



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS**



TELMA LUCIA BEZERRA ALVES

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E SOCIOAMBIENTAL DA MICROBACIA
HIDROGRÁFICA DO RIACHO NAMORADO NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DO
CARIRI-PB**

CAMPINA GRANDE – PB

2012

TELMA LUCIA BEZERRA ALVES

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E SOCIOAMBIENTAL DA MICROBACIA
HIDROGRÁFICA DO RIACHO NAMORADO NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DO
CARIRI-PB**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, da Universidade Federal de Campina Grande-PB, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Sociedade e Recursos Naturais

LINHA DE PESQUISA: Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas

ORIENTADOR: Prof. Dr. Pedro Vieira de Azevedo

CAMPINA GRANDE

2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- A474c Alves, Telma Lucia Bezerra.
Caracterização física e socioambiental da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado no município de São João do Cariri- PB / Telma Lucia Bezerra Alves. — Campina Grande, 2012.
107 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.
Referências.
Orientador: Prof. Dr. Pedro Vieira de Azevedo.
1. Recursos Naturais - Bacias Hidrográficas. 2. Caracterização Climática. 3. Erosividade. 4. Semiárido. I. Título.
- CDU 502.1:556.51(043)

TELMA LÚCIA BEZERRA ALVES

CARATERIZAÇÃO FÍSICA E SOCIOAMBIENTAL DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA
DO RIACHO NAMORADO NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DO CARIRI-PB

APROVADA EM: 29/02/2012

BANCA EXAMINADORA

Pedro Vieira de Azevedo

Dr. PEDRO VIEIRA DE AZEVEDO

Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

José Dantas Neto

Dr. JOSÉ DANTAS NETO

Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Hermes Alves de Almeida

Dr. HERMÉS ALVES DE ALMEIDA

Universidade Estadual da Paraíba – UEPB

Aos meus pais,
Maria Lúcia Alves Bezerra e João Nazário Bezerra,
dedico.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos vão para todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para que eu vencesse mais essa etapa em minha vida:

A DEUS, pelo Dom da vida, pela presença constante em minhas realizações e iluminação do meu caminho;

Aos meus pais, Maria Lúcia Alves Bezerra e João Nazário Bezerra, e irmão, Tomaz Arquino Alves Bezerra, pelo amor, incentivo, motivação, atenção e carinho dedicados a mim desde sempre, por compreenderem a saída da minha terra natal (Caraúbas-PB) e, principalmente, pelos ensinamentos substanciais para minha formação enquanto ser humano;

As minhas tias/primas de Campina Grande que contribuíram e me apoiaram em todos os momentos, partilhando alegrias e tristezas em uma convivência diária;

A Capes pela concessão de bolsa e financiamento dos meus estudos;

Ao Departamento de Ciências Atmosféricas (DCA) e ao Laboratório de Hidráulica II, da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, pela disponibilização dos dados meteorológicos;

Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais-UFCG, nas pessoas do Coordenador José Dantas Neto e da secretária Cleide Santos, pelas oportunidades concedidas e esclarecimentos prestados;

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, pelas aulas ministradas e conhecimentos transmitidos;

Aos amigos Madson Tavares Silva e Fernanda Estevam Marinho pela contribuição valiosa na confecção e elaboração dos mapas;

Aos Agentes Comunitários de Saúde de São João do Cariri, Maria Josilda de Queiroz e Rivaldo Gomes de Oliveira, que me acompanharam nos trabalhos de campo e colaboraram na aplicação dos questionários;

Aos colegas de curso, que partilharam comigo as descobertas e crescimentos científicos, especialmente aqueles cuja amizade conquistei;

Aos professores da banca examinadora, pelas observações e orientações relativas a versão final desta Dissertação;

E de maneira especial ao Professor Dr. Pedro Vieira de Azevedo, pela colaboração e sugestões para o trabalho final; pela amizade construída ao longo desses dois anos e pela continuação da parceria em trabalhos futuros. Muito Obrigada!

