrido devido às pressões sociais com o intuito de ocupação dos espaços, assim como a intensificação das práticas econômicas ecologicamente inadequadas e a negligência das autoridades públicas ao permitirem o lançamento de efluentes domésticos e industriais nos rios (SILVA, 2010).

Nesse sentido, a ideia de otimizar o gerenciamento de recursos hídricos está cada vez mais presente nas políticas públicas, no entanto, é possível perceber que na maioria das vezes as aplicabilidades das práticas de planejamento estão focadas no elemento água, deixando de lado outros elementos físicos da bacia hidrográfica, que estruturam a dinâmica fluvial e conseqüentemente o direcionamento dos fluxos. O desafio da gestão da água torna-se mais complexo quando se trata de um ambiente fluvial semiárido, devido à escassez de chuva, à ausência de cursos perenes de água, além da insuficiência de disponibilidade hídrica nos reservatórios durante maior parte do ano (SOUZA e ALMEIDA, 2015). O déficit hídrico, juntamente com o impasse de integrar estrategicamente os recursos superficiais e subterrâneos constitui em um desafio para o semiárido do nordeste brasileiro.

Grande parte das atividades humanas se desenvolve no território definido como bacia hidrográfica – as áreas urbanas, rurais, industriais, agrícolas ou de preservação fazem parte de alguma bacia hidrográfica. Desse modo, a questão principal que deve guiar a gestão é a integração dos diversos aspectos (físicos, sociais e econômicos) que interferem no uso dos recursos hídricos, sendo assim, a bacia hidrográfica permite essa abordagem integrada dos elementos. Nessa perspectiva, a bacia hidrográfica pode ser considerada como um elemento sistêmico, pois nela ocorre a entrada e saída de água, permitindo a interconexão de sistemas hídricos nas bacias e sub-bacias. (PORTO e PORTO, 2008).

Nesse contexto, pensando em abordagens que tenham como objetivo aperfeiçoar a captação, armazenamento e uso dos recursos hídricos pelas comunidades, surgem algumas alternativas com o intuito de complementar o suprimento de água no semiárido nos períodos de estiagem, como a utilização de barragens subterrâneas, possibilitando o armazenamento de água da chuva em depósitos sedimentares (SILVA et al, 1998), estando diretamente relacionada com a exploração dos aquíferos aluviais, surgindo como alternativa viável em relação ao custo-benefício. Outra alternativa é a utilização de cisternas pelas comunidades como auxílio à captação de água das chuvas. Os depósitos aluviais são formados por sedimentos clásticos depositados pelas correntes fluviais nas margens e no leito das drenagens. São de grande importância no contexto do semiárido brasileiro, pois estes apresentam grande capacidade de armazenamento hídrico, tornando-se expressivas reservas de águas subterrâneas. Além disso, os depósitos aluviais são mais favoráveis às recargas oriundas da precipitação e são fáceis de escavar ou perfurar, tornando sua exploração simples e de baixo custo, podendo possibilitar um melhor desenvolvimento socioeconômico na região através da agricultura de pequena escala (SÁ e DINIZ, 2012).

O baixo conhecimento teórico e prático referente às características e comportamentos dos aquíferos aluviais – tanto hidrologicamente quanto sedimentologicamente – sobre a gênese, manutenção e evolução tem demonstrado um impasse para a compreensão dos mesmos e gerado problemas no aproveitamento deles. Uma prática comum no semiárido é a locação dos poços efetuada pela população sem prévio conhecimento das características do aquífero, tornando-se um problema, podendo comprometer o sucesso referente à captação da água, por exemplo, quando a retirada de água é maior do que a capacidade de recarga, podendo ocorrer à exaustão do aquífero (SÁ e DINIZ, 2012; ALBUQUERQUE et al, 2015). Além disso, as atividades antrópicas têm gerado impactos significativos nesses ambientes fluviais, sobretudo, as barragens – podendo ocasionar o rebaixamento dos aquíferos – e a escavação de cacimbas no leito, podendo ocasionar a mudança da direção do fluxo, alterando a forma do leito (SOUZA e ALMEIDA, 2015). A busca de uma melhor qualidade de vida e de desenvolvimento socioeconômico da região depende (não exclusivamente) de um modelo adequado de planejamento e gerenciamento das bacias hidrográficas e seus recursos naturais integrados.

Nessa perspectiva, o presente trabalho visa realizar a identificação e caracterização dos trechos fluviais na qual haja a possibilidade de haver presença de aquíferos aluviais, de modo que a população residente possa melhorar as técnicas de aperfeiçoamento de captação, uso e armazenamento dos recursos hídricos através da exploração dessas áreas. A pesquisa foi

realizada na bacia riacho do Tigre, no município de São João do Tigre, Cariri Paraibano, mais precisamente na fronteira com o estado de Pernambuco. O clima predominante é tropical semiárido, com período chuvoso entre os meses de novembro e abril. O bioma predominante é a caatinga. A área insere-se na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, onde os limites topográficos são marcados por uma série de desnivelamentos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Identificar, caracterizar e classificar sedimentologicamente e morfolologicamente os diferentes trechos aluviais da Bacia Riacho do Tigre em relação à sua dinâmica fluvial.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar e mapear os diferentes trechos aluviais da bacia;
- Caracterizar sedimentologicamente os trechos aluviais quanto a sua hidrodinâmica.
- Identificar os usos e impactos antrópicos nos trechos aluviais;
- Tipificar os trechos aluviais da bacia.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os tópicos abordados foram selecionados de acordo com a necessidade da proposta da pesquisa, que consiste em caracterizar os trechos aluviais de uma bacia típica de ambiente semiárido, sendo colocados na seguinte ordem: Sistemas; Sistemas Fluviais Semiáridos; Mapeamento de Ambientes Fluviais; Aquíferos Aluviais e Depósitos Aluviais.

O tópico de sistemas é o pilar do referencial teórico da pesquisa, servindo de base epistemológica para o entendimento da problemática analisada. A parte de Sistemas Fluviais Semiáridos dá ênfase sobre as características dos rios, sobretudo os rios intermitentes de terras secas. O tópico de Mapeamento de Ambientes Fluviais está relacionado à caracterização fluvial, assim como a discussão dos procedimentos adequados necessários para o desenvolvimento de um mapa fluvial. E por fim, o tópico Aquíferos Aluviais e Depósitos Aluviais destaca as características da deposição aluvial e define os aquíferos aluviais, discutindo sua exploração em prol do desenvolvimento socioeconômico.

3.1 Sistemas

A partir do século XX surge no campo científico as abordagens sistêmicas, formuladas como instrumentos voltados a compreensão da realidade da natureza, bem como prever mudanças. Alguns pensadores já observavam ideais sistêmicos ainda no século XIX, sobretudo quando foram encontradas limitações em algumas questões provenientes do paradigma mecanicista do pensamento cartesiano. Bertalanffy foi pioneiro ao atribuir a discussão do conceito de sistemas em um seminário de filosofia em Chicago no ano de 1937 (VICENTE e PEREZ FILHO, 2003) e também foi um dos primeiros a aplicar a teoria dos sistemas nas ciências naturais, sobretudo na Biologia (SALES, 2004).

Na década de 1950, Bertalanffy consolida a ideia a partir da Teoria Geral dos Sistemas, ganhando grande repercussão no cenário mundial, possivelmente devido ao contexto histórico em que o mundo se encontrava, pois, o fim da segunda guerra mundial proporcionou uma série de mudanças e transformações, tanto no entendimento dos aspectos físicos como dos naturais. A ideia da Teoria Geral dos Sistemas é colocada como uma episteme complexa que reproduz uma linguagem científica capaz de alcançar todos os campos do conhecimento. Assim, o conceito de sistemas ficou definido como um conjunto de

elementos em interação. Desse modo, qualquer conjunto de elementos em interação com propriedades comuns podem ser considerados como sistemas, bastaria haver inter-relações entre os elementos (TROPMAIR e GALINA, 2006).

Em relação à introdução da ideia na Geografia têm-se Sotchava como pioneiro na aplicação para estudos das paisagens naturais e também em aplicar a teoria geral dos sistemas à Geografia, definindo como Sistema Geográfico ou Complexo Natural Territorial. Referente aos estudos dos Geossistemas, além da análise dos elementos bióticos e abióticos, é necessário analisar os elementos históricos e antrópicos na íntegra dos estudos sobre o meio ambiente. O estudo dos Geossistemas, através da integração entre seus elementos, oferece visão e ação holística, adquirindo importância fundamental para um planejamento correto da utilização e organização do espaço, ou seja, para a ciência Geográfica (TROPMAIR e GALINA, 2006). Seguindo esta perspectiva, atualmente, há a necessidade de estudar o espaço geográfico através de uma visão holística, de maneira integrada, compreendendo a realidade e as conexões entre os elementos como um todo, portanto, ao tratar de sistemas, não cabe trabalhar as partes de forma isoladamente, pois estas jamais poderão representar o todo. Quando o pesquisador faz a abordagem de um grupo vinculado aos pontos-chaves de sua investigação, de modo que a paisagem não seja estudada integralmente, a aplicação dos sistemas pode constituir resultados que nem sempre serão correspondentes à dinâmica do meio analisado (SALES, 2004).

A partir da década de 1960, segundo Vicente e Perez Filho (2003), o meteorologista Edward Lorenz enfatizava o comportamento em sistemas simples, que por vezes se mostrava irregular, com variáveis de organização e admitindo caráter de complexidade em espaços previsíveis, na qual ficou conhecido como Teoria do Caos. A dinâmica sistemática e a compreensão desse comportamento caótico tornam-se fundamentais para a abordagem sistêmica, sendo que as relações de complexidade e a alteração nas formas e nos processos podem atingir o limiar de mudança dos sistemas, e possivelmente gerar retroalimentações.

Dessa forma, os sistemas podem ser caracterizados em três tipos a partir de suas peculiaridades em relação ao meio: Sistemas isolados, sistemas abertos e sistemas fechados. Os sistemas isolados não executam trocas de energia e matéria no ambiente em que se situam. Os sistemas fechados são identificados através da relação entre seus elementos em interação que apresentam fluxos de matéria e energia invariavelmente controlados em um ambiente fechado (VICENTE e PEREZ FILHO, 2003). Sales (2004) explica os sistemas fechados de

maneira mais simples, caracterizando-os como sistemas que realizam apenas trocas de energia com o meio circundante. Dessa forma, os sistemas fechados podem ser compreendidos através do princípio de equifinalidade¹, este que por sua vez não se aplica aos sistemas abertos. Finalmente, os sistemas abertos, que são aqueles que executam trocas de matéria e energia com o meio circundante, na qual necessitam de constantes suprimentos e remoção de matéria e energia para se manterem em estado estacionário (VICENTE e PEREZ FILHO, 2003). A bacia hidrográfica, por exemplo, se comporta como um sistema aberto, onde a entrada de matéria e energia se dá pela precipitação e a saída se dá através do exutório.

A Geografia Física, ao se deparar com a noção de sistemas, consolida as noções de totalidade de um sistema complexo através da concepção de Geossistemas. O conceito de geossistemas – intrinsecamente ligado à relação sociedade x natureza – corresponde a um sistema natural aberto, hierarquicamente organizado a partir de fatores físicos, biológicos e antrópicos (TROPMAIR e GALINA, 2006; SALES, 2004).

Ao tratar da aplicação sistêmica na Geografia, Vicente e Perez Filho (2003) ressalta que:

O paradigma sistêmico na geografia insere-se na própria necessidade de reflexão sobre a apreensão analítica do complexo ambiental, através da evolução e interação de seus componentes sócio-econômicos no conjunto de sua organização espaço-temporal, sendo nesse contexto que surgem as propostas de cunho sistêmico e sua fundamentação integrada da abordagem do objeto de estudo, e do entendimento do todo (sistema) e de sua inerente complexidade (VICENTE & PEREZ FILHO, 2003, pag. 334).

Outros pensadores também enaltecem a aplicação da abordagem sistêmica na Geografia, a exemplo de Troppmair e Galina (2006):

A visão sistêmica também foi um importante acontecimento para a Geografia. O direcionamento para a sistematização e a integração do meio ambiente com seus elementos, conexões e processos como um potencial a ser utilizado pelo homem, adquire importância crescente (TROPMAIR e GALINA, 2006, p. 80).

¹ O princípio da equifinalidade indica que em qualquer sistema fechado o estado final é determinado pelas condições iniciais.

Dessa forma, não cabe aos Geógrafos trabalhar o meio físico como produto final, isolado entre si, mas sim fazer esse trabalho de forma dinâmica e integrada entre os elementos, se conectando entre si. São justamente essas conexões que devem receber o foco dos geógrafos.

3.2 Sistemas Fluviais Semiáridos

Os sistemas fluviais representam um importante agente modelador, tanto para o meio físico quanto ao meio ambiente, com influência direta na sociedade. Civilizações da antiguidade se desenvolveram a partir das margens dos rios, várias cidades foram erguidas com base nesse padrão, permanecendo até os dias atuais. Durante épocas os rios constituíram um fator de influência para a interiorização do território pelo homem, isto é, a ocupação do território adentrando os continentes em função da demanda do consumo dos recursos naturais para suprir a necessidade das populações. O fator determinante da concentração populacional em torno dos rios é obvio: a oferta de água, necessária para o abastecimento básico e para a agricultura, proporcionando, assim, o desenvolvimento socioeconômico para as comunidades (BIGARELLA, SUGUIO; BECKER, 1979).

Bigarella, Suguio e Becker (1979) conceituam os rios definindo-os como um corpo d'água corrente em um canal, já para a Geologia, os rios podem ser entendidos como um tronco principal de um sistema de drenagem. Em relação ao regime de vazão, os rios podem ser efêmeros, quando não são abastecidos pelo lençol freático, permitindo cursos fluviais pelos canais somente após o período chuvoso e tornando-se seco durante a maior parte do ano; intermitentes, quando o rio é abastecido pelo lençol freático, contendo água somente em um período do ano e tornando-se seco no outro período; ou perenes, quando o rio apresenta certa distribuição estável de água do lençol freático, sempre contendo água em seu canal (BIGARELLA, SUGUIO; BECKER, 1979).

Para entender a dinâmica fluvial dos rios, é necessário compreendê-lo como elemento de um sistema fechado; a energia solar age aquecendo o planeta e fazendo evaporar massas superficiais de água (rios, lagos, mares e riachos) juntamente com o vapor da água transpirada pelas plantas (evapotranspiração), dessa forma, provoca-se a ascensão água evaporada na atmosfera fazendo o ar atingir maiores níveis de umidade, formando nuvens, que por sua vez ao condensar o vapor de água presente vão gerar a precipitação. A precipitação em forma de chuva ao entrar em contato com a superfície do planeta vai seguir dinâmicas variadas quanto ao destino do fluxo d'água (BIGARELLA, SUGUIO; BECKER, 1979).

Diante dessa perspectiva de sistemas, a bacia hidrográfica pode ser considerada parte de um sistema físico e dinâmico, o sistema fluvial, pois nela ocorre a integração entre o meio físico, biótico e social. O sistema fluvial é compreendido pela zona fonte de sedimentos, rede de transporte e os sítios de deposição, na qual esses não devem ser compreendidos de maneira isolada, pois além de poderem apresentar escalas diferenciadas eles mantêm a interação entre si, demonstrando de fato o comportamento de um sistema (SOUZA, 2013).

Além da perspectiva da compreensão da bacia hidrográfica como um recorte espacial sistêmico, as bacias têm se configurado como unidade de gestão e planejamento ambiental. Do ponto de vista hidrológico a bacia hidrográfica tem sido conceituada como o conjunto de terras drenadas por um corpo d'água e seus afluentes. No entanto, uma ideia mais ampla sobre bacias como unidade de planejamento/gestão atinge um alcance além dos processos hidrológicos, considerando os aspectos da estrutura biofísica, a análise das modificações nos padrões de uso da terra e suas implicações no meio ambiente. As práticas embasadas no gerenciamento e planejamento ambiental de bacias hidrográficas têm priorizado a solução de problemas relacionados ao recurso água, porém, a demanda de pesquisas voltadas aos recursos hídricos encontrou a necessidade de incorporar outros elementos relacionados ao uso múltiplo da água. A inclusão da análise do uso múltiplo da água nos estudos sobre bacia hidrográfica visa solucionar os conflitos em relação ao uso da água, isso ocorre porque as implicações voltadas ao recurso água estão relacionadas a fatores naturais, econômicos, sociais e políticos, sendo a água o foco central das relações (PIRES, SANTOS e DEL PRETTE, 2008).

Bigarella, Suguio e Becker (1979) em sua obra “Ambiente Fluvial” ao pensar a dinâmica fluvial evidenciam alguns aspectos físicos que são determinantes numa bacia hidrográfica, tais como:

- a) A capacidade de infiltração, que vai exercer influência direta no controle do escoamento, conseqüentemente determinando sobre a erosão. A textura do solo, a estrutura, a cobertura vegetal, a ação biológica e a umidade do solo constituem fatores importantes que vão gerar influencia na capacidade de infiltração;
- b) Os aspectos Geológicos e geomorfológicos, tal como o relevo, a altitude/e localização e a estrutura. O relevo é responsável por condicionar a infiltração e o escoamento. A altitude e localização vão gerar influência sobre o clima, como o decréscimo de temperatura e o aumento das precipitações. A estrutura corresponde aos

tipos de rochas e o manto de intemperismo, condicionando a capacidade de infiltração e o padrão de drenagem; e

c) O Clima, que exerce influência sobre o recobrimento vegetal, que por sua vez condiciona a infiltração e o escoamento. Em um espaço que apresenta alto índice de pluviosidade a vegetação geralmente apresentada é a florestal, enquanto em espaços com má distribuição de pluviosidade tendem a apresentar vegetação aberta, do tipo caatinga ou cerrado.

O comportamento atual de um rio muitas vezes está relacionado a processos dinâmicos ocorridos no passado, diante dessa perspectiva, a hidrologia – assim como todo fenômeno geomorfológico – desenvolve-se a partir de análises das dimensões tempo e espaço. Assim, torna-se o uso da Paleo-hidrologia pode ser um instrumento interessante para o fornecimento de dados temporais para o subsídio de gerenciamento dos recursos hídricos, atribuindo possibilidades de previsões (STEVAUX, 2003). Segundo Stevaux (2003), Leopold *et al* (1964) coloca que os rios devem ser compreendidos através de uma herança ao invés de uma origem.

Em seguida, Stevaux (2003) afunila o seu pensamento afirmando que:

A necessidade de se conhecer o comportamento antigo das variáveis hidrológicas para melhor gerenciá-lo, reafirma a máxima quaternarista de que o presente mais o passado são a chave do futuro. Modelos de prognósticos são mais realistas quanto maior for o intervalo temporal da coleta de dados (STEVAUX, 2003, pág. 111).

Assim, os processos hidrológicos são controlados por heranças de um período climático pretérito, as mudanças climáticas ocorridas entre o Pleistoceno e o Holoceno juntamente com a rápida ocupação antrópica em áreas ribeirinhas provocaram certos desajustes nos sistemas fluviais, havendo então a necessidade de um período mais longo de coleta de dados em comparação ao funcionamento das estações fluviométricas (STEVAUX, 2003). Na avaliação do comportamento pretérito dos rios algumas técnicas têm-se mostrado de grande valia, como métodos geocronológicos, como o uso de radionuclídeos como o Chumbo-210 que possibilita marcar a velocidade de sedimentação em uma determinada área, baseado no decaimento de isótopos radiativos cujo são bastante utilizadas nos estudos paleolimnológicos para datações de sedimentos recentes (FERREIRA *et al*, 2015; FERRAZ DOS SANTOS *et al*, 2012). Outro método bastante utilizado para datação é a luminescência ótica estimulada (LOE). Essa técnica consiste no procedimento de datar o último momento de

exposição do material coletado à radiação, podendo fornecer a idade da última estabilização do depósito (MARQUES NETO & PEREZ FILHO, 2012).

Os estudos sobre ambientes fluviais na América do Sul são aplicados na grande maioria em regiões onde prevalece o clima úmido. Diante desse fato, é preciso haver precauções ao fazer análises dos sistemas fluviais em terras secas, pois estas requerem uma abordagem diferenciada, visto que nesta região os processos fluviais ocorrem de maneira mais rápida e intensa (CAVALCANTE e CUNHA, 2012). Seguindo esse pensamento, Souza e Almeida (2015) complementam afirmando que:

Os processos em ambientes semiáridos e em ambientes sub-úmidos apresentam características processuais diferenciadas em relação aos ambientes úmidos. Essa diferenciação é resultado da diferença dos inputs de energia no sistema, em específico da precipitação. Por conseguinte, a diferenciação processual vai resultar em uma diferenciação das formas e estruturas do sistema (SOUZA e ALMEIDA, 2015, p. 111).

Dentre as características hidrológicas do semiárido brasileiro, Vieira (2003) descreve alguns elementos fundamentais, como por exemplo, a precipitação pluvial, onde apresenta média de 650 mm no polígono das secas enquanto na região nordeste a média é de 950 mm. Outro fator importante a ser analisado é a evapotranspiração potencial, na qual apresenta altas taxas com variações que chegam a oscilar entre 1400 mm e 2000 mm. O déficit de evapotranspiração real em relação ao déficit de evapotranspiração potencial constitui um bom indicador de aridez, no semiárido nordestino ocorrem variações entre 50 mm a valores superiores a 1000 mm para o déficit hídrico. O escoamento superficial no polígono das secas aponta deflúvio médio anual de 90 bilhões m³, ou seja, 70 bilhões m³ a menos em comparação com toda a região Nordeste. Os reservatórios hídricos têm baixo rendimento devido às altas taxas de evaporação, portanto, esses reservatórios correspondem ao volume anual de ¼ da capacidade do reservatório em açudes de pequeno e grande porte. E por fim, a formação geológica cristalina, com predominância de até 70% em todo o polígono das secas, apresentando aquíferos fissurais com potencial restrito (VIEIRA, 2003). Devido às irregularidades da distribuição pluvial do semiárido nordestino brasileiro, surgem incertezas e questionamentos quanto às modelagens hidrológicas e as previsões de escoamento de uma bacia hidrográfica. Esse impasse deve-se às limitações na capacidade de representar as características da precipitação no tempo e no espaço. A variabilidade espacial da precipitação pode representar importantes variações referentes à previsão do escoamento superficial em

bacias do semiárido, e conseqüentemente nas vazões (MEDEIROS, MOREIRA e RIGHETTO, 2007).