Dos breves apontamentos indicados,
Resulta que os caracteres geológicos e topográficos, a par
dos demais agentes físicos, mutuam naqueles lugares (os
Sertões) as influências características de modo a não se
poder afirmar qual o preponderante...

... Nenhum pioneiro da Ciência
suportou ainda as agruras daquele rincão sertanejo
em prazo suficiente para o definir...

Euclides da Cunha – Os Sertões

RESUMO

O presente estudo objetivou a caracterização física e socioambiental da Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado, localizada no município de São João do Cariri-PB, através da análise morfométrica, confecção de mapas temáticos, estimativa do índice de erosividade, diagnóstico socioambiental da população, identificação dos usos da água e aptidão climática de culturas para a região. Os parâmetros morfométricos e confecção dos mapas temáticos foram obtidos com o *Software ArcGIS 9.3*, em ambiente SIG. A estimativa do índice de erosividade da chuva teve como suporte a equação universal de perda de solos e o diagnóstico socioambiental a metodologia de Rocha (1997). Foram obtidos através de visitas técnicas e registros fotográficos informações que permitiram a identificação da utilização dos recursos hídricos na microbacia hidrográfica. Com base nos dados do balanço hídrico climático (BHC) e no evapopluviograma da região de estudo obteve-se a classificação das aptidões climáticas de culturas pré-estabelecidas e caracterizadas. Os resultados evidenciaram que a microbacia é pequena (13,85 km²) e pouco extensa (5,6 km do curso principal), com baixa densidade de drenagem (aproximadamente 1,66 km/km²) e hidrográfica (0,722 canais/km²). A hierarquia fluvial é de 2º ordem com baixa amplitude hipsométrica (130m) e relevo predominantemente plano e suave ondulado. A erosividade é maior nos meses de fevereiro, março e abril, que coincidem com os mais elevados valores da precipitação mensal. O diagnóstico socioambiental evidenciou que a população apresenta um baixo nível de escolaridade e de renda, são proprietários das terras e residentes a mais de dez anos na região. As famílias utilizam lenha como fonte energética, associada ao gás GLP. As fontes principais de água são cisternas e açudes e os resíduos sólidos são queimados ou eliminados livremente no ambiente. A agricultura e a pecuária são as principais atividades econômicas das propriedades, com a produção usada basicamente para subsistência das famílias. Os usos múltiplos das águas dos reservatórios da microbacia são: irrigação, agricultura de vazante e abastecimento humano. O zoneamento agroclimático apresentou aptidão plena apenas para a cultura do sorgo; aptidão restrita para o feijão, algodão herbáceo e mandioca; inaptidão para os cultivos de: abacaxi, banana, caju, cana-de-açúcar, mamona, milho, sisal; e nenhuma aptidão moderada para qualquer tipo de cultivo.

Palavras-chave: Caracterização climática, erosividade, semiárido, zoneamento agroclimático.

ABSTRACT

This study aimed to characterize the physical and socio-environmental of the Namorado Watershed, located in the municipality of São João do Cariri-PB by morphometric analysis, preparation of thematic maps, estimating the erosivity index, socio-environmental diagnosis of the population, identification of water use and climate suitability of crops for the region. The morphometric parameters and production of thematic maps were obtained with the ArcGIS 9.3 Software in a GIS environment. The estimation of rainfall erosivity index was to support the universal equation of loss and socio-environmental diagnosis the methodology of Rocha (1997). Were obtained through technical visits and photographic record information that identified the use of water resources in the catchment. Based on the climatic water balance (BHC) and evapotranspiration of the study region, the classification of the climatic skills of crops preestablished and characterized was obtained. The results showed that the watershed is small (13.85 km²) and less extensive (5.6 km from the main course) with low drainage density (about 1.66 km/km²) and hydrographic (0.722 channels/km²). The river hierarchy is of 2^o order with low hypsometric 1 amplitude (130m) and relief mostly flat and smooth rolling. The erosivity is higher in the months of February, March and April, coinciding with the highest monthly precipitation data. The socio-environmental diagnosis showed that the population has low levels of education and income, are land owners and residents for over ten years in the region. Families use firewood as an energy source, associated with GLP. The main sources of water are tanks and ponds and the solid waste is burned or disposed freely in the environment. Agriculture and livestock are the main economic activities of the properties, with the production used primarily for family subsistence. The multiple uses of water in the reservoirs of the watershed are: irrigation, agriculture and low water supply for humans. The agroclimatic zoning showed only full fitness for the cultivation of sorghum, limited ability for beans, cassava and upland cotton; unsuitable for pineapple, banana, cashews, sugar cane, castor bean, maize, sisal; and no ability to moderate for any kind of cultivation.

Keywords: Climatic characterization, erosivity, semiarid, agroclimatic zoning.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- ANA – Agência Nacional de Águas
- AESA – Agência Executiva de Gestão das águas do Estado da Paraíba
- CAD - Capacidade de Armazenamento do solo
- CMMAD - Conferência Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
- CNPQ - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
- CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
- DNOCS – Departamento Nacional de Obras contra a Seca
- EMATER- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
- ETp – Evapotranspiração potencial
- EUPS – Equação Universal de Perda de Solo
- FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
- GRID – Grade computacional
- GPS - Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
- IVDN – Índice de Vegetação da Diferença Normalizada
- MMA – Ministério do Meio Ambiente
- MDE – Modelo Digital de Elevação
- NASA - Administração Nacional da Aeronáutica e do Espaço
- ONU – Organização das Nações Unidas
- ORSTOM - Instituto Francês de Pesquisa Científica para o Desenvolvimento da Cooperação
- PNMH – Política Nacional de Microbacia Hidrográfica
- PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
- PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos
- SUDENE – Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba
- SRTM - Shuttle Radar Topography Mission
- SIG – Sistema de Informação Geográfica
- TIFF - Tagged Image File Format (Formato de arquivo raster)
- WGS - World Geodetic System
- UNEP – Programa Ambiental das Nações Unidas