As atividades humanas em geral causam diversos impactos nos ambientes fluviais, podendo alterar alguns processos como a característica do fluxo e a carga de sedimentos, que por sua vez está ligada ao solo e a vegetação (CAVALCANTE e CUNHA, 2012; SOUZA e ALMEIDA, 2015), entre eles:

- a) A agricultura e remoção da vegetação, pois as práticas agrícolas nas terras secas utilizam-se muito a agricultura de sequeiro. Geralmente as culturas são plantadas no início da estação chuvosa e colhidas no período seco. Em consequência dessas práticas há um aumento de erosão, pois o solo encontra-se desprovido de vegetação no começo do período chuvoso, em decorrência disso há uma maior produção de sedimentos que são desagregados do solo (TUCCI e CLARKE, 1997). Por sua vez, os sedimentos provenientes de áreas agrícolas podem assorear os sistemas de drenagens como os rios ou reservatórios (XAVIER et al, 2010). A intensificação das práticas agrícolas e extração mineral podem favorecer a degradação da área, podendo ocorrer a escavação do leito, assoreamento e erosão das planícies de inundação (SOUZA e ALMEIDA, 2015);
- b) A construção de barramentos, inclusive pequenos barramentos, bastante comum em rios de terras secas, tendo como o intuito de gerar reservas hídricas no período chuvoso para serem aproveitadas como alternativa complementar durante a seca. Um grande impasse para a compreensão do comportamento fluvial de terras secas é a carência de dados anteriores à implantação das barragens (CAVALCANTE e CUNHA, 2012; XAVIER et al, 2012). Esses barramentos são construídos geralmente nos altos cursos dos rios em áreas com maiores declividades, formando assim pequenos reservatórios a montante dos barramentos. Nos pequenos reservatórios o processo de assoreamento ocorre com mais rapidez devido a sua menor capacidade, além de prevalecer o sedimento grosso enquanto que os sedimentos de suspensão são escoados pelo sangradouro. Nos grandes reservatórios formados por barragens de maior porte geralmente se depositam sedimentos como areia, cascalhos e parte de sedimentos de carga de suspensão (CARVALHO, GUILHON e TRINDADE, 2000); e
- c) A pecuária extensiva, podendo prejudicar a qualidade das águas principalmente quando as excreções animais atingem os reservatórios hídricos e os rios, podendo

causar doenças como a diarreia e gastroenterites (SAGANFREDO, SOARES e KLEIN, 2003).

3.3 Mapeamento de Ambientes Fluviais

As técnicas de geoprocessamento, o sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas (SIGs) são instrumentos essenciais para o desenvolvimento das pesquisas que buscam melhores alternativas para o monitoramento e gerenciamento de bacias hidrográficas, possibilitando mais eficácia e confiabilidade no trabalho do pesquisador (GALVÍNCIO et al, 2007). O progresso das tecnologias, sobretudo das geotecnologias, propiciaram um grande avanço nos paradigmas de planejamento, monitoramento e gerenciamento de ambientes naturais. Leva-se em consideração a rapidez e as sucessivas repetições na qual as informações são processadas, podendo interligar dados de várias fontes e assim contribuir para o conhecimento dos ecossistemas (LEITE e BRITO, 2012). Desse modo, Galvínio *et al* (2007) enfatiza que o geoprocessamento demonstra ser uma ferramenta que oferece subsídios a partir de informações rápidas e condizente com a necessidade do estudo, a exemplo da compreensão dos processos hidrológicos de uma bacia hidrográfica.

Nessa perspectiva, o modelo digital de terreno (MDT) é um dos parâmetros mais utilizados no modelamento ambiental com sistema de informação geográfica, sendo uma importante ferramenta para a caracterização da paisagem, pois se constitui como uma representação numérica da topografia com simples estrutura de dados. Os dados MDT são essenciais nas aplicações em geoprocessamento (PINTO et al, 2004). Desse modo, as informações referentes à área de captação hídrica podem ser adquiridas a partir da caracterização por modelagem de terreno.

Um dos pontos prioritários para o planejamento de ênfase hidrológica e/ou hidrossedimentológica é o estudo do relevo. Além disso, o relevo é um dos elementos essenciais para o entendimento das inter-relações entre fatores ambientais que compõem a paisagem, como o clima, vegetação, litologia, solos e hidrografia. Nesse sentido, o relevo é entendido como mais um elemento sistêmico de interação das variáveis ambientais predominantes na paisagem (FERREIRA et al 2007). Seguindo essa ideia, Trentin, Santos e Robaina (2012) afirmam que “a Geomorfologia fornece-nos uma visão integrada do meio físico, pois considera as variáveis responsáveis pela estrutura resultante da paisagem” (pag.128).

A análise geomorfológica além de apresentar elementos fundamentais ao gerenciamento do meio é uma ferramenta indispensável ao planejamento ambiental; contribui para a conservação e uso racional dos recursos naturais sem alterar abruptamente o equilíbrio dos ecossistemas. A análise espaço-temporal dos processos atuantes do relevo possibilita a identificação ou prevenção dos processos de degradação ambiental, demonstrando sua contribuição referente ao planejamento das atividades antrópicas em ambientes naturais (TRENTIN, SANTOS e ROBAINA, 2012).

Devido à complexidade e variedade dos objetos de estudos da Geomorfologia, atualmente não há uma metodologia padrão para os mapeamentos geomorfológicos como acontece com as cartas geológicas. Além disso, as diversidades das formas de relevo em vários lugares do mundo e as ênfases que são dadas por diferentes geomorfólogos em suas pesquisas são fatores que constituíram para que o desenvolvimento dos mapeamentos geomorfológicos traçasse caminhos distintos. As considerações colocadas por Walter Penck, citado por Ross (1990), contribuíram para as formulações de alguns conceitos básicos da geomorfologia que baseiam os objetivos dos mapeamentos geomorfológicos. O referido autor define as forças geradoras das formas de relevo, isto é, a morfodinâmica, como causa do antagonismo das forças internas (processo endógeno) e externas (processo exógeno). Tal definição atribuiu contribuições para formulações dos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura de Guerasimov e Mescherikov (1968) e Mecerjakov (1968) *apud* Ross (1990).

Ao falar dos objetivos e da importância do mapeamento geomorfológico, Leite e Brito (2012) evidencia que:

Este objetivo se justifica uma vez que as unidades mapeadas fornecem informações fundamentais para a interpretação dos fenômenos geomorfológicos da área de estudo, contribuindo desta forma, para a análise destes terrenos a partir de levantamentos confiáveis de dados georreferenciados, possibilitando, a espacialização e localização das feições geomorfológicas da presente microrregião (LEITE e BRITO, 2012, p. 116).

Visto que as formas de relevo e sua evolução não são componentes independentes isolados entre si numa paisagem, quando se pretende fazer uma análise avançada sobre a evolução do relevo é preciso considerar as características climáticas, geológicas, hidrológicas, pedológicas, biológicas e antrópicas da área de pesquisa (TRENTIN, SANTOS e ROBAINA, 2012). Desse modo, para compreender a dinâmica das paisagens relacionadas com os demais componentes naturais (solos, geologia, clima, uso e ocupação, hidrologia etc.) torna-se

necessário a realização de um mapeamento geomorfológico de maior detalhe (FERREIRA et al, 2007).

Para a elaboração de um mapeamento geomorfológico de qualidade, é necessária uma escolha adequada da escala a ser utilizada, além de uma eficiente interpretação visual das formas e dos processos genéticos do relevo (REHBEIN e FUJIMOTO, 2006). No entanto, para a realização de um mapeamento geomorfológico surgem alguns questionamentos e equívocos referentes às escalas geográficas ou cartográficas. Tanto para geógrafos como para os cartógrafos, a escala como medição/cálculo ou recorte espacial é um conceito essencial, visto que não há leitura e nem análises de fenômenos em um mapa sem a determinação e esclarecimento da escala adotada (MARQUES e GALO, 2008).

Acerca dos equívocos encontrados em trabalhos acadêmicos quanto às escalas geográficas e cartográficas na elaboração de mapeamentos geomorfológicos, Marques e Galo (2008) afirmam que:

A relação das escalas cartográfica e geográfica é inversamente proporcional, ou seja, quanto maior for a área compreendida por um fenômeno, menor deverá ser a escala cartográfica adequada para a sua representação e quanto menor for a área de ocorrência de um fenômeno, maior deverá ser a escala cartográfica necessária para a sua representação (MARQUES e GALO, 2008, p.49).

Nessa perspectiva, tomando como o exemplo o processo de formação de depósitos aluviais em alguns trechos dos rios de ambientes semiáridos, é possível afirmar que esse fenômeno deve ser abordado em escala geográfica local, a partir de uma análise hidrossedimentológica. Portanto, a representação cartográfica deve ser elaborada seguindo os padrões de grande escala, buscando um nível maior de detalhamento dos elementos que serão investigados (MARQUES e GALO, 2008).

Desse modo, a compreensão e representação do sistema fluvial dependem da utilização de procedimentos técnicos adequados à área de pesquisa – nível de detalhamento, definição da direção do fluxo ou identificação das unidades que geram influência na dinâmica fluvial – assim como depende das técnicas de geoprocessamento e da compreensão dos processos geomorfológicos atuantes, considerando que o mapeamento geomorfológico – através da fotointerpretação, e da análise conjunta de modelos digitais de elevação gerados por software de sistemas de informações geográficas – subsidia informações condizentes ao sistema fluvial, uma vez que o sistema fluvial por meio de influências litológicas e geológicas configura um complexo de padrões de drenagem e formas derivadas do escoamento fluvial (SILVA e OLIVEIRA, 2009).

No contexto do semiárido onde as chuvas apresentam curto período e de maior intensidade, os sedimentos são facilmente erodidos, transportados e depositados em níveis favoráveis à sedimentação. Nesse sentido, as imagens de satélite, as fotografias aéreas e os dados de GPS constituem ferramentas fundamentais para as técnicas espaciais de mapeamento fluvial, principalmente na análise da deposição fluvial na formação de depósitos aluviais (LOPES et al, 2013).

Em um estudo de caracterização dos estilos fluviais na Bacia do riacho Mulungu no município de Belém de São Francisco – PE, no semiárido pernambucano, Souza e Corrêa (2012) analisaram o sistema fluvial a partir do mapeamento fluvial em três escalas de detalhe diferentes (1:2.500, 1:10.000 e 1:25.000), pensando no planejamento local de forma sistêmica e embasada. Assim, as matrizes dos padrões fluviais foram construídas a partir de observações mais amplas das características da posição do rio, do tipo de vale, da forma do canal, da textura do leito, das unidades geomórficas, da vegetação, do comportamento do rio, dos controles do sistema e das intervenções antrópicas. O comportamento físico-natural do sistema fluvial foi estabelecido através do cruzamento dos mapeamentos geomorfológico e do uso da terra (SOUZA e CORRÊA, 2012).

Ao compartimentar geomorfológicamente os trechos aluviais do rio Miranda (pantanal sul mato-grossense), Merine, Assine e Pupim (2013) analisaram a dinâmica fluvial e procuraram discutir as mudanças de estilo de canal. Para isso, dentre as diversas atividades realizadas buscando atingir o objetivo da pesquisa, foi realizado o mapeamento fluvial da área, contendo as unidades geomórficas deposicionais e erosivas (pretéritas ou atuais), onde foi possível identificar três segmentos fluviais distintos.

A caracterização fluvial com base no mapeamento fluvial também é enfatizada na metodologia desenvolvida por Gaber *et al* (2010), onde são utilizados dados SRTM (Shuttle Radar topography mission)/MDE (modelo digital de elevação) para obter informações do terreno e imagens Radarsat e PALSAR para a fusão com Landsat (TM) com intuito de realizar a classificação textural dos depósitos aluviais. Essa associação de imagens de satélite com os dados de relevo, drenagem e solos aliado as técnicas de geoprocessamento, propicia a identificação cartográfica das áreas aluviais com maior precisão (GABER et al, 2010; LOPES et al, 2013).

3.4 Depósitos aluviais e aquíferos aluviais

No semiárido, as características climáticas e geológicas têm representado um desafio referente ao aproveitamento dos recursos hídricos, levando em consideração o baixo índice de pluviosidade e a má distribuição espacial/temporal das precipitações, além da composição da estrutura geológica regional que se apresenta desfavorável à retenção de grandes volumes de água oriundas da precipitação. Outro problema, como já colocado, são as altas taxas de evaporação que geralmente são superiores às taxas de precipitação, podendo acelerar o processo de salinização, ocasionando perda de volume de água e reduzindo a eficiência dos reservatórios (SCHUSTER et al, 2004).

Além disto, no semiárido brasileiro há a predominância de sistemas de aquíferos cristalinos de baixa potencialidade hidrogeológica, podendo comprometer a qualidade e quantidade das águas. Contudo, outra formação aquífera muito presente são os aquíferos aluviais, os quais, geralmente, apresentam pouca profundidade (2 a 6 metros), boa porosidade, alta permeabilidade e boa drenagem natural, possibilitando a permanência de água no lençol freático e menor capacidade de evaporação (SANTOS, FREIRE e SOUZA, 2009).

Levando em consideração à sustentabilidade hídrica, é notável que a exploração dos aquíferos aluviais torna-se mais viável em relação aos aquíferos cristalinos. Os depósitos aluviais são reservas hídricas capazes de armazenar expressivos volumes de água. São formados por sedimentos clásticos (cascalhos, areias e finos) depositados nas margens e nos leitos das drenagens através dos processos dinâmicos ocorridos em um sistema fluvial (SÁ e DINIZ, 2012). Esses reservatórios hídricos são sustentáveis apenas enquanto puderem oferecer espaço de armazenamento de água suficiente para executar sua função (GRAF, 2010).

No entanto, a importância do estudo do aquífero aluvial no semiárido justifica-se pelo fato de que além de se tratar de um espaço com déficit hídrico, os aquíferos aluviais muitas vezes possibilitam o desenvolvimento da agricultura de pequena escala, fortalecendo o desenvolvimento socioeconômico local. Além disso, as áreas aluviais são mais favoráveis às recargas oriundas da precipitação, tornando uma importante reserva hídrica capaz de complementar o abastecimento de água durante os períodos de estiagem; são fáceis de escavar ou perfurar, tornando sua exploração simples, rápida e de baixo custo (SANTOS, FREIRE e SOUZA, 2009; ALBUQUERQUE et al, 2015). As escavações podem ser simples, manuais, sem revestimento ou escavações como a construção de poços amazonas; a escavação de poços

amazonas geralmente apresenta média entre 3 a 5 metros de profundidade, onde se faz os anéis de concreto (ou tijolos) um por vez.

Seguindo este pensamento, ao comentar sobre as fontes alternativas de recursos hídricos nas regiões rurais, sobretudo no Nordeste brasileiro, Schuster *et al* (2004) concorda que além dos açudes, os aquíferos aluviais são reservas hídricas que possam servir principalmente aos pequenos produtores rurais quando explorados adequadamente.

Ainda nesta linha, Monteiro *et al* (2014) afirma que:

Várias áreas de assentamento no nordeste dependem da irrigação em pequena escala para o desenvolvimento da agricultura. Os aluviões apresentam potencial para uso da irrigação em regime familiar. Dependendo das condições locais de salinidade de água e solo, o manejo da irrigação nestas áreas depende de técnicas de controle (MONTEIRO *et al*, 2014, p. 151).

Devido às suas peculiaridades e a facilidade de exploração, as águas provenientes de aquíferos aluviais podem normalmente serem utilizadas para irrigação, porém, torna-se altamente recomendável o manejo integrado de seu uso, visando minimizar o risco de salinização e sodificação dos solos, juntamente à perda de água por evaporação (ALBUQUERQUE *et al*, 2015).

Algumas situações podem comprometer significativamente a potencialidade dos aquíferos aluviais, por exemplo, quando a retirada de água é maior que a capacidade de recarga, tendo em vista a recarga do aquífero não ocorre na mesma proporção da extração, um caso bastante comum no semiárido brasileiro. Quando a captação não é controlada, partes das reservas permanentes do aquífero podem ser exploradas, ocasionando risco de exaustão do aquífero (ALBUQUERQUE *et al*, 2015). Outra situação comum que pode comprometer o sucesso referente à captação de água é a má localização dos poços, que são realizadas sem o conhecimento prévio das características locais do aquífero, como espessura, dimensões e litologia (SÁ e DINIZ, 2012), fator que exalta a necessidade de maiores estudos sobre essas áreas. Além disso, a escavação generalizada de cacimbas nos rios altera a forma do leito, que consequentemente possibilitam variações de direção e velocidade do fluxo na margem erosiva, causando ou agravando a erosão das margens (SOUZA e CORRÊA, 2012).

Fontes Júnior *et al*. (2012) enaltece a importância do monitoramento dos aluviões ao discutir sobre a disponibilidade hídrica em ambientes fluviais semiáridos:

Os recursos hídricos subterrâneos aluviais são estratégicos para as populações rurais no semiárido brasileiro. As restrições no uso e na disponibilidade das águas subterrâneas nos aluviões estão diretamente ligadas à sazonalidade e à variabilidade espacial de seus níveis e salinidade, requerendo monitoramento sistemático de sua quantidade e qualidade (FONTES JÚNIOR et al, 2012, pág. 1189).

Em um estudo de otimização de recursos hídricos em uma bacia do semiárido africano, Love *et al* (2011) enaltece a abordagem do balanço hídrico para averiguar o potencial dos aquíferos aluviais, colocando a exploração dos aquíferos aluviais como uma maneira estratégica de gestão de recursos hídricos em terras secas, visando proporcionar um acesso distribuído da água subterrânea para as comunidades rurais locais, sobretudo com a expansão da irrigação, contribuindo para a subsistência local e para soberania alimentar.

Dentre os impactos ambientais nos aluviões provocados pelas atividades antrópicas, as barragens talvez sejam o de maior expressão em terras secas. As barragens superficiais podem favorecer a inundação de algumas áreas que normalmente não sofrem inundação, aumentar a profundidade dos aquíferos ou ainda provocar alterações no regime do fluxo. Além disso, o processo de sedimentação à jusante da barragem pode ser drasticamente reduzido (LOVE et al, 2011; SOUZA e ALMEIDA, 2015).

Além das barragens, a irrigação mal planejada em épocas de estiagens também se configura como uma atividade antrópica bastante influente, capaz de gerar alguns impactos nos ambientes fluviais. A irrigação nessas áreas proporciona o agravamento do risco de degradação ambiental no regime hidrológico, podendo ocorrer acúmulo de sais no solo, ascensão capilar, rebaixamento dos aquíferos aluviais e transportes solutos ao longo do perfil longitudinal (FONTES JÚNIOR et al, 2012).

Schuster *et al* (2004) ao fazer um estudo na Bacia do Seridó, ao leste de Santa Luzia – PB, evidencia que a presença das barragens subterrâneas nos aluviões propicia a redução do fluxo e do escoamento, facilitando a permanência de reservas expressivas de água a montante da barragem, assegurando a sustentabilidade dos pequenos produtores rurais durante as estiagens. Em algumas barragens o acúmulo de água a montante pode favorecer o escoamento superficial devido ao nível de saturação (SHUSTER et al, 2004). No entanto, os impactos da construção da barragem subterrânea podem minimizar a quantidade de água nos aquíferos à jusante da barragem (LOVE et al, 2011).

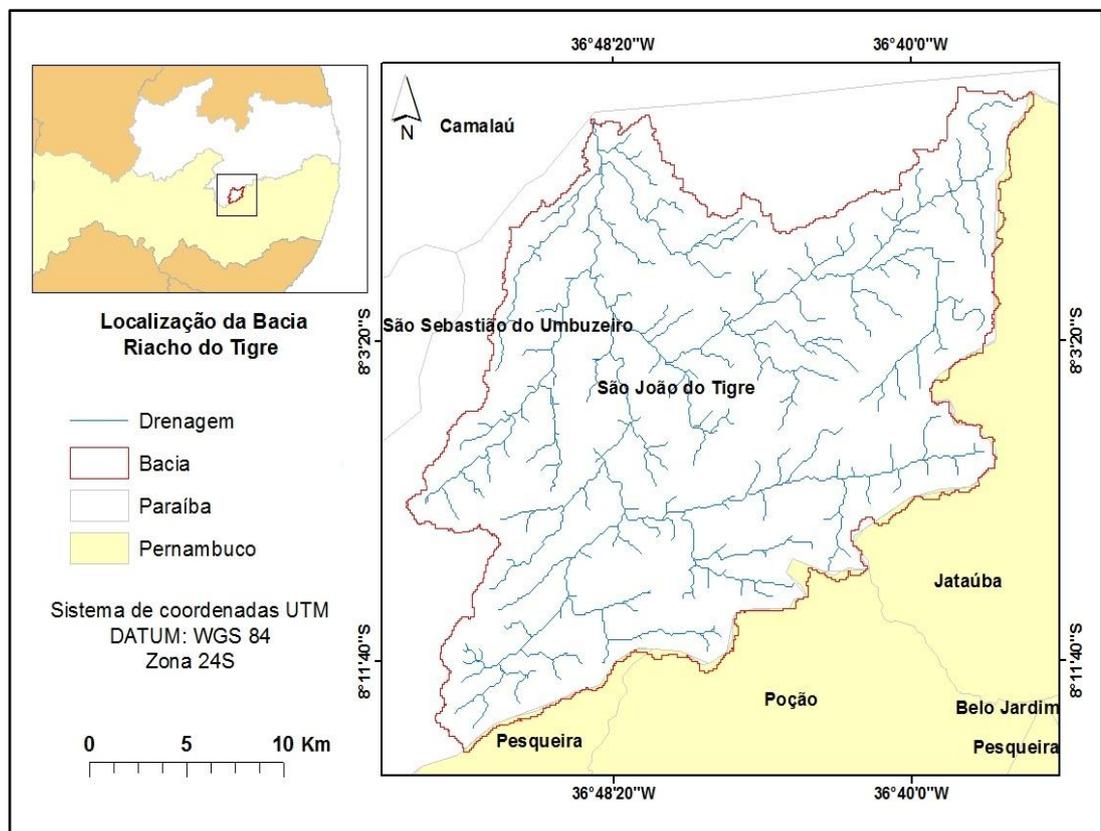
Outro fator que pode comprometer a recarga hídrica dos aquíferos está relacionado ao processo de infiltração de água no solo. Segundo Santos, Cruz e Nascimento (2010) *apud* Andrade (2004), o processo de infiltração é influenciado pela umidade do solo, a distância da

superfície inundada e o tempo. Em um evento chuvoso, quanto maior a velocidade da infiltração, mais rápido será o processo de escoamento sobre a superfície, gerando influência conjugada no processo de recarga e erosão dos aquíferos.

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A área de estudo onde as pesquisas foram realizadas fica na Bacia Hidrográfica Riacho do Tigre, localizada no município de São João do Tigre-PB (figura 1). O município de São João do Tigre-PB apresenta área de 816.166 km², situado na mesorregião da Borborema e na microrregião do Cariri Ocidental, mais precisamente na fronteira com o estado de Pernambuco. Sua população em 2010 era de aproximadamente 4.396 pessoas, mas os cálculos do IBGE apresentaram estimativas de 4.432 pessoas para 2015. (IBGE, 2016).

Figura 1. Mapa de Localização da Bacia Riacho do Tigre.