LISTA DE TABELAS/QUADROS

Tabela 4.1 - Classificação dos valores de densidade de drenagem (D_d)	31
Tabela 4.2 - Classes de declividade	32
Tabela 4.3 - Classes de interpretação para índices de erosividade hídrica	35
Tabela 4.4 - Identificação, localização e extensão das propriedades visitadas	36
Tabela 5.1 - Parâmetros morfométricos da Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado, São João do Cariri-PB	43
Tabela 5.2 – Número de questionários aplicados nas propriedades rurais	52
Tabela 5.3 - Caracterização da participação da população nas organizações sociais Microbacia Hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB	62
Tabela 5.4 - Quantidade dos produtos agrícolas. Microbacia Hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB	62
Tabela 5.5 - Quantidade de animais por propriedade rural da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB	63
Tabela 5.6 - Composição e origem da renda familiar na Microbacia Hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB	68
Tabela 5.7 - Recebimento de assistência técnica na Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado e circunvizinhança, São João do Cariri – PB.	69
Tabela 5.8 - Aspectos tecnológicos da Microbacia Hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB	71
Tabela 5.9 - Balanço Hídrico Climático para a Microbacia do Riacho Namorado, São João do Cariri-PB	76
Quadro 4.1 - Interpretação dos setores de evapopluviograma	40
Quadro 4.2 - Interpretação das faixas térmicas do evapopluviograma.	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Variação do volume do Açude Namorado nos últimos anos	4
Figura 3.1 - Diagrama da proposta do método geossistêmico, destacando a influência da ação antrópica na sua inter-relação com os outros elementos da paisagem	8
Figura 3.2 - Esquema do relacionamento dos parâmetros do desenvolvimento sustentável	10
Figura 3.3 – Distribuição das bacias hidrográfica do estado da Paraíba	15
Figura 3.4 - Delimitação atual do semiárido brasileiro. Fonte: Brasil (2005)	19
Figura 4.1 - Localização geográfica do município de São João do Cariri, PB e da microbacia do Riacho Namorado	29
Figura 4.2 - Localização das propriedades rurais (onde foram aplicados os formulários) em relação a delimitação da área da microbacia do Riacho Namorado	37
Figura 4.3 – Setores Hídricos e faixas térmicas do evapluviograma	39
Figura 5.1 - Representação da Hierarquia Fluvial da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado (Cursos de 1º e 2º ordem). São João do Cariri – PB	45
Figura 5.2 - Modelo Digital de Elevação (hipsométrico) da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado. São João do Cariri – PB	46
Figura 5.3 - Mapa de declividade da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado. São João do Cariri – PB	47
Figura 5.4 - Valores mensais do Coeficiente de precipitação pluvial e do índice de erosividade para o ano de 2008. Microbacia do Riacho Namorado, São João do Cariri, PB	48
Figura 5.5 - Regressão entre os valores do índice de erosão e o coeficiente de chuva na microbacia do Riacho Namorado, São João do Cariri - PB	49
Figura 5.6 - Médias mensais do índice de erosão da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado, São João do Cariri, PB. Média do período de 1911 a 2010	50
Figura 5.7 - Erosões (ravinas) marcantes na microbacia do Riacho Namorado. São João do Cariri - PB. Trabalho de campo realizado em: 01/09/2011	51
Figura 5.8 - Erosões tipo sulcos e conseqüente perda de sedimentos na microbacia do Riacho Namorado. São João do Cariri - PB. Trabalho de campo realizado em: 01/09/2011	51
Figura 5.9 - Faixa etária da população entrevistada na microbacia hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB	53
Figura 5.10 - Grau de escolaridade da população entrevistada na microbacia hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB	54
Figura 5.11 : Estimativa do tempo de residência na região da microbacia hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB	54
Figura 5.12 - Relação de posse da Terra na microbacia hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB	55
Figura 5.13 - Tamanho das propriedades na microbacia hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB	56
Figura 5.14 - Tipo de fogão e utilização energética nas residências da microbacia hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB	57
Figura 5.15 - Lenha retirada para o consumo doméstico na área da microbacia do Riacho Namorado, São João do Cariri – PB	57
Figura 5.16 - Tipos de fonte de água utilizadas nas propriedades rurais da microbacia hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB	58
Figura 5.17 A - Poço artesiano. Figura B : Cisterna residência. Microbacia hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB	58

Figura 5.18 - Destino dos dejetos (esgoto) na microbacia hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB	59
Figura 5.19 - Eliminação dos resíduos sólidos na microbacia hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB	60
Figura 5.20 - Eliminação de embalagens de agrotóxicos na Microbacia Hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB	61
Figura 5.21.A - Plantação de sorgo na microbacia. Figura B: Plantação de palma	63
Figura 5.22 - Uso econômico da vegetação na microbacia hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB	65
Figura 5.23 - Cerca de faxina típica das propriedades rurais da microbacia hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB	66
Figura 5.24 - Principal atividade das propriedades na Microbacia Hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB	67
Figura 5.25 - Demonstração da Renda familiar na Microbacia Hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB	67
Figura 5.26 - Venda da produção agropecuária na Microbacia Hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB	68
Figura 5.27 - Fonte disponível de crédito na Microbacia Hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB	69
Figura 5.28 - Uso de pesticidas e agrotóxicos na Microbacia Hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB	70
Figura 5.29 - Uso de Irrigação na Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri-PB	71
Figura 5.30 - Irrigação por aspersão realizada na Fazenda Contendas, com água de pequeno açude localizado na mesma. Microbacia do Riacho Namorado	72
Figura 5.31 - Dessedentação animal e pastoreio praticado nas proximidades do Açude Público Namorado. Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado. São João do Cariri – PB	73
Figura 5.32 - Representação dos totais médios mensais de precipitação e evapotranspiração potencial do período: 1911-2010. Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado, São João do Cariri-PB	75
Figura 5.33 - Médias mensais da média, mediana e desvio padrão da precipitação pluvial. Microbacia do Riacho Namorado, São João do Cariri-PB. Período: 1911-2010	75
Figura 5.34 - Precipitação pluvial anual do período: 1911-2010. Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado, São João do Cariri, PB	77
Figura 5.35 - Distribuição mensal da chuva no ano mais chuvoso e no mais seco, comparada com a média. Microbacia do Riacho Namorado-PB. Período 1911-2010	78
Figura 5.36 – Evapopluviograma para o município de São João do Cariri – PB	79