O município de São João do Tigre está inserido numa paisagem típica da semiárido nordestino, a unidade geoambiental da depressão sertaneja, caracterizada por superfícies de pediplanação, relevo suavemente ondulados, vales estreitos e vertentes dissecadas. Essas áreas apresentam evidências de ciclos de erosão que atingiram grande parte do sertão nordestino. A parte do sul de São João do Tigre insere-se na unidade de paisagem do planalto da Borborema, na qual corresponde ao conjunto de terras contínuas que se perpetuam na parte oriental do nordeste brasileiro, ao norte do rio São Francisco. Os limites topográficos do

planalto da Borborema são marcados por uma série de desnivelamentos, cuja gênese epirogênica está relacionada ao desordenamento do Gondwana e ao magmatismo intraplaca atuante ao longo do Cenozóico. (CPRM, 2005; CORRÊA et al, 2010).

Na bacia riacho do Tigre, os valores mais altos de altitude correspondem à região sudeste da bacia, já em contato com o estado de Pernambuco, chegando a atingir valores superiores a 1000 metros de altitude (figura 2). Os valores de declividade são maiores nos domínios do riacho Santa Maria, com variação nos valores de porcentagem entre 41,8% e 114,7% (figuras 3 e 4).

Figura 2. Mapa de altitude da bacia Riacho do Tigre.

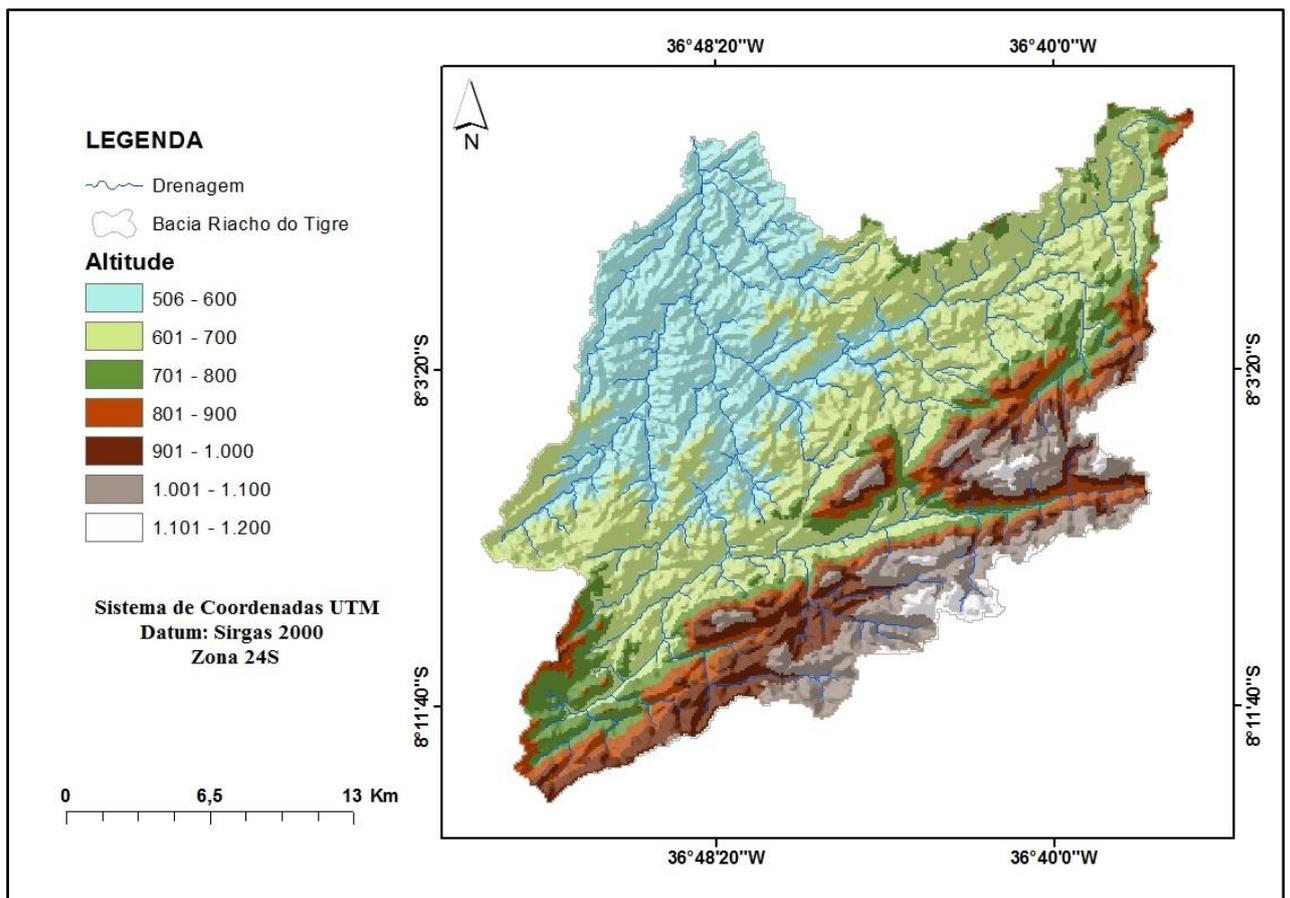
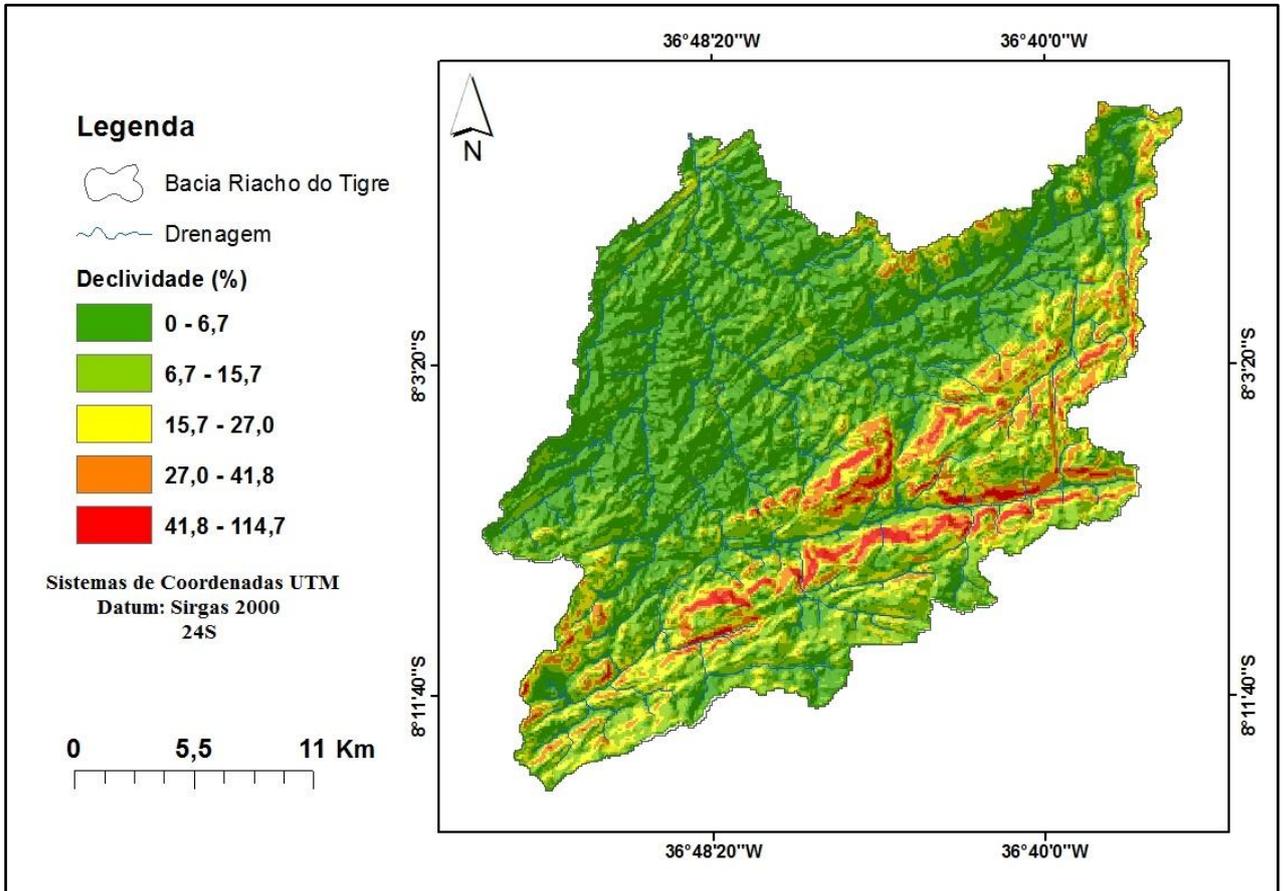


Figura 3. Mapa de declividade da bacia Riacho do Tigre.



O bioma é a caatinga, apresentando como vegetação predominante a Caatinga hiperxerófila com presença de alguns trechos de floresta caducifólia. O clima é Tropical semiárido, com chuvas de verão nos períodos entre novembro e abril e apresentando pluviosidade média anual de 431,8mm. Os tipos de solos podem variar de acordo com o tipo de relevo: os planossolos são predominantes nos patamares compridos e baixas vertentes do relevo suavemente ondulado, esses solos são mal drenados, possui fertilidade natural média e acumula problema de sais; os luvisolos crômico estão presentes nos topos e no alto das vertentes, são solos rasos e de alta fertilidade natural; os Argissolos estão no topo e em altas vertentes do relevo ondulado, esse tipo de solo apresenta fertilidade natural média; e os neossolos litólicos– solos rasos, pedregosos e de fertilidade natural média – estão presentes nas elevações residuais (CPRM,2005).

5. MATERIAIS E METODOS

Os procedimentos metodológicos que foram aplicados nessa pesquisa tiveram como foco alcançar o objetivo geral – Identificar e Caracterizar os diferentes trechos aluviais da Bacia riacho do Tigre quanto a sua dinâmica hidrológica e sedimentológica – seguindo os passos dos objetivos específicos já estabelecidos, tais como; Identificação e mapeamento dos diferentes trechos aluviais da bacia riacho do Tigre; caracterização sedimentológica dos trechos aluviais em relação à hidrodinâmica; identificação de uso e dos impactos antrópicos nos trechos aluviais; e realização da tipificação dos trechos aluviais da bacia.

Os dados necessários para o desenvolvimento da pesquisa foram obtidos através da literatura, dados de altitude do SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), cartas topográficas, imagens de satélite e por fim os dados do trabalho de campo.

Inicialmente foram realizados dois trabalhos de campo exploratórios, com os pontos de visita definidos por análise prévia de imagens de satélite, e tendo como objetivo identificar as características ambientais da bacia, a diferença entre os ambientes fluviais e escolher os pontos que foram analisados. Os dados exploratórios de campo foram adquiridos através do uso do GPS, trena, estação total. Após a escolha dos pontos de análise houve dois trabalhos de campo, onde foram obtidas as informações necessárias para o mapeamento e coleta das amostras para serem analisadas em laboratório, além da confirmação da interpretação das imagens do sensoriamento remoto, questionamentos à comunidade referentes ao uso da terra e realização dos procedimentos quanto ao perfil lateral e longitudinal. As informações para a construção do perfil lateral e o cálculo do gradiente de cada canal analisado foram obtidos através das medições topográficas realizadas pelo uso da estação total e trena.

A identificação e mapeamento dos diferentes trechos aluviais da bacia foram realizados através de uma caracterização geral dos trechos aluviais, com ênfase na identificação e formas dos trechos analisados, analisando a localização, cobertura, geometria, largura do vale e sua variação. As análises foram feitas através do sensoriamento remoto, com elaboração do mapeamento de campo usando GPS, trena e estação total. A localização dos trechos, assim como as margens e o leito das drenagens foram identificadas com precisão com o auxílio do GPS. As informações referentes à geometria do canal, a largura do vale e sua variação foram adquiridas e desenvolvidas com o auxílio das ferramentas do sensoriamento remoto e dos sistemas de informações geográficas.

Para caracterizar os trechos aluviais quanto sua dinâmica sedimentológica e hidrológica é necessário fazer a coleta e caracterização sedimentológica da área em questão. Primeiramente procurou-se identificar as áreas para a coleta das amostras, onde foram cavadas trincheiras superficiais visando à análise de perfis estratigráficos e das propriedades sedimentológicas na qual foram examinadas posteriormente em laboratório. Sendo assim, as análises têm como objetivo a caracterização quantitativa e qualitativa dos sedimentos, sendo a base para a preparação das análises granulométrica e morfoscópica. As análises granulométricas têm como finalidade estabelecer o tamanho das partículas em sedimentos detríticos, sendo este um parâmetro essencial para análises das propriedades físicas dos sedimentos; enquanto as análises morfoscópicas procuram examinar as partículas com base na observação das formas, arredondamento e esfericidade dos grãos (TAVARES, 2010). Nessa perspectiva, as pesquisas em granulometria podem fornecer informações sobre os processos físicos e hidrodinâmicos dos ambientes fluviais, atuantes nos processos de deposição (BARROS, 2014). As avaliações granulométricas e morfoscópica foram realizadas buscando compreender a hidrodinâmica nos trechos analisados, o retrabalhamento do material transportado, a turbulência do fluxo e as causas da deposição.

A granulometria das areias e dos cascalhos foi realizada através do peneiramento das amostras, onde as frações de silte e argila foram dispensadas. Partes das informações obtidas foram baseadas na proposta metodológica de Gale & Hoare (1991). Desse modo, foram pesadas as amostras de 100g, onde foram postas em um Becker de vidro com 400ml de água com 20g de dispersante (hexametáfosfato de sódio) diluído. O Becker foi levado ao agitador por 10 a 15 minutos e em seguida os sedimentos foram lavados em peneira de 63 μ m ($\phi 4$) para separar as demais frações dos finos, onde estas foram dispensadas. Em seguida, os sedimentos restantes foram colocados na estufa e pesados, onde posteriormente foram postos em jogos de peneira com intervalos de 1 ϕ para estabelecer o tamanho das partículas de areia (cascalho, areia grossa, areia média, areia, areia fina e areia muito fina).

Para a separação dos sedimentos mais finos o método adotado foi o da pipetagem, com base nas recomendações de Gale & Hoare (1991). No entanto, a pipetagem neste trabalho foi executada buscando apenas a separação das partículas de argila, avaliando a porcentagem de silte por proporção. Para isso, foram pesadas as amostras de 20g, onde os sedimentos foram lavados com 1 litro de água diluída com 10g de dispersante (hexametáfosfato de sódio). Em seguida, o material foi colocado em becker de vidro (1 litro) e pipetado (conforme a tabela de tempo de decantação e profundidade de coleta com a pipeta). O material pipetado foi colocado em becker de 40ml previamente pesado e posteriormente foi colocado na estufa;

após a secagem os beckers foram pesados novamente para avaliar a quantidade do material coletado.

Os valores obtidos das frações granulométricas foram submetidos aos parâmetros estatísticos propostos por Folk & Ward (1957); a classificação dos sedimentos foi realizada usando o diagrama de Shepard (1954) e Pejrup (1988) através do programa Sysgran 3.0.

A morfoscopia foi realizada seguindo os parâmetros metodológicos de Tucker (1995), visando à avaliação qualitativa e quantitativa do material, servindo de base para compreensão dos processos dinâmicos deposicionais. Primeiramente foram selecionados 100 grãos na fração de 0,0125mm para avaliar o grau de arredondamento, esfericidade e brilho dos grãos. Em seguida os grãos foram observados em uma lupa binocular nas dependências do departamento de geografia da UFPB. Dessa forma, o grau de arredondamento foi definido em categorias: Muito angular (0,5), angular (1,5), sub-angular (2,5), sub-arredondado (3,5), arredondado (4,5) e bem arredondado (5,5). E o grau de esfericidade foi definido a partir das seguintes categorias: Esfericidade alta (0,5 e 4,5), esfericidade média (-2,5) e esfericidade baixa (-0,5).

A identificação dos usos e impactos antrópicos nos trechos aluviais foi efetuada a através da observação de imagens orbitais da área, das considerações percebidas no trabalho de campo e a partir do contato com as comunidades, buscando avaliar os tipos e periodicidades das intervenções humanas. Além disso, foi realizado o mapeamento detalhado dos trechos aluviais, usando o software ArcGis 10.2.2, podendo ser acrescentadas além das características naturais as formas de construção antrópica – como, por exemplo, as estradas, cercas, poços, barragens e casas – como também as áreas de exploração da comunidade (agricultura e pecuária).

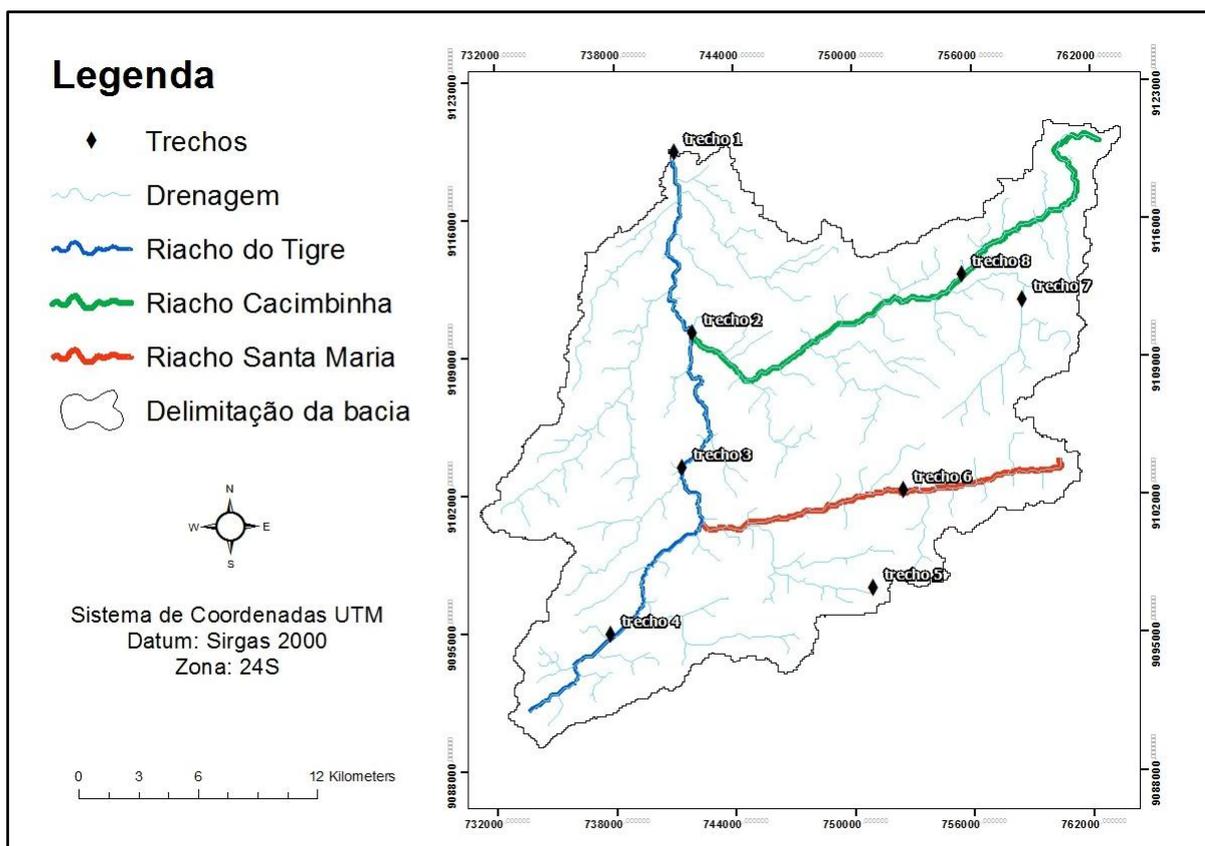
A tipificação dos trechos aluviais da bacia foi realizada na tentativa de criar e estabelecer uma tipologia de tipos de depósitos aluviais. A execução desse procedimento tem como base a utilização dos dados obtidos na caracterização sedimentológica (análises granulométricas e morfoscópicas), dados topográficos e dados do uso e ocupação do solo.

Os dados sedimentológicos são importantes para averiguação de recarga em aluviões, porque a distribuição granulométrica está relacionada com a porosidade e permeabilidade dos depósitos sedimentares, onde suas modificações podem ser estimadas com base nas características granulométricas (BARROS, 2014). Dessa forma, os depósitos aluviais foram categorizados de acordo com sua dinâmica deposicional e os tipos de sedimentos depositados.

6. RESULTADOS

Após as análises de diversos trechos fluviais da bacia riacho do Tigre – observadas por imagens de satélite e no trabalho do campo – foram selecionados oito trechos, sendo quatro no canal principal da bacia (riacho do Tigre) e quatro nas mediações dos dois principais afluentes, que é o riacho Santa Maria e o riacho Cacimbinha, onde os trechos 5 e 7 estão situados em calhas de ordem inferior (figura 4). Os trechos foram selecionados em localizações distintas na bacia, onde cada trecho apresenta características diferentes, de modo que pudesse representar a dinâmica fluvial da bacia Riacho do Tigre integralmente. Os rios da bacia são intermitentes, típicos de ambientes semiáridos com vazão ausente durante maior parte do ano, tendo em média menos de 40 dias de fluxo por ano. Contudo não há dados observados, sendo que essa é a média padrão de funcionalidade da calha fluvial para a região.

Figura 4. Mapa de localização dos três principais riachos da Bacia com os trechos trabalhados.



Os perfis longitudinais dos três principais riachos revelam suas disparidades: O riacho do tigre é o mais extenso, com altitudes variando entre 500m a quase 800m; O riacho cacimbinha é o que apresenta o segundo maior valor de extensão e abrange o menor valor de

altitude em comparação com os demais; e por último o riacho de Santa Maria, o que apresenta menor extensão em relação aos outros dois já citados, além de ser o riacho que abrange os maiores valores de altitude (figuras 5, 6 e 7).

Figura 5. Perfil longitudinal do riacho do Tigre.

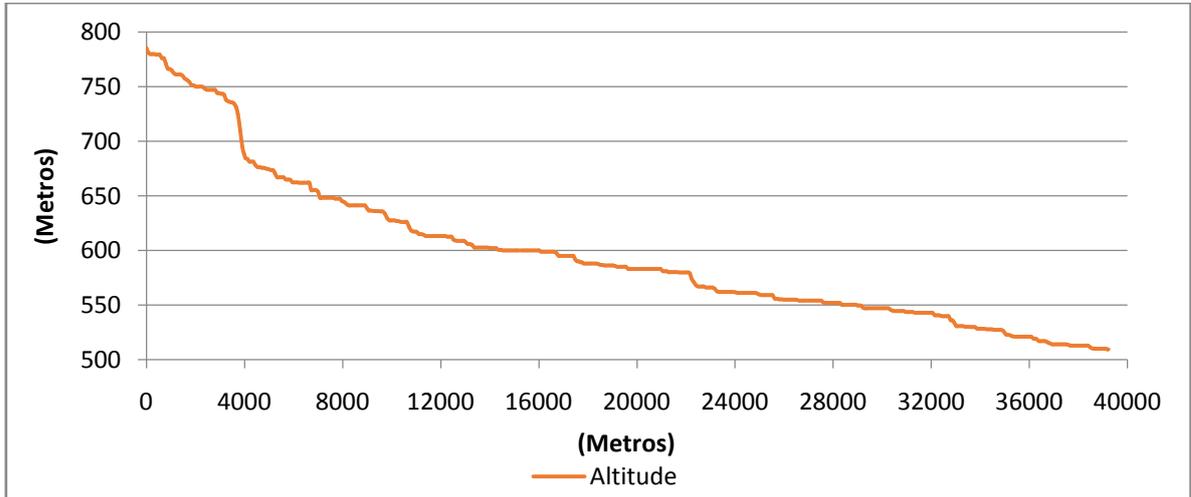


Figura 6. Perfil longitudinal do riacho Cacimbinha.