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO	3
2.1. A Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado	3
2.2. O Açude Namorado	3
2.3. Aspectos geoambientais	4
2.4. Aspectos demográficos e econômicos	6
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
3.1. Geografia e Meio Ambiente	7
3.2. Desenvolvimento, Sustentabilidade e Recursos Naturais	9
3.3. Bacia Hidrográfica: uma revisão de conceitos	12
3.3.1. Aspectos morfométricos das bacias hidrográficas	17
3.4. O Semiárido brasileiro	18
3.5. Processos Erosivos e Degradação no Ambiente Semiárido.....	20
3.6. O uso das geotecnologias na análise ambiental	23
3.7. Diagnóstico socioambiental e os usos múltiplos da água	25
3.8. Precipitação pluvial, balanço hídrico e aptidão climática de culturas	26
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
4.1. Localização da área em estudo	29
4.2. Material utilizado.....	29
4.3. Procedimentos metodológicos	30
4.3.1. Análise Morfométrica (linear, areal e hipsométrica)	30
4.3.2. Mapas Temáticos e aspectos morfométricos.....	32
4.3.3. Índice de Erosividade.....	33
4.3.4. Diagnóstico socioambiental	35
4.3.5. Usos múltiplos da água na Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado	37
4.3.6. Balanço Hídrico, índices climáticos e aptidão de culturas	38
4.3.7. Análises Estatísticas	42
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5.1. Parâmetros físicos da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado	43
5.2. Índice de erosividade	48
5.3. Diagnóstico Socioambiental da microbacia do Riacho Namorado e circunvizinhança	52
5.3.1. Aspectos Sociais	52
5.3.2 Aspectos Econômicos	52
5.3.3. Aspectos Tecnológicos	69
5.4. Identificação dos usos múltiplos da água	71
5.5. Caracterização climática da Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado	74
6. CONCLUSÕES	81
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

1. INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais e as modificações das paisagens naturais têm sido nos últimos anos, motivo de investigação científica, com a perspectiva de se encontrarem maneiras que minimizem os mais variados desequilíbrios ocorrentes nos ecossistemas, visando à sustentabilidade dos mesmos.

Nos estudos relacionados ao meio ambiente urbano e rural, constata-se continuamente, que as degradações física, socioeconômica e ambiental são uma realidade nas bacias hidrográficas brasileiras. Os impactos ambientais nessas áreas “refletem” nos rios e nos açudes e, portanto, eles informam o que acontece nesses ecossistemas.

A retirada da pouca cobertura do solo (vegetação), por exemplo, gera um processo de degradação ambiental considerável. Estas ações podem variar em grau de intensidade conforme a função que um determinado ambiente assume, priorizando-se, via de regra, o fator socioeconômico em detrimento do ambiental, transformando-o em um espaço que demanda a sua exploração econômica, estabelecendo uma nova dinâmica na relação homem/natureza, gerando consequências ao meio natural.

Os estudos da degradação ambiental têm se tornado mais expressivos no cenário acadêmico nacional, principalmente utilizando-se as bacias hidrográficas como unidades ideais para estudos que viabilizem um desenvolvimento sustentado, implicando no aproveitamento racional dos recursos, com o mínimo de danosidade ao ambiente, equacionando necessidades crescentes com recursos limitados.