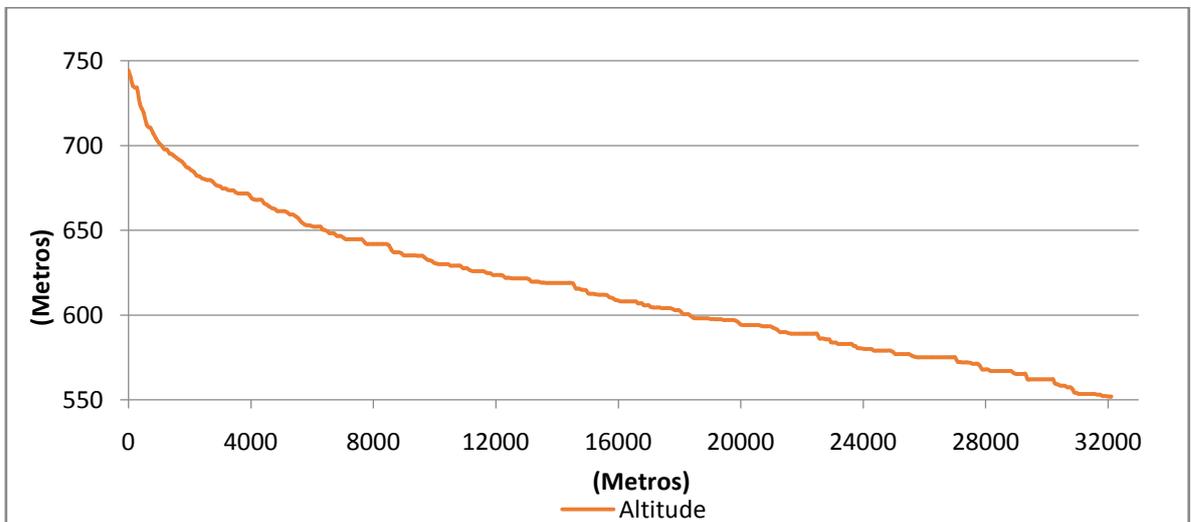
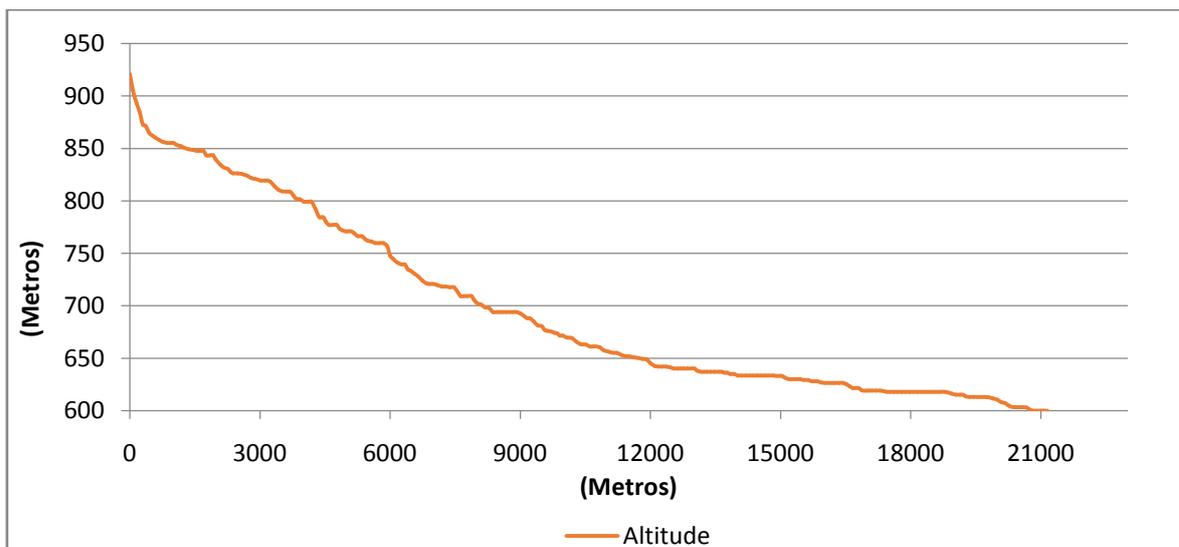


Figura 7. Perfil longitudinal do riacho Santa Maria.



Dessa forma, como esses oito trechos foram escolhidos de modo que possa representar os diferentes tipos de ambientes fluviais da bacia, suas características revelam a relação dos processos atuantes com suas respectivas localizações no *continuum* fluvial. O trecho 1 localiza-se na foz do Riacho do Tigre, rio principal da bacia; o trecho 2 corresponde a um trecho de confluência entre o canal principal e o riacho Cacimbinha; o trecho 3 segue a sequência do canal principal, na qual está localizado já numa zona intermediária da bacia; o trecho 4 é o último trecho do canal principal, localizado na área de Cabeceira, apresentando vales estreitos e encostas íngremes; o trecho 5 corresponde a uma área de vale preenchido entre encostas íngremes, está localizado nas imediações do riacho Santa Maria; já o trecho 6 situa-se diretamente no riacho Santa Maria, correspondendo a um canal de leito rochoso predominantemente rochoso, mas com áreas de acumulação de areia. O trecho 7 fica nas imediações do Riacho Cacimbinha, a área é de vale preenchido com a intervenção antrópica de uma grande barragem no trecho médio superior; e por fim, o trecho 8 localiza-se na porção mediana do riacho Cacimbinha, corresponde a um canal arenoso com presença de alguns afloramentos rochosos.

O trecho 1 situa-se na foz da bacia, corresponde a um canal arenoso (figura 9) entrelaçado com presença de algumas barras arenosas e planície de inundação. A partir das análises realizadas em trabalho de campo, sobre a vegetação é possível perceber a presença de poucas arbóreas, arbustivas com cobertura intermediária e herbáceas com cobertura densa, com predominância de vegetação arbustiva. Também há espaços com solo exposto ao redor do canal e vegetação arbustiva no leito.

O mapeamento da área foi realizado (figura 8), e a partir deste fazer a identificação da geometria, calcular o fluxo acumulado da área e a largura do vale. A área sofre influência antrópica da agricultura há aproximadamente 150 metros ao lado da margem direita. O canal é largo, com presença de algumas barras arenosas com planície de inundação dos dois lados.

O Gradiente em m/km é de 1,1m/km, configurando-se em uma área com baixa/média energia e competência de fluxo. A partir do mapeamento do trecho foi possível obter informações adicionais, como: a largura do canal, equivalente a 89m; a geometria, que é a própria forma do canal; e a área de captação de 531,3 km². De acordo com os dados do gradiente – relativamente baixo – e a largura do canal – relativamente alta – estima-se que a energia do fluxo é baixa, favorecendo o processo de sedimentação. De acordo com o cálculo do fluxo acumulado, o trecho abrange uma extensa área de captação, consequentemente recebe uma quantidade maior de sedimentos.

Figura 8. Mapa do uso/ocupação do solo e localização das amostras – trecho 1.

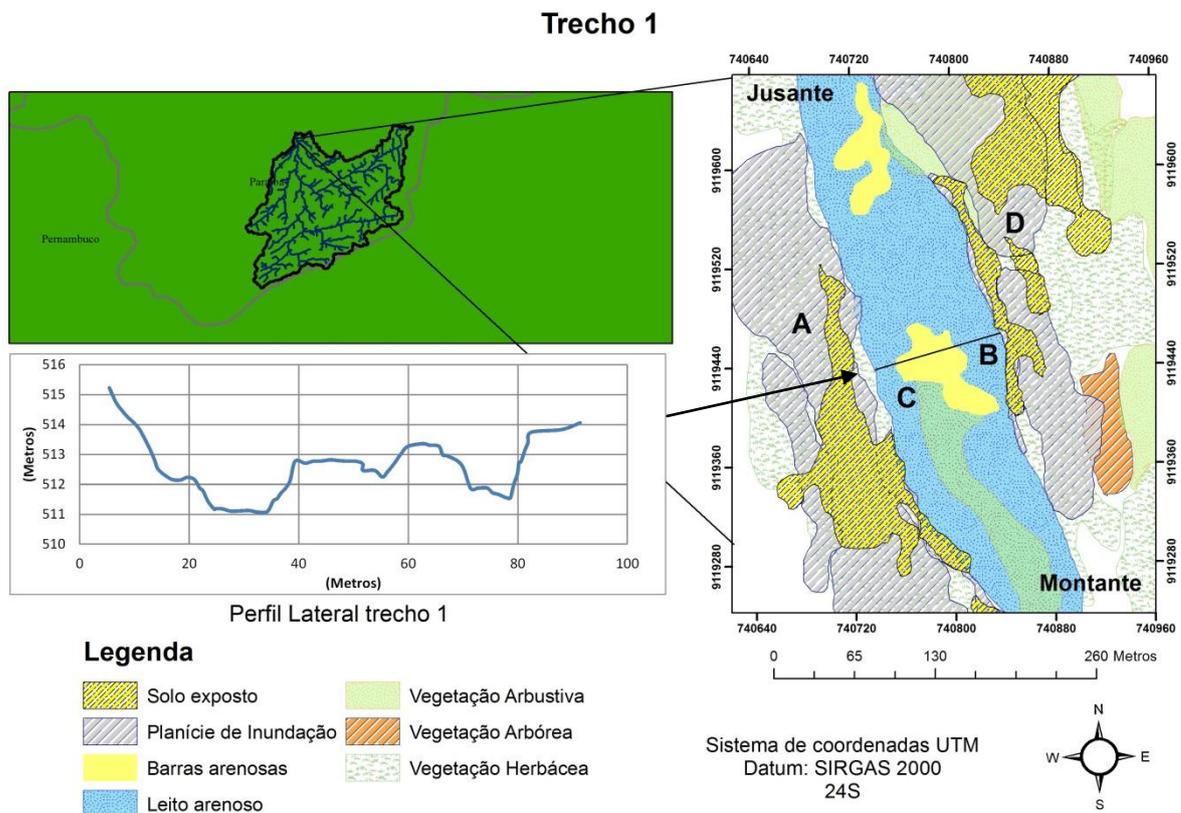


Figura 9. Leito arenoso do trecho 1.



Sobre os dados granulométricos, foram coletadas 4 amostras para o trecho 1: A amostra da planície adjacente à margem esquerda é o ponto A; em uma determinada parte o canal é dividido por uma barra arenosa, desse modo foram coletadas duas amostras para o canal, sendo a do canal do lado direito o ponto B e do lado esquerda o ponto C; a planície ao lado da margem direita é o ponto D (Figura 8).

Figura 10. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostras A e D

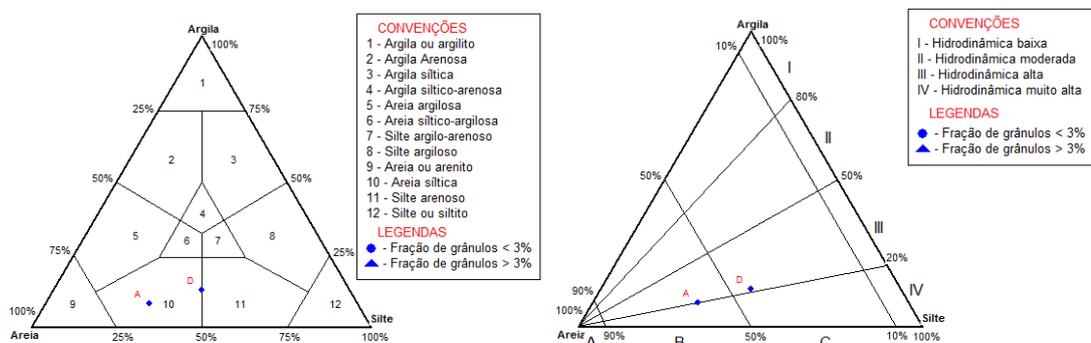


Figura 11. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra B.

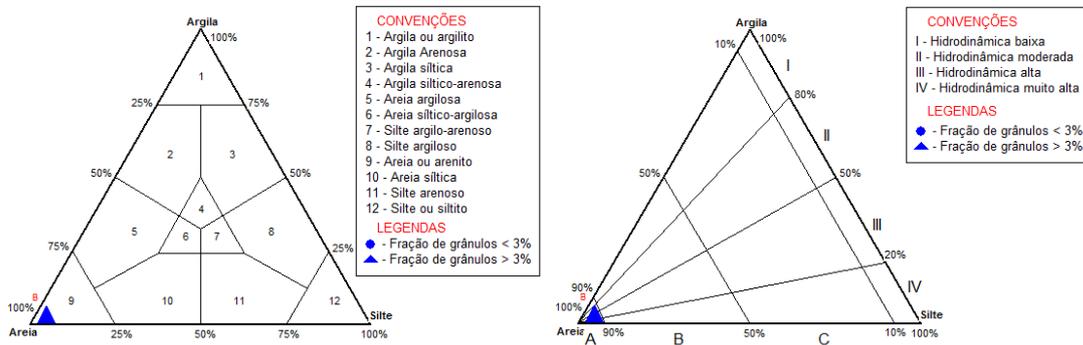
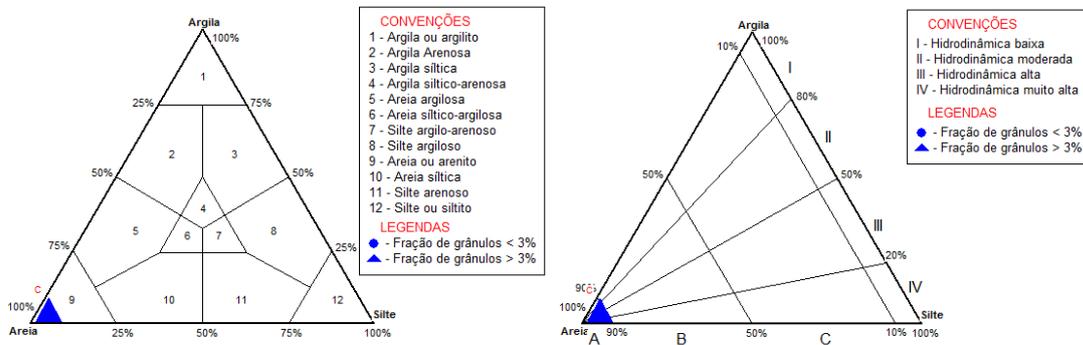


Figura 12. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra C.



As amostras do trecho 1 se alternam entre os graus de seleção muito pobre e moderadamente pobre, sendo as amostras das planícies muito pobremente selecionado e as amostras do canal moderadamente selecionado. De modo geral, a classificação dos sedimentos apresenta predominância de areia (tabela 1). A amostra D é única do trecho 1 em que as frações das amostras não é composta majoritariamente de areia, havendo 43% de silte e 43% de areia; já as amostras restantes predominam as frações de areia (figura 13). Nas planícies a hidrodinâmica do processo de sedimentação situa-se no limite entre alta e muito alta, enquanto que no canal a hidrodinâmica é muito alta, revelando que a sedimentação se deu através de um fluxo turbulento. A classificação granulométrica para as amostras B e C é areia; a amostra A é areia siltica e a amostra D se encontra no limite entre areia siltica e silte arenoso (Figuras 10, 11 e 12). A concentração de areia nas amostras do canal (B e C) deve-se à energia do fluxo que é maior em relação ao fluxo que atuou no processo de deposição das planícies. O fluxo com maior energia do canal é capaz de transportar com mais facilidade os sedimentos mais finos como silte a argila, refletindo também esse processo na seleção dos grãos, sendo no canal é mais selecionado, indicando que o comportamento do fluxo é mais

homogêneo. Nas planícies o fluxo pode sofrer variação de turbulência, gerando depósitos mal selecionados.

Referente aos dados da morfoscopia, as amostras B/C apresentaram as mesmas características. De modo geral as amostras do trecho 1 são angulares quanto ao arredondamento, sendo a amostra A angular, as amostras B/C sub angulares e a amostra D muito angular. Apenas a amostra D apresentou brilho transparente, sendo as demais opacas. Sobre a esfericidade, as amostras B/C se enquadram na classificação sub discoidal, a amostra A é esférica e a amostra D é sub prismoidal (tabela 2).

Figura 13. Porcentagem de frações granulométricas das amostras do trecho 1.

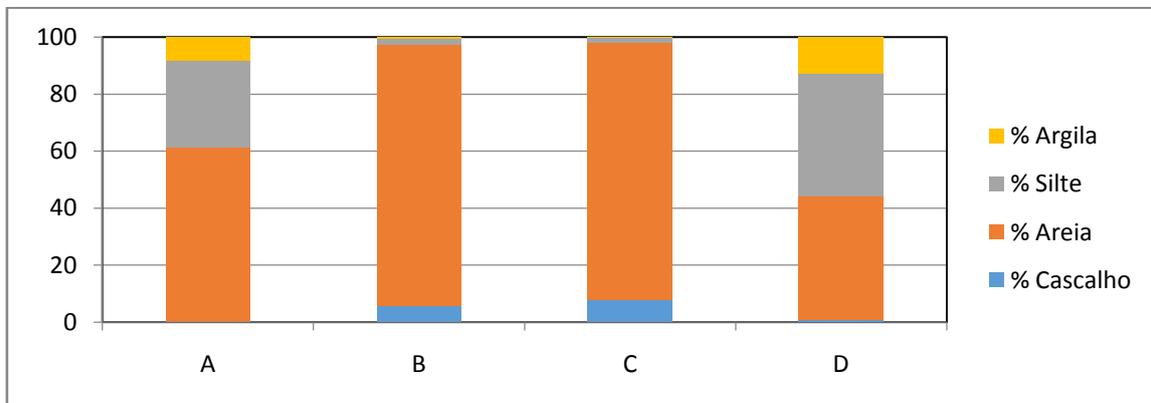


Tabela 1. Classificação dos sedimentos e graus de seleção para as amostras do trecho 1.

Amostra	Classificação dos sedimentos	Grau de Seleção
A	Areia muito fina	Muito pobremente selecionado
B	Areia muito grossa	Moderadamente selecionado
C	Areia muito grossa	Moderadamente selecionado
D	Silte grosso	Muito pobremente selecionado

Tabela 2. Dados de morfoscopia para as amostras do trecho 1.

Amostra	Arredondamento	Esfericidade	Brilho
A	Angular	Esférico	Opaco
B	Sub Angular	Sub Discoidal	Opaco
C	Sub Angular	Sub Discoidal	Opaco
D	Muito Angular	Sub Prismoidal	Transparente

O trecho 2 está localizado no canal principal da Bacia, alguns quilômetros a montante do trecho 1, correspondendo a confluência entre o riacho do Tigre (canal principal) e o riacho Cacimbinha. A paisagem demonstra ser uma área com bastante intervenção humana, sendo as planícies de inundação utilizadas para agropecuária, além de presença de estradas cortando os rios, e mais adiante algumas cercas e poços amazonas no ambiente fluvial. Além disso, pode-se observar a presença de vegetação exótica, como alguns coqueiros que foram plantados próximos à margem direita do afluente.

Na margem e na encosta direita do riacho Cacimbinha há presença de vegetação arbórea, com cobertura espaçada e predominância de vegetação arbustiva com cobertura intermediária. Na margem e na encosta esquerda predomina a vegetação herbácea com cobertura intermediária, além da presença de vegetação arbustiva com cobertura espaçada. No leito predomina a presença de vegetação herbácea com cobertura espaçada, também foi possível perceber uma delgada barra arenosa. Já no canal principal, ao lado da margem direita encontra-se uma extensa planície de inundação – que divide os dois canais – onde predomina a vegetação herbácea com cobertura espaçada (figura 15) e na encosta esquerda há predominância de vegetação arbustiva espaçada, ambas as áreas são usadas para agricultura. No leito a vegetação predominante é a herbácea com cobertura espaçada (figura 14). De modo geral, o trecho 2 representa uma área de vegetação degradada com pouca cobertura vegetal, podendo gerar influência na estabilidade das margens e favorecer o processo de erosão nas margens.

Figura 14. Mapa do uso/ocupação do solo e localização das amostras – trecho 2.

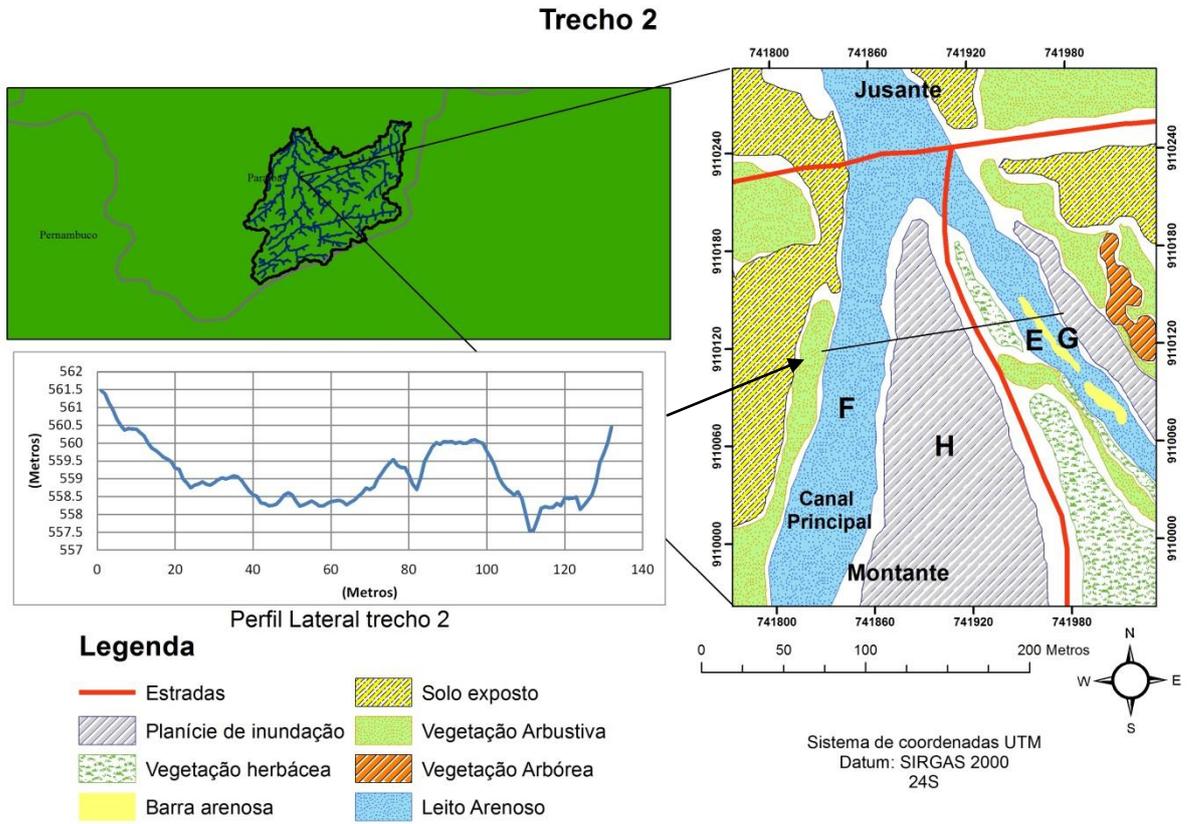


Figura 15. Planície de inundação entre os riacho do Tigre e o riacho Cacimbinha.



A largura total do vale é de 156m. O gradiente da área é de 4m/km; e a área de captação atinge uma extensão de 407,3 km², revelando uma grande concentração de fluxo, consequentemente contendo um volume grande de sedimentos. A energia do fluxo nessa área é baixa, conforme os valores do gradiente e a largura do vale, além de se tratar de um trecho que se encontra próximo à foz da bacia.

Referente à coleta das amostras (figura 14), foram coletadas 4 amostras para o trecho 2: No riacho Cacimbinha contém uma delgada barra arenosa em um determinado seguimento – conforme dito anteriormente – o que faz o canal se dividir, sendo assim foi coletada uma amostra do leito próximo à margem direita do canal (E) e outra próxima a margem esquerda, sendo uma área rebaixada (G); também, foi coletada uma amostra do leito do riacho do Tigre (F) e uma amostra da planície de inundação que divide os dois canais (H).

Figura 16. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostras E, F e G.

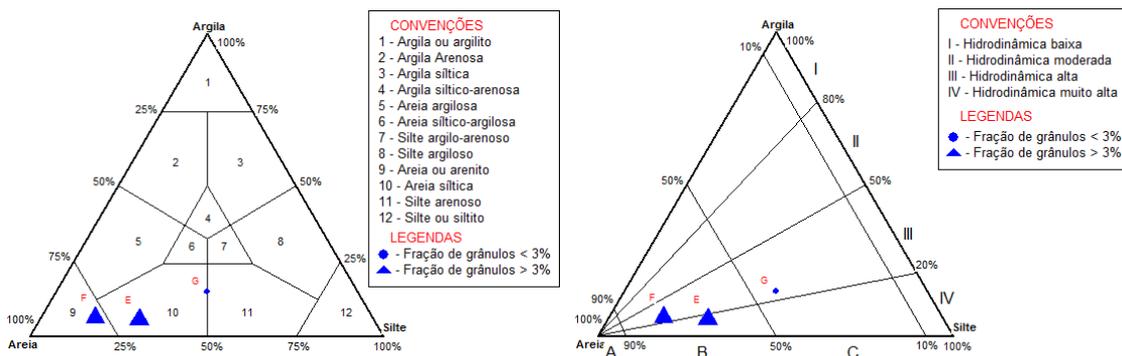
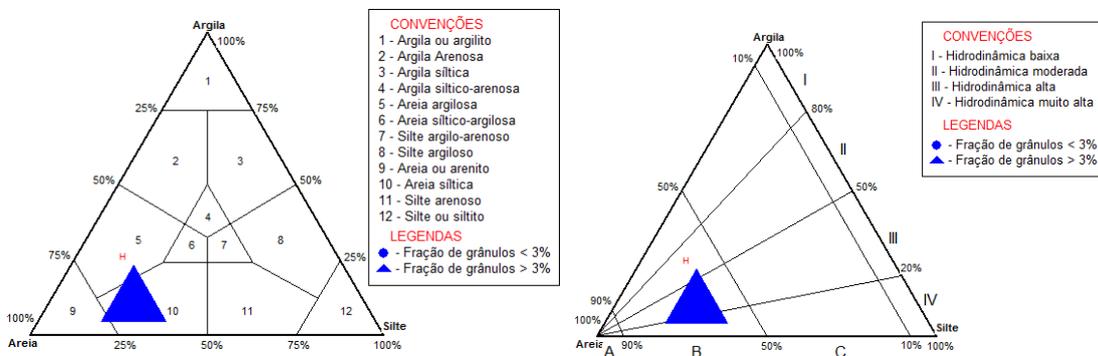


Figura 17. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra H.



O grau de seleção para todas as amostras do trecho 2 é muito pobremente selecionado, revelando que a área apresenta alta variação de vazão, o que pode ser constatado pela

diversidade dos tipos de sedimentos. A classificação de sedimentos apresenta predominância de areia fina de modo geral, sendo apenas a amostra G com predominância de silte grosso (tabela 3). Em todas as amostras as frações a porcentagem das frações dos sedimentos apresentaram predominância de areia, exceto na amostra G, onde a porcentagem de silte é 42%, exatamente igual à porcentagem de areia (figura 18), pois se trata de uma área rebaixada no leito que possivelmente permanece alagada quando o fluxo do canal cessa. De modo geral, o processo de sedimentação das 4 amostras se deu através de um fluxo turbulento, o que pode ser constatado na classificação da hidrodinâmica, onde se alterna entre alta e muito alta. O diagrama de Shepard revela a predominância de areia siltica quanto à classificação granulométrica para todas as amostras, exceto a amostra F onde prevalece areia (figuras 16 e 17). Os dados da amostra da planície de inundação apresentaram grande proporção de sedimentos grosseiros, podendo ser atribuída às possibilidades de modificação da área a partir do uso agrícola.

Os dados morfoscópicos apresentaram arredondamento angular de maneira geral, exceto a amostra G, onde prevaleceu arredondamento sub angular. O grau de esfericidade da amostra H se alterna entre esférico e sub discoidal; na amostra G a esfericidade é sub discoidal, enquanto nas amostras E e F os grãos apresentaram grau esférico. O brilho é opaco para as amostras F, G e H; apenas a amostra E apresenta o brilho transparente (tabela 4).

As amostras do canal correspondente ao riacho Cacimbinha apresentaram proporções maiores de sedimentos finos em relação ao canal correspondente ao riacho do Tigre, já que o rebaixamento do canal permite que a área permaneça alagada, aumentando a probabilidade de deposição de argila e silte. Na planície, por ser uma área muito influenciada pelas atividades humanas, pode ter influenciado nos resultados das análises das amostras, prevalecendo uma proporção maior de cascalho em relação às amostras dos canais.

Figura 18. Porcentagem de frações granulométricas das amostras do trecho 2.

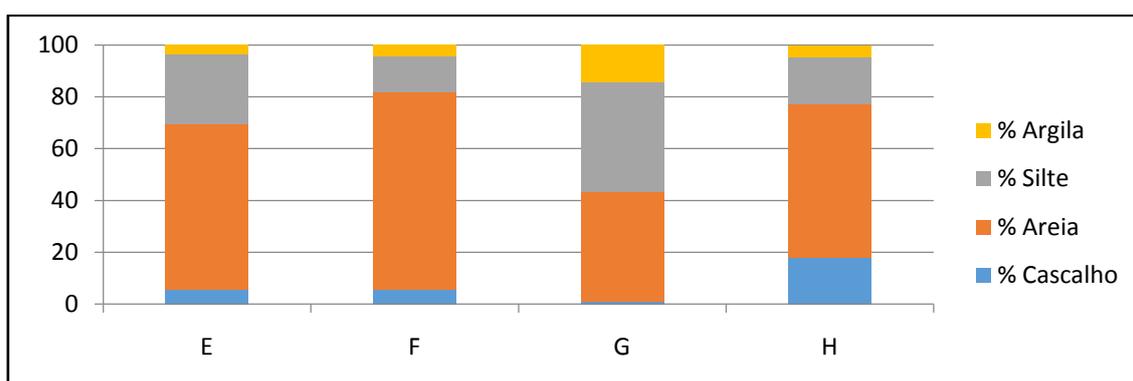


Tabela 3. Classificação dos sedimentos e graus de seleção para as amostras do trecho 2.

Amostra	Classificação dos sedimentos	Grau de Seleção
E	Areia fina	Muito pobremente selecionado
F	Areia fina	Muito pobremente selecionado
G	Silte grosso	Muito pobremente selecionado
H	Areia fina	Muito pobremente selecionado

Tabela 4. Dados de morfoscopia para as amostras do trecho 2.

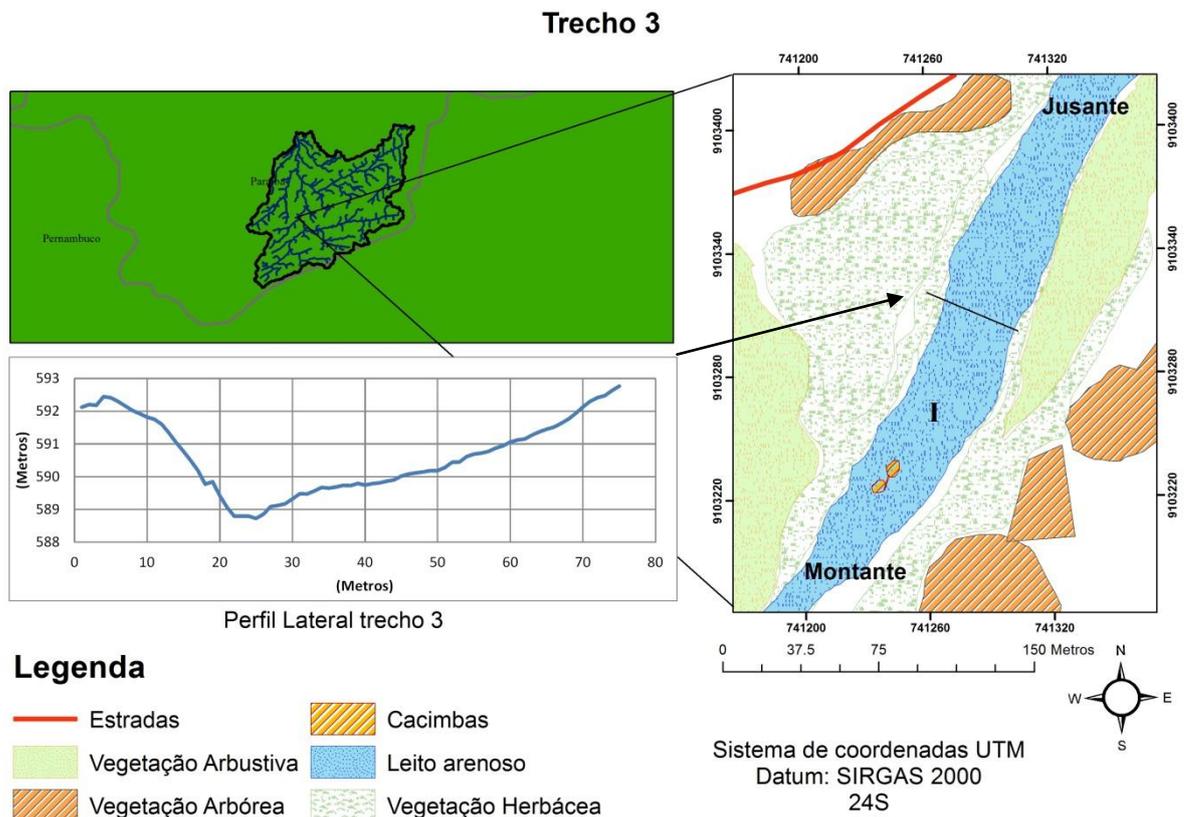
Amostra	Arredondamento	Esfericidade	Brilho
E	Angular	Esférico	Transparente
F	Angular	Esférico	Opaco
G	Sub Angular	Sub Discoidal	Opaco
H	Angular	Esférico e Sub Discoidal	Opaco

O trecho 3 integra canal principal e está localizado numa zona intermediária na bacia, entre a foz e as áreas de cabeceira. O canal é arenoso, com presença de algumas cacimbas no leito, uma das intervenções antrópicas mais comum na região (figuras 19 e 20). A vegetação nas encostas tem presença de arbóreas e arbustivas com cobertura espaçada; nas margens e no canal é possível perceber a predominância de herbáceas (cobertura intermediária) e algumas arbustivas (cobertura intermediária), de maneira geral a cobertura vegetal da área é média, assim como a estabilidade à erosão, por se tratar de uma área onde predomina sedimentos grosseiros mais a presença da vegetação faz compensar o nível de degradação.

Figura 19. Canal arenoso com escavações no leito – trecho 3.

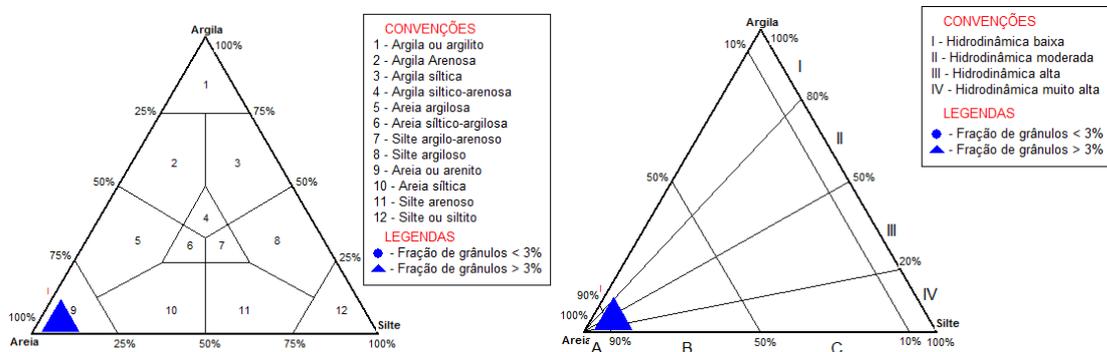


Figura 20. Mapa do uso/ocupação do solo e localização das amostras – trecho 3.



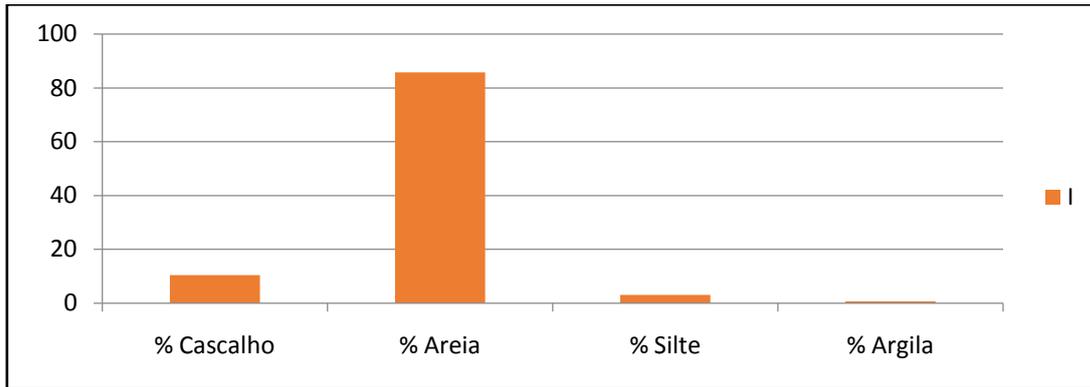
O gradiente é de 5,7 m/km, a largura do vale mede 46m e a área de captação é de 197,7 km². A energia do fluxo neste trecho é maior em relação aos trechos anteriores já colocados, justamente em consequência dos valores calculados do gradiente e da largura do vale. Já a área de captação é menor em relação aos trechos 1 e 2, fator que pode ser atribuído à sua localização, já que a drenagem desse trecho não recebe fluxo e transporte sedimentar do riacho cacimbinha (figura 4).

Figura 21. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra I.



Como neste trecho não há divisão de fluxos – devido a ausência de barra arenosa – foi coletada apenas uma amostra (figura 20), correspondente ao leito do rio, onde será tratada aqui como ponto I (seguindo a sequência das amostras dos trechos anteriores).

Sobre os dados granulométricos, a amostra I revelou grau de seleção pobremente selecionado, prevalecendo majoritariamente fração de areia grossa (Tabela 5). A porcentagem dos sedimentos revela a predominância de areia (85%), enquanto praticamente não há frações de argila (figura 22). A hidrodinâmica gerada pelo diagrama de Pejrup releva uma alternância entre moderada e muito alta, demonstrando que a sedimentação se deu por um fluxo de baixa viscosidade. A granulometria gerada pelo diagrama de Shepard classificou a amostra como areia (figura 21). Não foi possível realizar a análise morfoscópica para a amostra do trecho 3 devido a problemas técnicos.

Figura 22. Porcentagem de frações granulométricas da amostra do trecho 3.**Tabela 5. Classificação dos sedimentos e graus de seleção para a amostra do trecho 3.**

Amostra	Classificação dos sedimentos	Grau de Seleção
I	Areia Grossa	Pobrementemente selecionado

O trecho 4 está localizado em área de cabeceira e corresponde a um canal semi-confinado (figura 24), onde há extravasamento parcial do fluxo do canal, sendo a margem esquerda confinada – do lado da encosta íngreme – e a margem direita não confinada, com possibilidade de inundação em épocas de cheia. Um canal é confinado quando mais de 90% das margens são confinadas no vale; semi confinado quando 10-90% das margens são confinadas; e não confinado quando menos de 10% das margens apresentam incisão no vale (BRIERLEY ET AL, 2002). O leito é rochoso, com trechos com depósitos de areia e alguns blocos que provavelmente são provenientes da encosta. A encosta esquerda é rochosa, havendo uma soleira rochosa próxima ao canal. Ao lado da margem direita há uma planície de inundação e mais adiante é possível perceber uma estrada, algumas casas e terrenos utilizados para agricultura, incluindo na planície de inundação.

A cobertura da vegetação se alterna entre intermediária e densa, com presença de poucas arbóreas na encosta esquerda e muitas herbáceas e arbustivas. As herbáceas se concentram densamente na encosta; As arbustivas predominam na margem direita, no leito e em parte da encosta. Na parte onde se encontra as casas e as estradas há uma vasta área de solo exposto, podendo ser influenciada pela ação antrópica (figura 23). De modo geral a cobertura vegetal é bastante concentrada em volta do canal, gerando estabilidade aos processos erosivos.

Figura 23. Mapa do uso/ocupação do solo e localização das amostras – trecho 4.

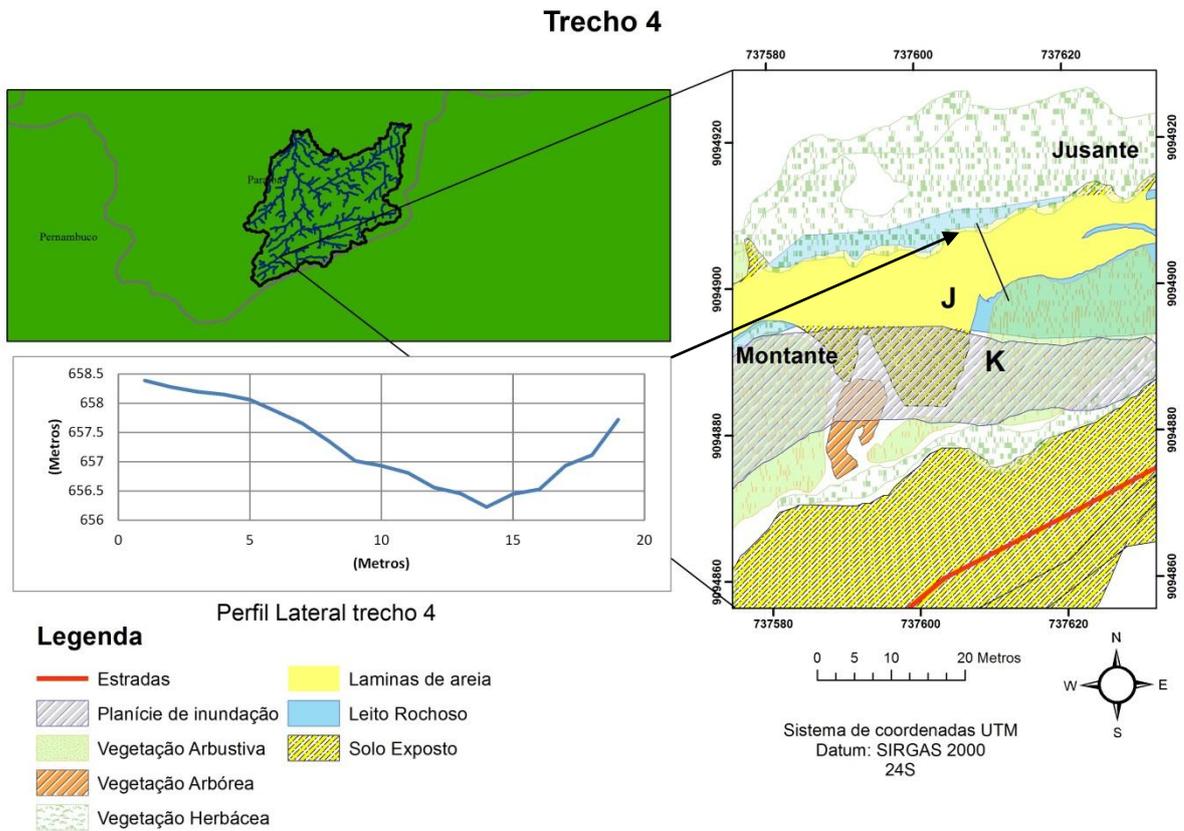


Figura 24. Canal semi-confinado.



Após a elaboração e análise do mapeamento – além de dados da estação total – foram obtidas as seguintes informações: A largura do vale é 11m; o gradiente, cujo cálculo resultou em 9,5 m/km; e a área de captação hídrica que é de 31,6 km². Conforme os valores do gradiente e a largura do vale, esse trecho, em comparação com os outros analisados, é o que apresenta maior energia do fluxo no riacho do Tigre, sendo capaz de transportar sedimentos mais grosseiros à jusante. A área de captação é baixa do riacho do tigre, pois o canal só recebe fluxos provenientes das nascentes da área de cabeceira.

Para esse trecho foram coletadas duas amostras (figura 23) para serem submetidas às análises de laboratório, sendo a amostra J correspondente ao leito do rio e a amostra K correspondente à planície de inundação.

Figura 25. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra J.

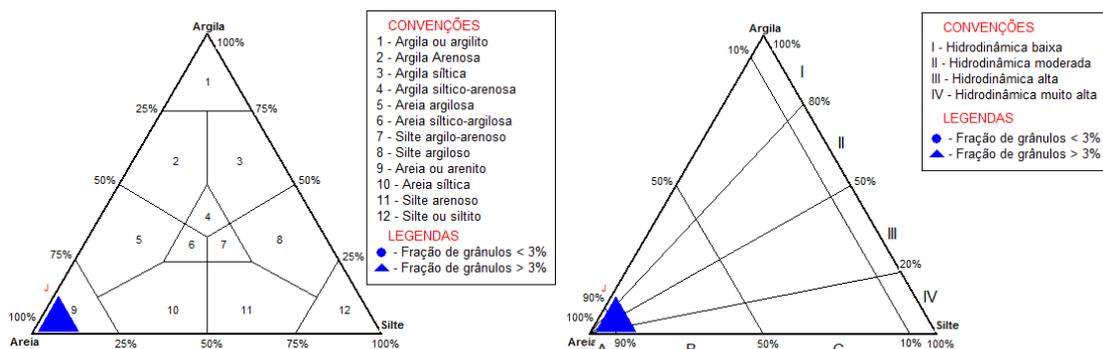
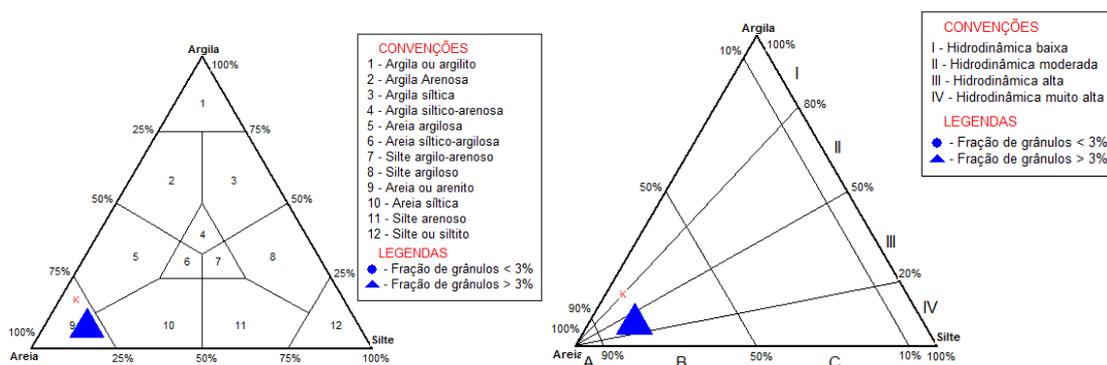


Figura 26. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra K.



O processo geral de sedimentação do trecho 4 sofreu influência de um fluxo turbulento, conforme os diagramas de Pejrup; já a classificação da granulometria é areia (Figuras 25 e 26). Os dados granulométricos obtidos através das análises das amostras

expõem que as amostras J e K apresentam grau de seleção pobremente selecionado e muito pobremente selecionado respectivamente (tabela 6), indicando que uma alta variação de vazão provavelmente teria influenciado no processo de sedimentação. A porcentagem de fração de areia é de quase 80% na amostra J e 56% na amostra K (figura 27). Apesar corresponder à planície de inundação, a amostra K ainda recebe muito sedimento grosseiro devido à energia do rio, bem como cascalhos removidos das encostas.

Os dados de morfoscopia apresentaram resultados diferentes para as duas amostras do trecho 4 em todos os parâmetros. Na amostra J o grau de arredondamento é muito angular, a esfericidade é sub discoidal e o brilho é opaco; enquanto na amostra K o arredondamento é sub angular, o grau de esfericidade se mostrou esférico e o brilho é transparente (tabela 7).

Figura 27. Porcentagem de frações granulométricas das amostras do trecho 4.

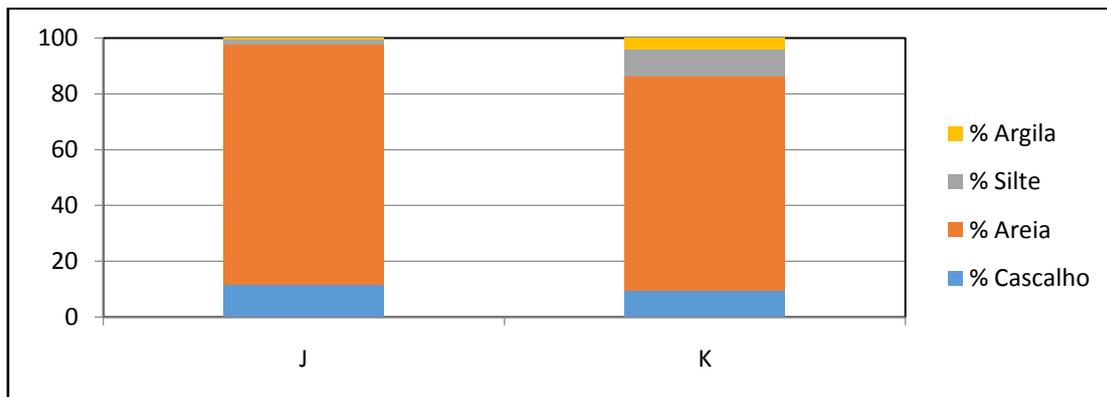


Tabela 6. Classificação dos sedimentos e graus de seleção para a amostra do trecho 4.

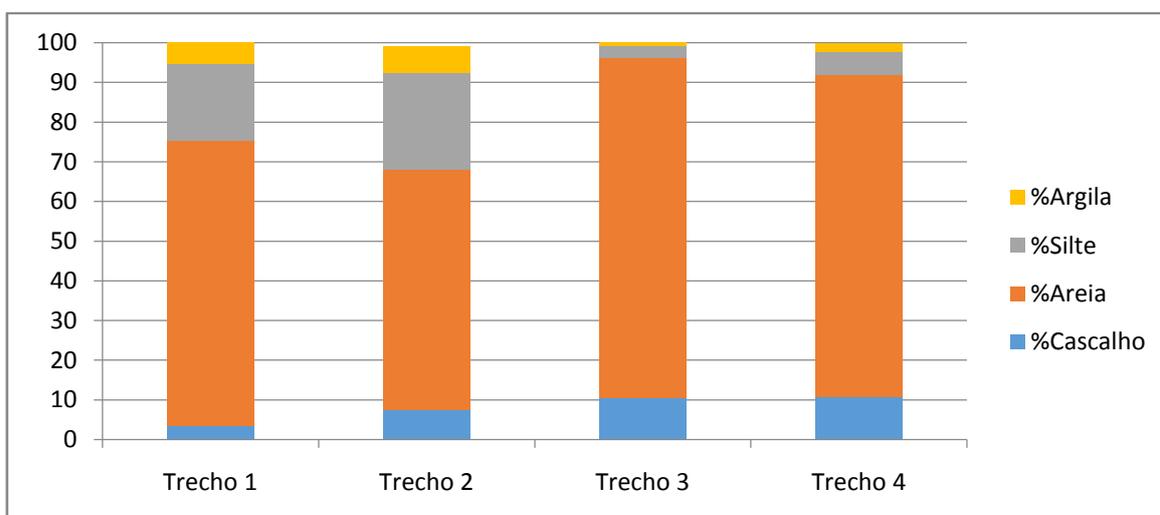
Amostra	Classificação dos sedimentos	Grau de Seleção
J	Areia Grossa	Pobremente selecionado
K	Areia Média	Muito pobremente selecionado

Tabela 7. Dados de morfoscopia para as amostras do trecho 4.

Amostra	Arredondamento	Esfericidade	Brilho
J	Muito Angular	Sub Discoidal	Opaco
K	Sub Angular	Esférico	Transparente

Analisando de forma geral os depósitos aluviais do riacho do tigre para os quatro trechos, a proporção de cascalho e areia é maior na cabeceira trecho 4, apresentando redução dos valores à jusante. Já em relação à proporção de argila e silte ocorre o inverso, os valores são crescentes à montante, sendo o trecho 2 o que apresenta maior valor. Esses valores refletem a localização de cada trecho na perspectiva do continuum fluvial, a quantidade maior de argila e silte nos trechos 1 e 2 revelam as características de um fluxo com baixa energia comum de uma área com gradiente baixo, na qual esse fluxo não possui capacidade de transportar sedimentos mais grosseiros. Nos trechos 3 e 4, o gradiente é maior e o fluxo possui maior energia em relação aos trechos 1 e 2, dessa forma os fluxos os sedimentos mais finos como areia e silte são transportados com mais facilidade, explicando a proporção maior em relação aos trechos 1 e 2 de sedimentos grosseiros como cascalho e areia em seus depósitos aluviais (figura 28).

Figura 28. Porcentagem da média das frações granulométricas dos depósitos aluviais do riacho do Tigre.



O trecho 5 está localizado nas mediações do riacho Santa Maria e corresponde a uma área de vale preenchido entre encostas íngremes, há mais de 1000 metros de altitude. O trecho se encontra muito próximo à nascente do riacho que drena para o rio Santa Maria. No topo da encosta direita há 350 metros do vale algumas casas, uma estrada áreas reservadas para a agricultura e pecuária, sendo o fundo vale também utilizado para pastagem do gado. Não há incisão de um canal bem definido, possivelmente pela baixa área de captação. O leito é arenoso com presença de vegetação herbácea densa (figura 29). A cobertura vegetal das encostas é densa, com presença de vegetação arbustiva e predominâncias de vegetação

arbórea (figura 30). De forma geral é um trecho com cobertura vegetal densa e alta estabilidade aos processos erosivos.

Figura 29. Leito com cobertura vegetal densa.



O gradiente da área é de 5,7 m/km e a largura do vale é 59,8 m, dessa forma a energia do fluxo é mediana em relação aos valores aqui já apresentados em outros trechos da bacia. A área de captação é relativamente baixa, abrangendo 2,9 km², isso porque este trecho se encontra bem próximo à nascente do riacho, não havendo recebimento de fluxos de outros canais. Assim, mesmo apresentando um gradiente mediano a acumulação de fluxos é muito baixa, e em conjunto com o vale largo, faz com que não tenha energia suficiente para gerar uma incisão vertical, e conseqüentemente a formação de um canal escavado.

Para este trecho foi coletada apenas uma amostra (figura 30), correspondente ao leito do vale, visto que essa área não apresenta variedades de unidades geomórficas. Sendo assim, a amostra coletada foi classificada como L, seguindo a mesma seqüência das amostras dos trechos anteriores.

Figura 30. Mapa do uso/ocupação do solo e localização das amostras – trecho 5.

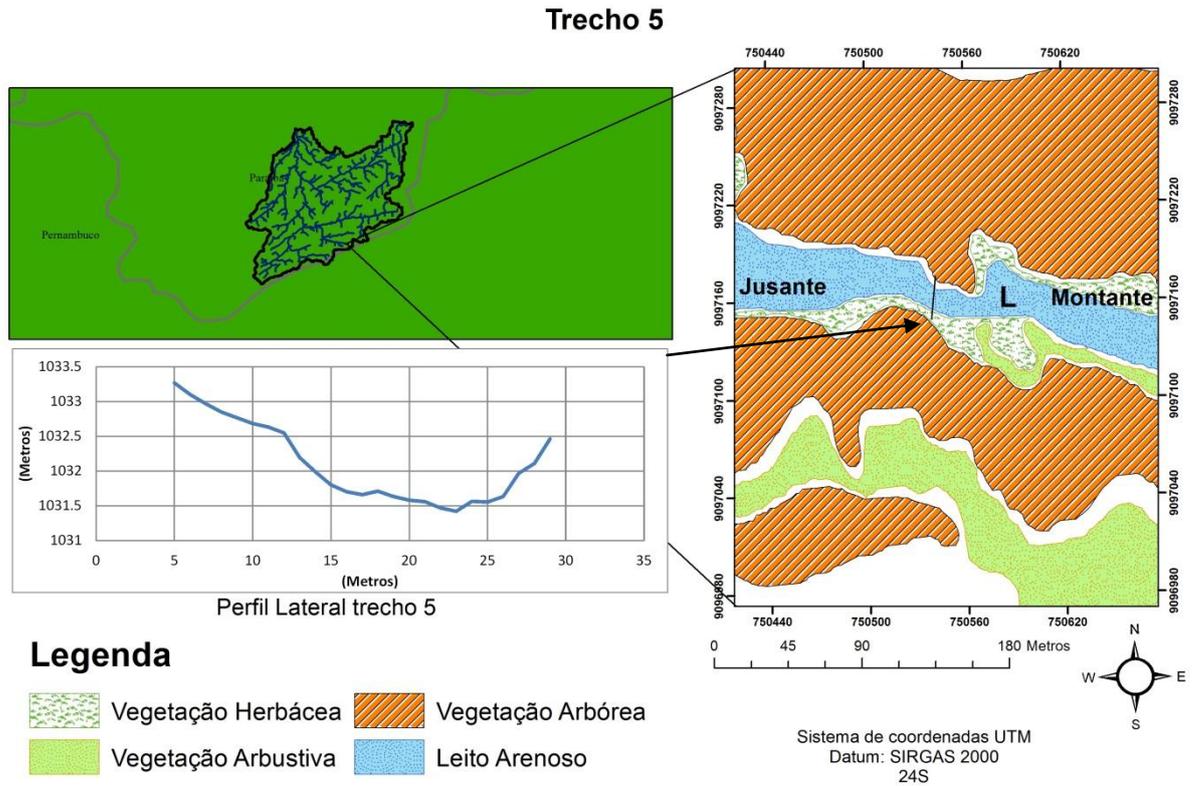
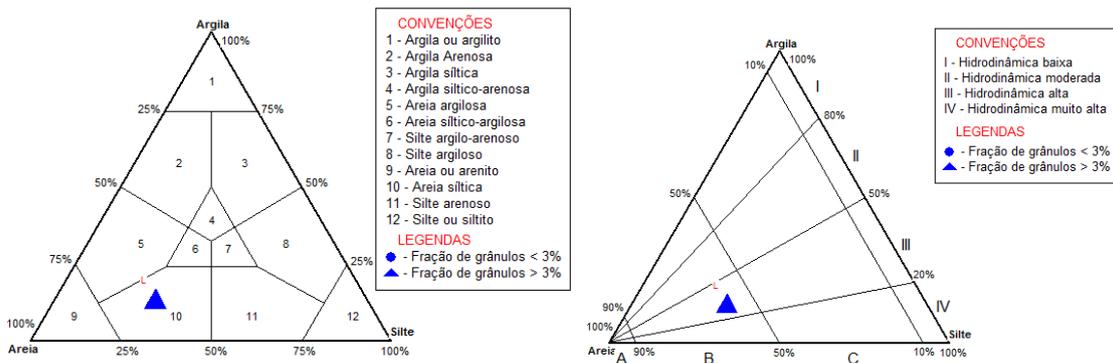


Figura 31. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra L.



De acordo com o diagrama de Shepard, o material da amostra L é classificado como areia siltica; a hidrodinâmica é alta conforme o diagrama de Pejrup, revelando a influência da turbulência do fluxo na dinâmica processual da sedimentação (figura 31). O grau de seleção se mostrou muito pobremente selecionado, apresentando variações equilibradas, prevalecendo areia muito fina referente à classificação dos sedimentos (tabela 8). As porcentagens das frações granulométricas apontam as frações de areia como majoritárias, chegando perto dos

60%, o restante das frações apresenta porcentagem mais equilibradas, sendo a de silte com um pouco mais de 20% e as de argila e cascalho abaixo dos 20% (figura 32). O resultado de valores altos para sedimentos finos é mais um indicador de que o fluxo da área não tem tanta energia.

Os dados morfoscópicos apresentaram arredondamento angular, esfericidade sub discoidal e brilho opaco, indicando baixa dinâmica referente ao retrabalhamento do material transportado pelo fluxo (tabela 9).

Figura 32. Porcentagem de frações granulométricas da amostra do trecho 5.

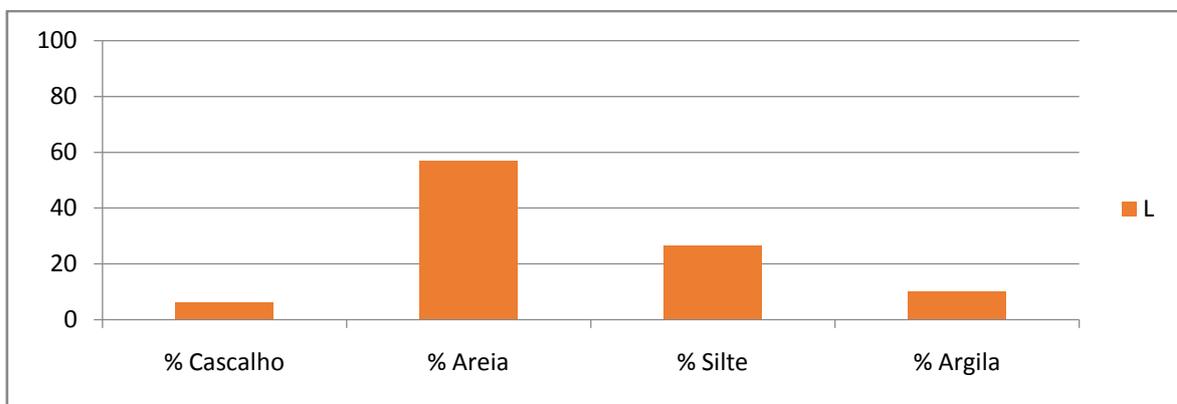


Tabela 8. Classificação dos sedimentos e graus de seleção para a amostra do trecho 5.

Amostra	Classificação dos sedimentos	Grau de Seleção
L	Areia muito fina	Muito pobremente selecionado

Tabela 9. Dados de morfoscopia para a amostra do trecho 5.

Amostra	Arredondamento	Esfericidade	Brilho
L	Angular	Sub Discoidal	Opaco

O trecho 6 corresponde a um canal rochoso, com presença de vários blocos e lâminas de areia (figura 34), havendo um poço há alguns metros à jusante. Os inúmeros blocos causam influência na energia do fluxo, sendo possível observar algumas escavações naturais nas porções de areia à jusante dos blocos maiores. A localização da área fica dentro de uma propriedade privada e o trecho do canal situado no riacho Santa Maria. A encosta direita é rochosa e bastante íngreme, enquanto a encosta esquerda é mais plana, onde na lateral do

canal há 22 metros de distância encontra-se uma área de aproximadamente 33 m² destinada à agricultura, além de algumas casas e mais adiante a estrada.

Figura 33. Mapa do uso/ocupação do solo e localização das amostras – trecho 6.

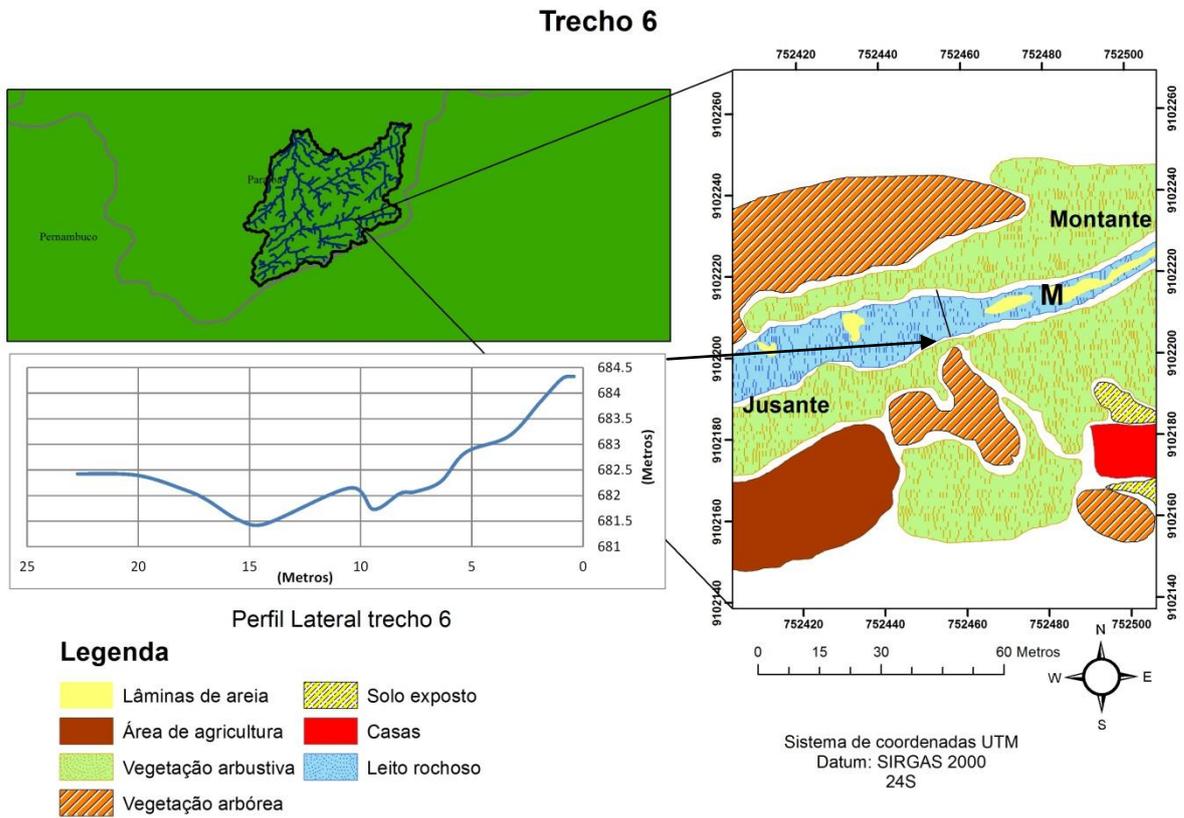


Figura 34. Leito rochoso com presença de laminas de areia e blocos rochosos (fluxo à jusante).



Conforme dito anteriormente, o leito possui grandes blocos com porções de areia, não havendo cobertura vegetal alguma. Nas encostas a vegetação predominante é a arbustiva, com presença de espécies arbóreas; a cobertura vegetal em volta do canal é densa de forma geral (figura 33), apresentando alta estabilidade aos processos de degradantes.

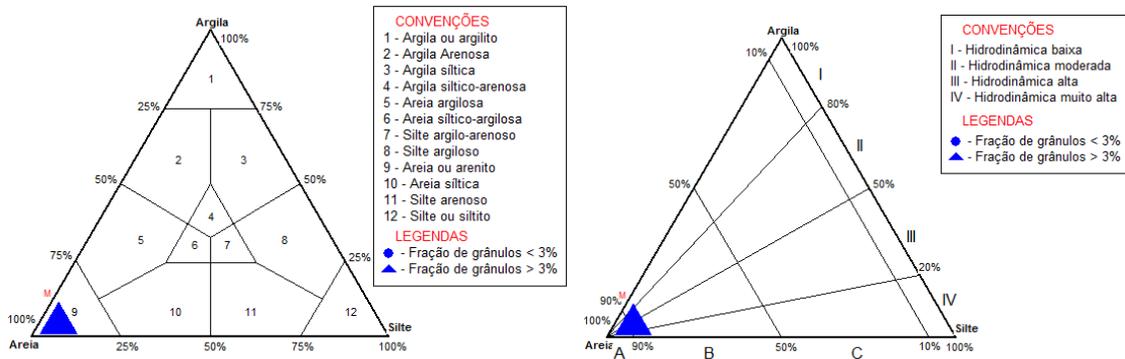
A largura do vale é de 10,3m e o gradiente do canal apresentou o valor de 30m/km, indicando que a energia do fluxo é muito alta nesse trecho de canal. A área de captação hídrica abrange 36,1 km², demonstrando ser bem maior em relação ao trecho 5.

Assim como no trecho 5, foi coletada apenas uma amostra da porção de sedimentos situada no leito do canal (figura 33), não havendo necessidade de coleta de outras amostras devido às características físicas do trecho. Dessa forma a amostra foi denominada como M.

Conforme os dados granulométricos, a amostra desse trecho apresentou classificação de areia grossa e grau de seleção pobremente selecionado, revelando a variedade de seleção de grãos (tabela 10). A porcentagem das frações dos grânulos mostrou que há mais de 80% de fração de areia; as frações de cascalho e silte ficaram abaixo dos 20%; praticamente não há frações de argila (figura 36). O diagrama de Shepard classificou como areia o material da amostra M. A hidrodinâmica é muito alta – conforme o diagrama de Pejrup – demonstrando características de um fluxo turbulento agindo nos processos de deposição (figura 35). De

forma geral os resultados indicam a alta energia para a área, estando em consonância com os valores de gradiente.

Figura 35. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra M.



As análises morfoscópicas apresentaram arredondamento angular, esfericidade esférica e brilho opaco, diferenciando do trecho 5 apenas quanto ao grau de esfericidade, dessa forma os grãos não passaram por processos intensos de transporte (tabela 11).

Figura 36. Porcentagem de frações granulométricas da amostra do trecho 6.

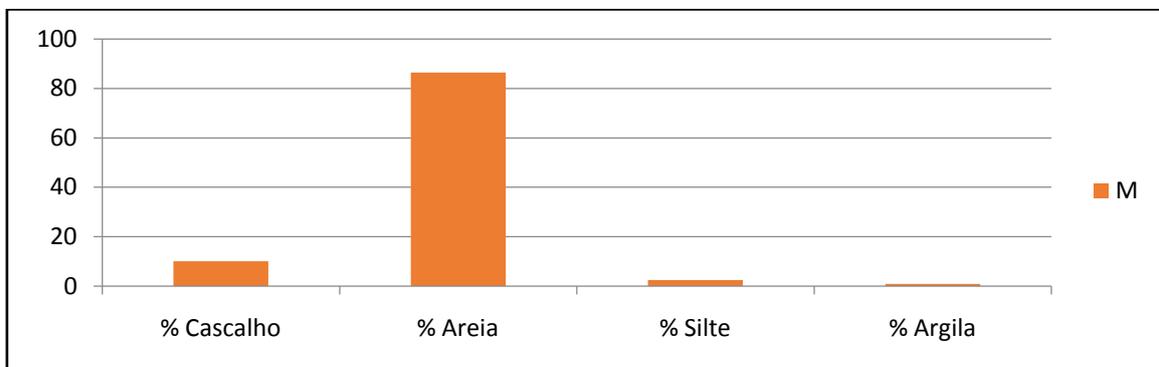


Tabela 10. Classificação dos sedimentos e graus de seleção para a amostra do trecho 6.

Amostra	Classificação dos sedimentos	Grau de Seleção
M	Areia grossa	Pobremente selecionado

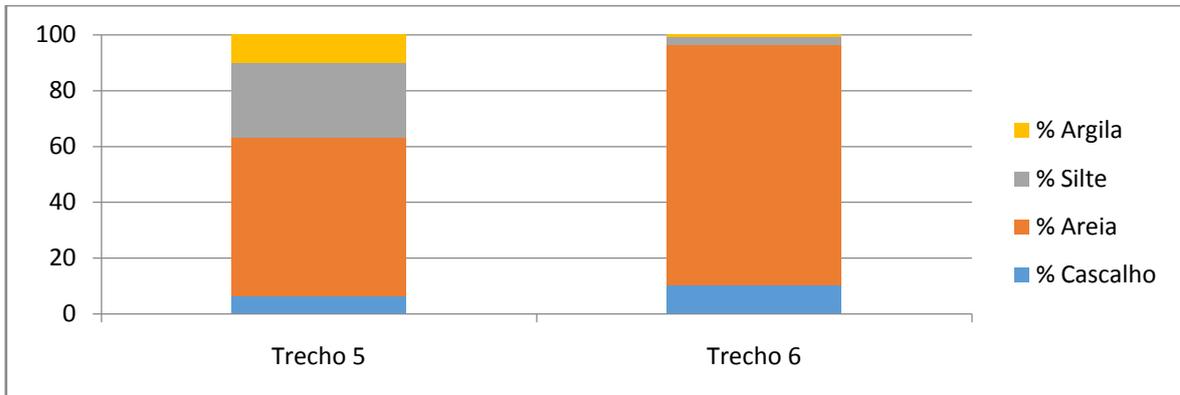
Tabela 11. Dados de morfoscopia para a amostra do trecho 6.

Amostra	Arredondamento	Esfericidade	Brilho
M	Angular	Esférico	Opaco

De maneira geral, os depósitos aluviais dos dois trechos analisados no riacho Santa Maria apresentaram características distintas. Os depósitos aluviais do trecho 5 apresenta grau de seleção mais pobre que o trecho 6, além de conter maiores proporções de argila e silte, totalizando 36% para os sedimentos finos, enquanto que a soma das porcentagens de cascalho e areia resultam em 64%, com predominância das frações de areia. A porcentagem das frações granulométricas no trecho 6 resultam em 96% para os sedimentos grosseiros, com predominância das frações de areia em 86% e 10% de cascalhos, dessa forma nesse trecho também há uma proporção maior de cascalho em relação ao trecho 5. Sendo assim, restaram 4% de sedimentos finos, sendo que desses 4% apenas 1% corresponde às frações de argila e os outros 3% para as frações de silte (Figura 37).

Essas diferenças se dão pelas características físicas de cada trecho, na qual influência nos processos de deposição; o trecho 5 é uma área arenosa de vale preenchido, sem uma incisão bem definida do canal, com baixa declividade e com pequena área de captação, dessa forma a energia do fluxo é baixa, permitindo apenas o transporte dos sedimentos mais finos como silte e argila; já no trecho 6 a declividade é bastante alta, o canal é rochoso, estreito, com presença de lâminas de areia, logo a energia do fluxo é bastante alta, além disso a presença dos blocos rochosos aumentam a turbulência do fluxo, sendo capaz de transportar sedimentos mais grosseiros, enquanto que os sedimentos finos são transportados com extrema facilidade, fazendo com que quase não haja frações de silte e argila. De maneira geral o trecho 5 representa os vales/canais presente nos topos planos; o trecho representa os canais encaixados em falhas.

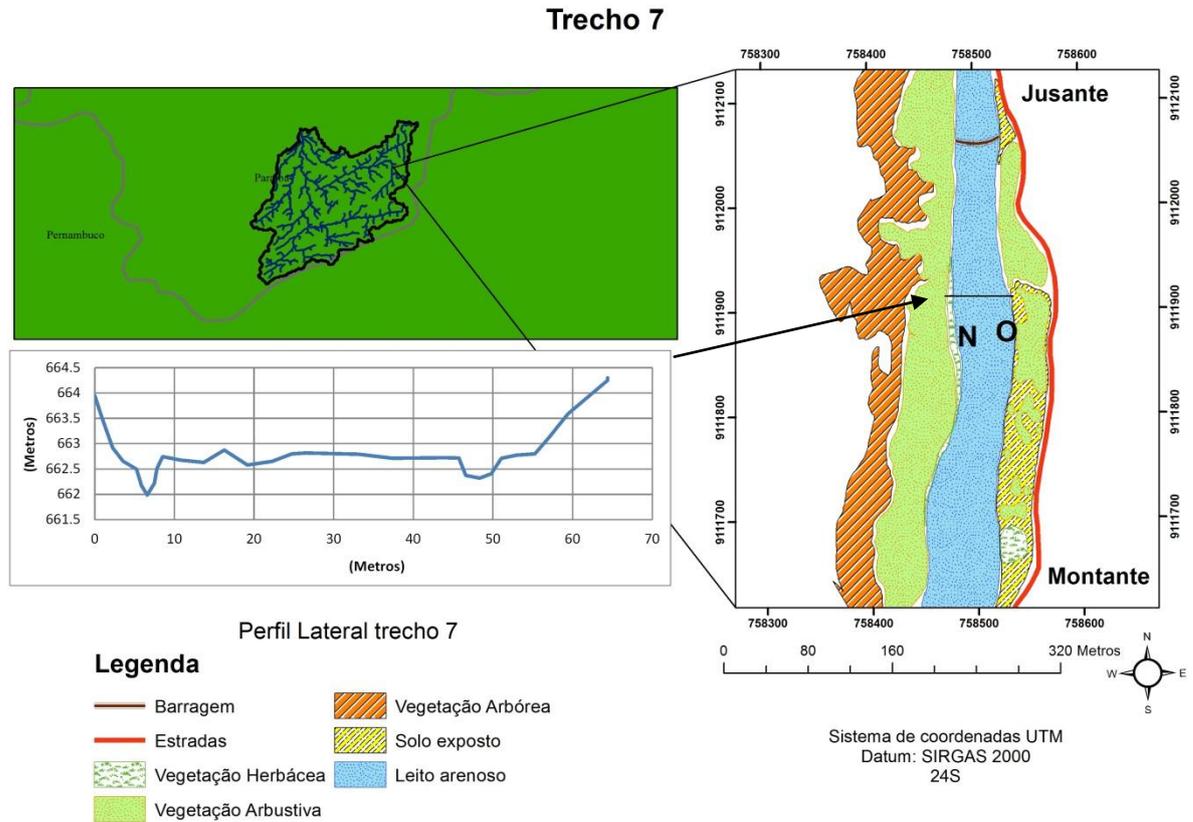
Figura 37. Porcentagem das frações granulométricas dos depósitos aluviais do riacho do Santa Maria.



O trecho 7 representa uma área arenosa de vale preenchido, localizado em um dos afluentes da drenagem do rio Cacimbinha, contudo nesse caso há influência direta na presença de um barramento a jusante do trecho, representando assim um depósito sedimentar com gênese/potencialização na intervenção antrópica. O vale não apresenta uma incisão de canal definida, contendo algumas incisões onde a textura é mais fina; a encosta esquerda é íngreme e contém alguns blocos rochosos e matacões; na encosta direita a inclinação é mais suave, apresentando ao seu lado uma estrada (figuras 38 e 39). Há aproximadamente 200 metros à montante há presença de algumas cercas cortando o canal, sendo a área utilizada para pastagem animal.

A área em si é sofre influência das intervenções antrópicas, havendo uma barragem de aproximadamente 8 metros de altura, tendo sido construída há dez anos, e pelo registro dos moradores antes da barragem o leito era predominantemente rochoso. Após a construção da barragem o leito passou a ser totalmente arenoso no trecho a montante da barragem; à jusante, a pouca distância após a barragem o leito ainda é arenoso, mas apresenta alguns blocos rochosos.

Figura 38. Mapa do uso/ocupação do solo e localização das amostras – trecho 7.



A cobertura vegetal na encosta esquerda é densa, composta de vegetação arbórea e vegetação arbustiva; no leito há presença de vegetação herbácea com cobertura vegetal intermediária; na encosta direita prevalece a vegetação arbustiva com cobertura espaçada, além da presença de solo exposto já em contato com a estrada (figuras 33 e 34).

Figura 39. Leito arenoso à montante da barragem – trecho 7.



O gradiente da área é de 7m/km e a largura do vale apresentou medida de 62,5m, demonstrando ser um canal que recebe um fluxo com energia média, contudo a presença do barramento impede a remoção dos sedimentos, elevando artificialmente o nível de base local, o que também pode ser notada pela ausência de uma incisão bem definida do canal, típico de área de vale preenchido. A área de captação hídrica abrange 25,9 km², já que o trecho está localizado numa área próxima de cabeceira.

Para este trecho foram coletadas duas amostras do leito do canal (figura 38). A amostra N corresponde ao seguimento plano do canal em uma incisão muito pequena. A amostra O foi coletada de uma incisão mais rebaixada do canal, próximo à margem direita e aparentemente de textura mais fina.

Os dados de granulometria confirmam que as amostras apresentam características distintas uma da outra. A amostra N foi classificada como areia e a amostra O como areia siltica de acordo com o diagrama de Shepard. O diagrama de Pejrup classificou a hidrodinâmica como alta nas duas amostras (figuras 40 e 41). Na amostra N a classificação dos sedimentos apresentou resultado de areia grossa e grau de seleção moderadamente selecionado, enquanto que na amostra. O resultou em classificação de silte grosso com grau

de seleção muito pobremente selecionado (tabela 12). A porcentagem das frações granulométricas é de 95% de areia na amostra N, predominando em quase toda a amostra; na amostra O a proporção dos sedimentos é mais equilibrada quanto à amostra N, com 42% de silte, 39% de areia, 14% de areia e 5% de cascalho (figura 42). De maneira geral a amostra N apresentou resultados que indica mais facilidade no transporte de sedimentos finos, ao contrário da amostra O, podendo ser atribuído ao maior rebaixamento propiciando o alagamento ou poças quando o fluxo se torna estático.

Figura 40. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra N.

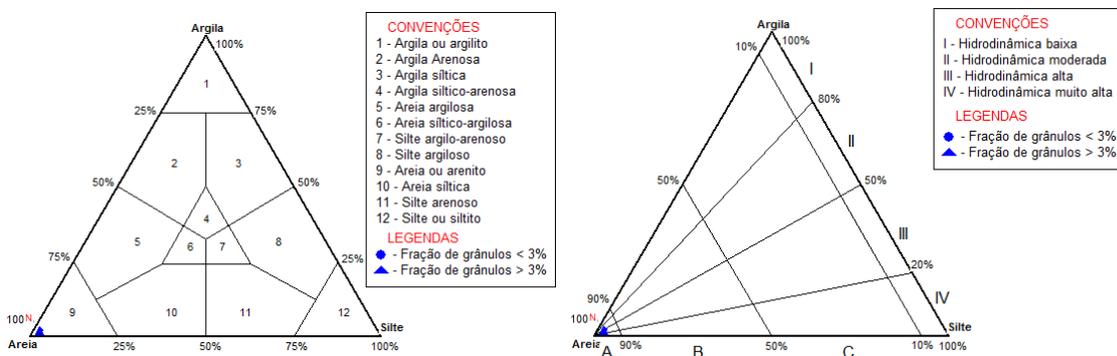
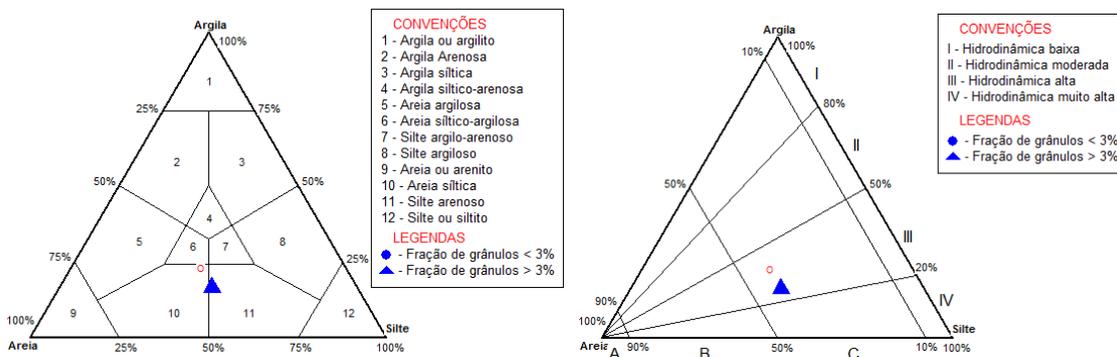


Figura 41. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra O.



Os dados de morfoscopia apresentaram resultados semelhantes, a única diferença foi no grau de esfericidade, na qual a amostra N apresentou esfericidade sub discoidal enquanto a amostra O apresentou resultado em esférico. Por sua vez, as duas amostras apresentaram arredondamento sub angular e brilho opaco (tabela 13).

Figura 42. Porcentagem de frações granulométricas das amostras do trecho 7.

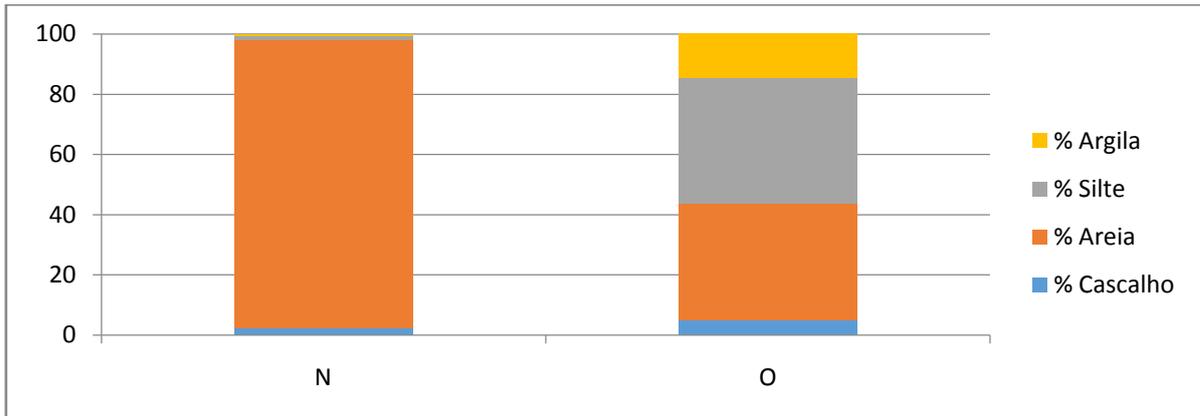


Tabela 12. Classificação dos sedimentos e graus de seleção para a amostra do trecho 7.

Amostra	Classificação dos sedimentos	Grau de Seleção
N	Areia grossa	Moderadamente selecionado
O	Silte grosso	Muito pobremente selecionado

Tabela 13. Dados de morfoscopia para as amostra do trecho 7.

Amostra	Arredondamento	Esfericidade	Brilho
N	Sub Angular	Sub Discoidal	Opaco
O	Sub Angular	Esférico	Opaco

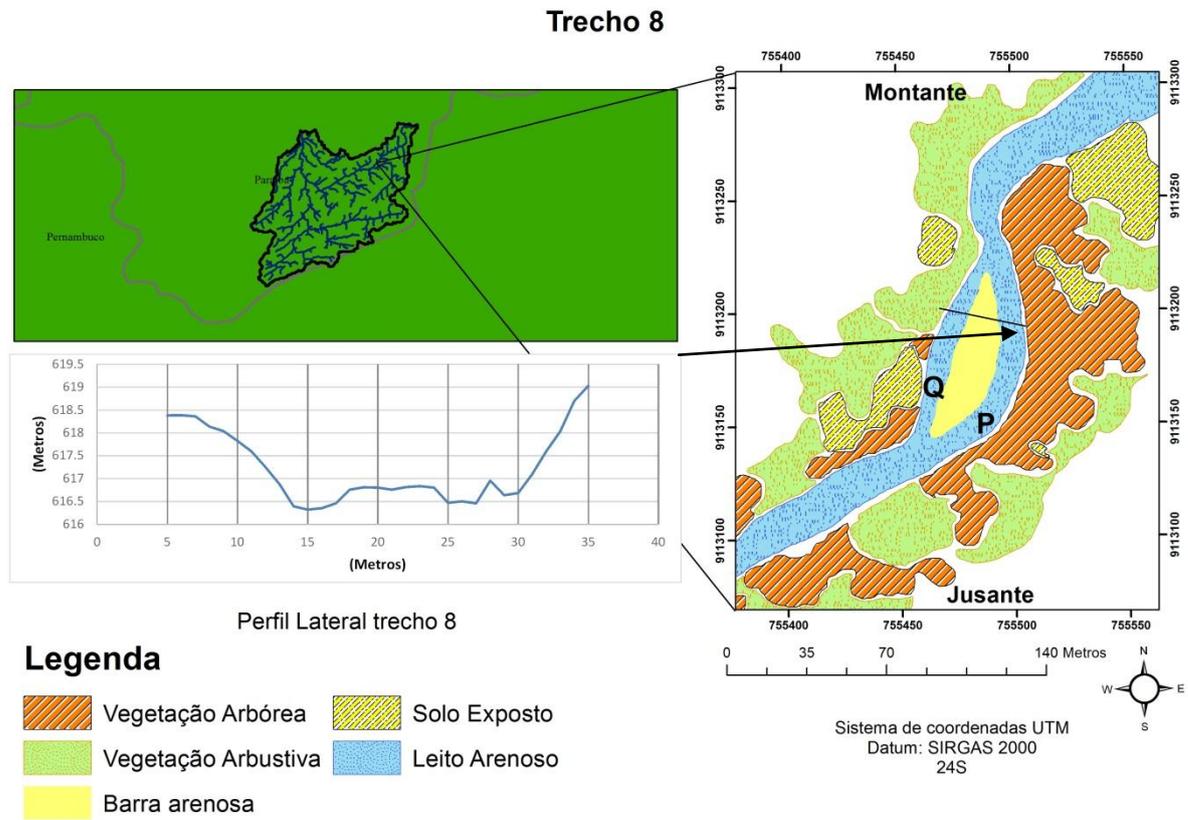
O trecho 8 está localizado no riacho cacimbinha, posicionado entre o trecho superior e o médio dos canais. O leito é arenoso, além disso, há uma barra arenosa que divide o fluxo, apresentando afloramentos rochosos a 35 metros à montante e a 135 metros à jusante da barra. Nas encostas também há afloramentos rochosos, com maior volume em comparação ao leito (figura 38). A encosta esquerda da frente da barra arenosa apresenta degradação na medida em que o riacho faz a curva. De forma geral a área apresenta pouca intervenção antrópica. A estrada encontra-se a 95 metros do canal.

Figura 43. Barra arenosa com cobertura vegetal.



A cobertura vegetal da área é densa de modo geral. Na encosta esquerda predomina vegetação arbórea, incluindo também a presença de vegetação arbustiva. Na encosta direita há poucas arbóreas e predominância de vegetação arbustiva. Na barra pode-se perceber vegetação arbustiva (figuras 43 e 44). A cobertura vegetal fortalece a estabilidade das margens, que já apresenta degradação por apresentar texturas arenosas.

Figura 44. Mapa do uso/ocupação do solo e localização das amostras – trecho 8.



A largura do vale é de 18,2m e o cálculo do gradiente apresentou valor de 7,3m/km, dessa forma a energia do fluxo é maior em relação ao trecho 7. A área de captação também é maior em relação ao trecho 7, abrangendo 38,5 km², recebendo uma quantidade maior de volume de fluxo. Os afloramentos rochosos e as soleiras rochosas geram quebra de patamares dentro do canal, fazendo com o que o gradiente aumente.

Foram coletadas duas amostras para o trecho 8, sendo as duas do leito, visto que há uma divisão de fluxo provocada pela presença da barra arenosa. A amostra P corresponde à incisão próxima à margem esquerda, enquanto a amostra Q é correspondente à incisão da margem direita (figura 44).

Os dados das análises granulométricas mostram as amostras desse trecho são bem semelhantes. As amostras P e Q foram classificadas como areia e de acordo como o diagrama de Shepard. A hidrodinâmica varia entre alta e muito alta para as duas amostras, conforme os resultados gerados pelo diagrama de Pejrup (figuras 45 e 46). A classificação dos sedimentos na amostra P apresentou areia muito grossa e grau de seleção moderadamente selecionado; na amostra Q os sedimentos foram classificados como areia grossa e o grau de seleção é pobremente selecionado (tabela 14). As porcentagens das frações granulométricas

apresentaram valores altos para os sedimentos grosseiros como cascalho e areia nas duas amostras, totalizando a soma de 97% com sobra de 3% de sedimentos finos na amostra P. Na amostra Q a porcentagem dos sedimentos grosseiros como cascalho e areia somados totalizam 90%, restando 10% de silte e areia (figura 47). Apesar do fluxo se dividir em dois canais ele não apresenta variações visíveis para o comportamento do fluxo, conforme as análises sedimentológicas.

Figura 45. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra P.

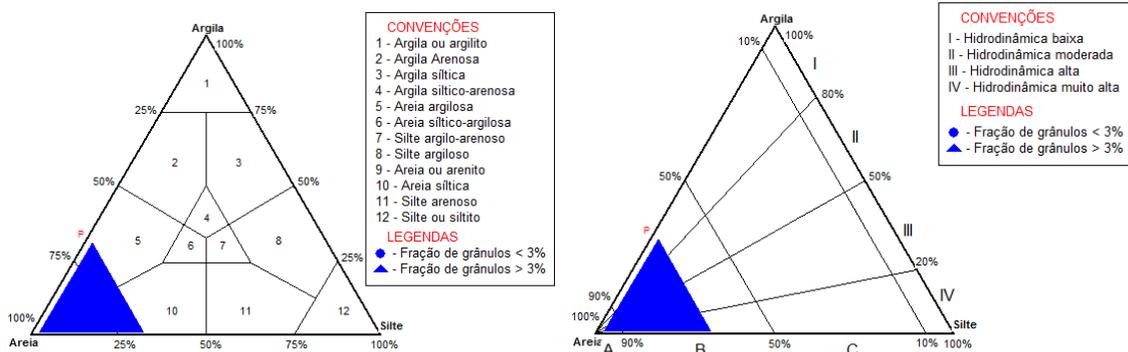
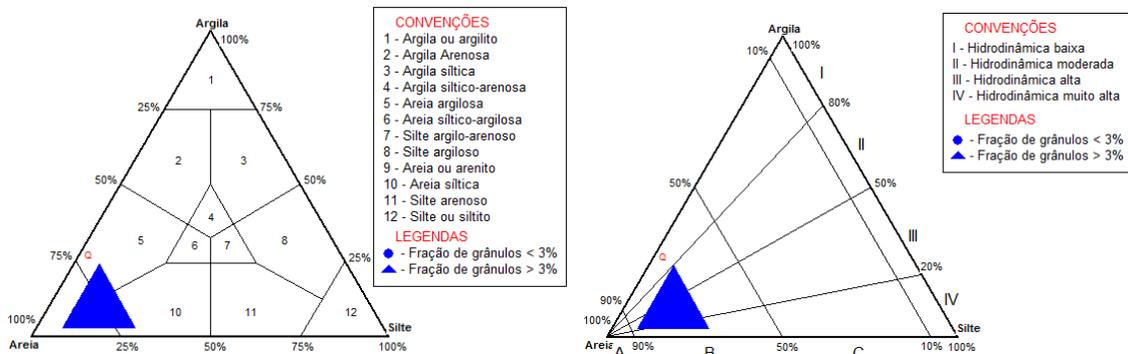


Figura 46. Diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988). Amostra Q.



Os resultados das análises de morfoscopia apresentaram resultados idênticos para as duas amostras. O arredondamento é muito angular, o grau de esfericidade resultou em esférico e o brilho é opaco (tabela 15).

Figura 47. Porcentagem de frações granulométricas das amostras do trecho 8.

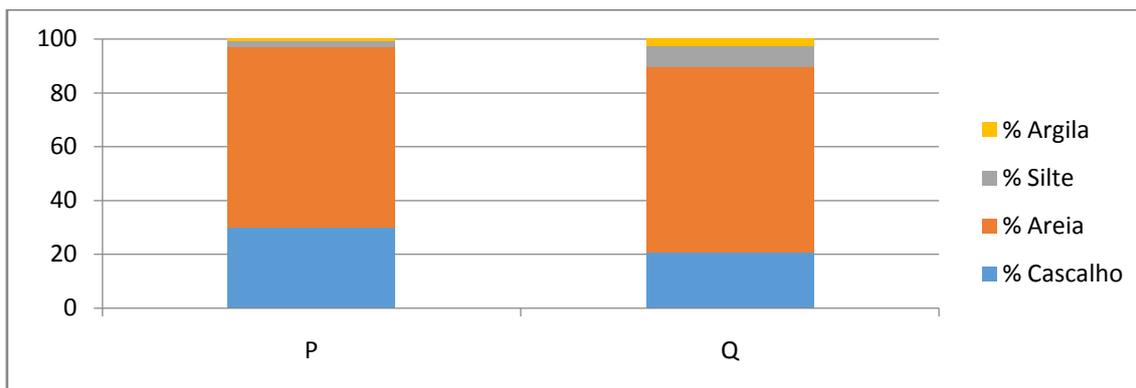


Tabela 14. Classificação dos sedimentos e graus de seleção para a amostra do trecho 8.

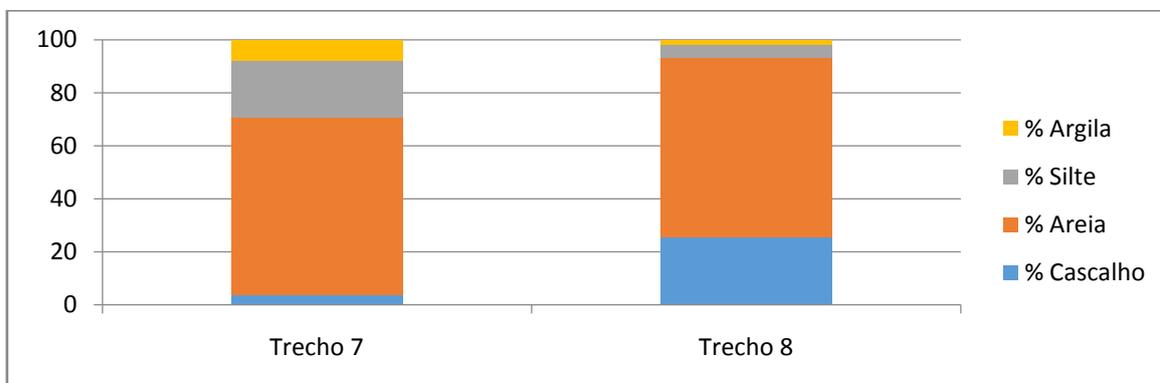
Amostra	Classificação dos sedimentos	Grau de Seleção
P	Areia muito grossa	Moderadamente selecionado
Q	Areia grossa	Pobremente selecionado

Tabela 15. Dados de morfoscopia para as amostra do trecho 8.

Amostra	Arredondamento	Esfericidade	Brilho
P	Muito Angular	Esférico	Opaco
Q	Muito Angular	Esférico	Opaco

Observando de forma geral os depósitos aluviais trabalhados no riacho cacimbinha, as frações de areia predominam nos trechos 7 e 8, contendo quase o mesmo valor de porcentagem, sendo 67% para o trecho 7 e 68% para o trecho 8. No entanto a proporção de cascalho é consideravelmente maior no trecho 8, ultrapassando os 20%, enquanto que no trecho 7 é de 3,7 %. Desse modo, a proporção de sedimentos finos como argila e silte são maiores no trecho 7, chegando perto dos 30%; no trecho 8 a proporção da soma de argila e silte totalizam quase 7% (Figura 48). Como a energia do fluxo do trecho 8 é bem maior em relação ao trecho 7, os sedimentos mais finos são transportados com mais facilidade, restando um volume menor dos mesmos. Os depósitos aluviais dos trechos 7 sofreram influência de um gradiente mais baixo, além de ser uma área de vale preenchido, fazendo com que o fluxo apresente uma baixa energia, sendo incapaz de transportar sedimentos mais grosseiros, depositando proporções maiores das fração de silte e argila.

Figura 48. Porcentagem da média das frações granulométricas dos depósitos aluviais do riacho Cacimbinha.



De forma geral, todos os trechos apresentaram hidrodinâmica alta ou muito alta, característica comum de ambientes fluviais semiáridos. Os dados de morfoscopia revelam que os grãos são mais arredondados e esféricos na medida em que o seguimento do rio se aproxima à jusante. Com base nos trechos analisados, a área de captação demonstrou ser maior à jusante, propiciando maiores recargas nos aquíferos aluviais situados próximo à foz. O processo inverso ocorre referente à energia do fluxo, apresentando potencial maior à montante, na medida em que o seguimento do rio se aproxima das áreas de cabeceira. Em todos os trechos foram encontradas evidências de influência das atividades humanas nos ambientes fluviais, ocorrendo nos trechos do riacho do tigre com mais intensidade e no trecho 8 com intensidade menor, incluindo o trecho 7 no qual a interferência antrópica, barramento do canal, controla diretamente o processo de sedimentação.

Na tentativa de uma melhor interpretação das informações obtidas para cada área, os trechos foram agrupados de acordo suas características comuns. Os trechos 1 e 2 foram inseridos na classe dos depósitos sedimentares com maiores proporções de sedimentos finos, além do baixo gradiente; os trechos 5 e 7 se inserem na classe dos depósitos aluviais de vale preenchido, contento também proporções mais altas de argila e silte. Os trechos 3, 4, 6 e 8 foram agrupados na classe dos depósitos aluviais com alta proporção de sedimentos grosseiros como cascalho e areia, onde apresentam porcentagens de mais de 90% da proporção dos sedimentos depositados. Os possíveis mecanismos de deposição dos sedimentos possivelmente estão relacionados ao baixo gradiente, contração do vale, depressões isoladas no leito, barramentos etc.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando a bacia de forma geral, os sítios de deposição estão concentrados nos ambientes de baixo gradiente, na qual foram submetidos ao transporte fluvial de segmentos com altitude mais elevadas, na perspectiva da posição do canal no perfil longitudinal. As características geológicas, biogeográficas, topográficas, climáticas e as intervenções antrópicas têm controlado a diversidade fluvial na bacia riacho do Tigre, gerando influência no processo de deposição dos trechos analisados.

O fluxo dos rios semiáridos apresenta comportamento de vazão diferente dos ambientes fluviais úmidos, aumentando e diminuindo a vazão de maneira extremamente rápida, sendo caracterizado por uma hidrodinâmica alta, gerando assim uma grande variação nos depósitos aluviais, controlando o baixo grau de seleção dos mesmos. A variação dos depósitos aluviais propicia a formação de aquíferos aluviais com características diversas, podendo causar influência nos processos de infiltração, permeabilidade e recarga dos aquíferos aluviais. A caracterização sedimentológica pode auxiliar na compreensão e gestão dos aquíferos aluviais, gerando informações sobre a coesão e capacidade erosiva dos depósitos aluviais, além da capacidade do volume de água e permeabilidade dos aquíferos aluviais.

De forma geral, apesar da predominância de areia em todos os trechos analisados, as análises sedimentológicas apresentaram maiores proporções de sedimentos finos (silte e argila) nos ambientes de baixo gradiente em comparação aos demais trechos, devido localização próxima à foz da bacia. Os sedimentos grosseiros como cascalho e areia apresentaram maiores proporções nas áreas com gradiente mais elevado – com estimativa de mais de 90% – em localizações próximas às áreas de cabeceira.

A partir dos resultados gerados é possível afirmar que os procedimentos metodológicos utilizados à proposta da pesquisa obtiveram êxito, pois foi possível observar que a metodologia adotada se apresentou adequada para atingir os objetivos propostos.

8. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C.; MONTENEGRO, S.; MONTENEGRO, A.; JÚNIOR, R.. Recarga de aquífero aluvial sob uso agrícola. **Águas Subterrâneas**. V. 29, N.1, p. 60-71, 2015.

BARROS, Ana Clara Magalhães de. **Avaliação da desconexão encosta-canal da bacia do riacho grande/PB**. Recife, 2014. 138 p. Dissertação (mestrado). Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco.

BIGARELLA, J. J.; SUGUIO, K.; BECKER, R. D. **Ambiente Fluvial**: Ambientes de Sedimentação, sua interpretação e importância. 1º. Ed. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná. Associação de Defesa e Educação Ambiental, 1979.

BRIERLEY et al. Application of the river styles framework as a basic for river management in new south wales, Australia. **Applied Geography**. N. 22, p. 91-122, 2002

CARVALHO, N.; GUILHON, L.; TRINDADE, P. O assoreamento de um pequeno reservatório – Itiquira, um estudo de caso. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. V.5, N.1, p. 69 – 79, 2000.

CAVALCANTE, A. A.; CUNHA, S. B. Morfodinâmica Fluvial em Áreas Semiáridas: Discutindo o Vale do Rio Jaguaribe – CE – Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 13, n 1, p. 39 – 49, 2012.

CPRM. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Diagnóstico do município de São João do Tigre, Estdo da Paraíba. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

CORRÊA, A; TAVARES, B; MONTEIRO, K; CAVALCANTI, L; LIRA, D. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**. V. 31, n. ½, p. 35-52, 2010.

FERRAZ DOS SANTOS, A.; FERREIRA FERNANDES, N.; GODOY, J.; BHERING, S. Mensuração da erosão dos solos com 210pb em áreas degradadas no noroeste fluminense. **Simpósio Nacional de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: 2012.

FERREIRA, I.; SOUZA, L.; RODRIGUES, S. Estudos geomorfológicos em áreas amostrais da bacia do rio Araguari – MG: Destaque para a importância da cartografia geomorfológica. **Espaço & Geografia**. V. 10, n. 1, p. 143-171, 2007.

FERREIRA, P.; CARDOSO-SILVA, S.; POMPÊO, M.; FIQUEIRA, R. Geocronologia e datação por radionuclídeos, em um estudo de caso: Represa Paiva castro (Sistema Cantareira – Mairiporã – São Paulo). In: POMPÊO ET AL. **Ecologia de reservatórios e interfaces**. São Paulo: Instituto de biociências da universidade de São Paulo, 2015.

FOLK, R. L. & WARD, W. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Research**, v. 27, p.3-26, 1957.

FONTES JÚNIOR, R.; MONTENEGRO, A.; MONTENEGRO, S.; SANTOS, T. Estabilidade temporal da potenciometria e da salinidade em vale aluvial no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V.16, n.11, p. 1188-1197, 2012.

GABER, A.; KOCH, M.; EL-BAZ, F. Textural and Compositional Characterization of WadiFeiran Deposits, Sinai Peninsula, Egypt, Using Radarsat-1, PALSAR, SRTM and ETM+ Data. **Remote Sensing**. V. 2, p. 52-75, 2010.

GALE, S. J. & HOARE, P. G. **Quaternary sediments: petrographic methods for the study of ulithified rocks**. Londres: Bethaven Press, 1991.

GALVÍNCIO, J.; SÁ, I.; MOURA, M.; RIBEIRO, J. Determinação das características físicas, climáticas e das paisagem da bacia hidrográfica do rio Brígida com o auxílio de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. **Revista de Geografia**. V. 24, n. 2, p. 83-96, 2007.

GRAF et al. Sedimentation and sustainability of western American reservoirs. **Water Resources research**. V. 46. w12345, pag. 1 – 13, 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades / Paraíba**. Disponível em :<<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=251410&search=||infoгр%E1fic os:-informa%E7%F5es-completas>>. Acesso em: 28 mar. 2016

LEITE, M. R.; BRITO, J. L. S. Mapeamento morfoestrutural e morfoescultural na região de cerrado no norte de Minas Gerais. **Sociedade & Natureza**. V. 24, n. 1, p. 115-126, 2012.

LEOPOLD et al. **Fluvial processes in geomorphology**. San Francisco, W. H. Freeman, 1964.

LOPES et al. Mapeamento de áreas aluvionares no semiárido brasileiro por meio de dados colaterais e imagens orbitais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V. 17, n. 7, p. 763-769, 2013.

LOVE et al. A water balance modeling approach to optimising the use of water resources in ephemeral sand rivers. **River Research and applications**. V. 27, p. 908-925, 2011.

MARQUES NETO, R.; PEREZ FILHO, A. Datação absoluta por luminescência opticamente estimulada (LOE) de depósitos fluviais da planície aluvial do rio verde, sul de Minas Gerais: discussão preliminar. **Simpósio Nacional de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: 2012.

MARQUES, A.; GALO, M. Escala Geográfica e Escala Cartográfica: Distinção Necessária. **Boletim de Geografia**. V. 26/27, N. 1, p. 47-55, 2008.

MEDEIROS, V.; MOREIRA, L.; RIGHETTO, A. Análise do efeito da variabilidade espacial da precipitação na modelagem do escoamento numa bacia experimental no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de recursos hídricos**. V.12, N.3, p. 129-139, 2007.

MERINO; E. R.; ASSINE, M. L.; PUPIM, F. N. Estilos Fluviais e Evidências de Mudanças Ambientais na Planície do Rio Miranda, Pantanal. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. V. 14, N. 2, p. 127-134, 2013.

MONTEIRO et al. Modelagem de fluxo e análise potencial hídrico de aquífero aluvial no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. V. 19, N.3, P. 151-163, 2014.

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.

PINTO et al. Tratamento dos dados da missão *shuttle radar topography mission* e comparação com o modelo digital de terreno gerado por interpolação de cartas topográficas. **Espaço & Geografia**. V. 7, N. 1, p. 77-97, 2004.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; DEL PRETTE, M. E. A utilização do conceito de Bacia Hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: Editus, 2008. p. 17-35.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de Bacias Hidrográficas. **Estudos Avançados**. V. 22, N. 62, p. 43-60, 2008.

REHBEIN, M.; FUJIMOTO, N. Mapeamento Geomorfológico: Análises Morfogenéticas e Morfodinâmicas em Estudo de Caso do Urbano. **Geosul**. V. 21, n. 42, p. 163-183, 2006.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia**: ambiente e planejamento. São Paulo: Contexto, 1990.

SÁ, J. U.; DINIZ, J. A. O. Aproveitamento das aluviões do semiárido do nordeste. *In: XVII Congresso Brasileiro de águas subterrâneas e XVII Encontro Nacional de perfuradores de poços*. Bonito: 2012.

SAGANFREDO, M.; SOARES, I.; KLEIN, C. **Qualidade da água de rios numa região de pecuária intensiva de SC**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003. 4p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 341).

SALES, V. C. Geografia, Sistemas e Análise Ambiental: Abordagem Crítica. **GEOUSP – Espaço e Tempo**, São Paulo, N° 16, P. 125 – 141, 2004.

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.

SANTOS, R. A.; CRUZ, M. J. M.; NASCIMENTO, S. A. M. Avaliação da vulnerabilidade natural de aquíferos cársticos: subsídios para uma gestão dos recursos hídricos subterrâneos. **Caderno de Geociências**. N. 7, p. 54-62, 2010.

SILVA et al. Exploração agrícola em barragem subterrânea. **Pesquisa Agropecuária**. V. 33m n.6, p. 975-980, 1998.

SCHUSTER et al. Uma investigação dos efeitos hidráulicos de barragens subterrâneas em um aquífero aluvial na região semiárida da Paraíba. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. V. 9, N. 3, p. 55-69, 2004.

SHEPARD, F. P. Nomenclaturebasedonsand-silt-clayratios. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 24, p. 151-158, 1954.

SILVA, K.; OLIVEIRA, D. Mapeamento de Anomalias de Drenagem: indícios de controles litológico e estrutural na bacia hidrográfica do Cotia, em Cotia – SP, Brasil. **Quaternary and Environmental Geosciences**. V. 1, n.2, p. 76-83, 2009.

SILVA, L. C. Manejo de rios degradados: uma revisão conceitual. **Revista Brasileira de Geografia Física**. V. 3, p. 23-32, 2010.

SOUZA, J. O. P. Dos Sistemas Ambientais ao Sistema Fluvial – Uma Revisão de Conceitos. **Revista Caminhos da Geografia**. V. 14. n. 46. p. 224-233, 2013.

SOUZA, J. O. P.; ALMEIDA, J. D.M. Processos Fluviais em Terras Secas: uma revisão. **Revista OKARA: Geografia em debate**. V.9, N1, p. 108-122, 2015.

SOUZA, J. P. O.; CORRÊA. A. B. C. Conectividade e area de captação efetiva de um sistema fluvial semiárido: Bacia do riacho Mulungu, Belém de São Francisco-PE. **Sociedade & Natureza**. V. 24, n. 2, p. 319-332. 2012.

SOUZA, J.O.P.; CORRÊA, A.C.B. Sistema Fluvial e Planejamento Local no Semiárido. **Mercator**. V. 11, n. 24, p. 148-168, 2012.

STEVAUX, J. C. A paleoidrologia como ferramenta no gerenciamento fluvial. **Boletim de Geografia**. V.21, n.1, p. 111-114, 2003.

TAVARES, Bruno de Azevedo Cavalcanti. **A participação da morfoestrutura na gênese da compartimentação geomorfológica do gráben do Cariatá, Paraíba**. Recife, 2010. 137 p. Dissertação (mestrado). Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco.

TRENTIN, R; SANTOS, L; ROBAINA, L. Compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Itu – Oeste do Rio Grande do Sul – Brasil. **Sociedade & Natureza**. V.24, n.1, p. 127-142, 2012.

TROPPEMAIR, H. ; GALINA, M. Geossistemas. **Mercator – Revista de Geografia UFC**. V. 5, N. 10, p. 79-89, 2006.

TUCCI, C.; CLARKE, R. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. V.2, N.1, p. 135-152, 1997.

TUCKER, M. **Techniques in Sedimentology**. London: Blackwell, 1995.

VICENTE, L. E. ; PEREZ FILHO, A. Abordagem Sistêmica e Geografia. **Revista Geografia – Rio Claro**. v. 28, n. 3, p. 323 – 344, 2003.

VIEIRA, Vicente. Desafios da Gestão integrada dos recursos hídricos no semiárido. **Revista brasileira de recursos hídricos**. V.8, N.2, p. 7-17, 2003.

XAVIER et al. Análise da susceptibilidade à erosão laminar na bacia do rio Manso, Chapada dos Guimarães, MT, Utilizando sistemas de informações geográficas. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. V. 11, N. 2, p. 51-60, 2010.