Nesse contexto, registra-se que o semiárido paraibano apresenta ainda uma carência de investigações mais detalhadas sobre as condições atuais dos seus recursos naturais. Destacam-se, entretanto, as importantes contribuições de Baracuhy (2003) na microbacia de Paus Brancos, Campina Grande-PB e Melo (2010) na microbacia Riacho do Tronco, Boa Vista-PB, fazendo-se necessária a realização de mais pesquisas nessa região do país.

De acordo com Rocha (1997) a determinação das características físicas, baseadas em parâmetros que se relacionam com a degradação ambiental, deve ser sempre o primeiro passo para se monitorar nas bacias hidrográficas, bem como a investigação dos processos erosivos, visando o conhecimento das características que possibilitam um planejamento e manejo adequado dessas unidades.

O apontamento dessas premissas é fundamental para integrar uma unidade de pesquisa, planejamento e gestão que contribua para um desenvolvimento mais equilibrado, vislumbrando sempre a utilização sustentável e participativa dos recursos naturais, possibilitando a atuação de forma mais racional no espaço.

Ressalta-se então, a importância de se conhecer as principais características físico-hídricas associadas às condições socioambientais da Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado, São João do Cariri-PB. Estudos desenvolvidos por Chaves *et al.* (2002) para a microbacia evidenciaram a distribuição dos solos na área. Paes-Silva *et al.* (2003) e Teles (2005) observaram a devastação da vegetação nativa no município e na referida microbacia e Rosa (2005) investigou o assoreamento, ao qual o reservatório “Açude Namorado”, localizado na microbacia, está submetido, devido sobretudo ao deslocamento de material das encostas, causando assim a diminuição do estoque hídrico.

Logo, a caracterização desta microbacia hidrográfica, através de diagnósticos e variáveis que indiquem as condições ecogeofisiográficas, sociais, econômicas e culturais, contribui para uma visão sistêmica e holística do meio, permitindo a análise das ações antrópicas, consistindo na adição de informações científicas sobre a região. Ressalta-se ainda a importância que este reservatório tem para a cidade de São João do Cariri (abastecimento urbano) ofertando segurança hídrica para população, justificando-se assim tal investigação.

Este estudo se consolida pela ótica interdisciplinar, empenhando-se em responder o seguinte questionamento: De que forma o estudo de microbacias hidrográficas (Riacho Namorado), pode contribuir para o conhecimento e utilização planejada dos recursos naturais e para as melhorias socioambientais, sobretudo em comunidades rurais? Face ao exposto, o presente estudo foi desenvolvido visando alcançar os seguintes objetivos:

Geral: Determinação das características físicas e socioambientais da Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado, município de São João do Cariri-PB.

Específicos:

- 1) Determinar os parâmetros morfométricos: área, perímetro, amplitude altimétrica, índice de forma, dentre outros;
- 2) Confeccionar mapas temáticos (delimitação da área, rede de drenagem, modelo digital de elevação e declividade) da microbacia hidrográfica;
- 3) Estimar o índice de erosividade da chuva (R) e classificar os valores obtidos para a área da microbacia hidrográfica;
- 4) Efetuar o Diagnóstico socioambiental da população residente na área da microbacia e na circunvizinhança;
- 5) Identificar e classificar os usos atuais da água dos açudes existentes na Microbacia do Riacho Namorado, e propor aproveitamentos sustentáveis;
- 6) Estabelecer a caracterização climática da microbacia e a aptidão agroclimática de culturas para a região.

2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

2.1. A Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado

A Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado está localizada no município de São João do Cariri-PB (latitude: 7°20'12" S, longitude: 35°28'35" W). No interior da referida microbacia encontram-se as estações meteorológicas: convencional e automática, pertencentes às Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). A microbacia hidrográfica drena suas águas para o Açude Público Namorado e é conhecida como Bacia Escola, por abrigar vários projetos de pesquisa e possibilitar experimentações práticas.

2.2. O Açude Namorado

O Açude Namorado foi construído em 1932, pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), próximo a cidade de São João do Cariri, com a finalidade de abastecer a população, sendo o principal açude do município. Teve uma importante função social local, pois abasteceu a população com água potável durante décadas.

Atualmente o reservatório abastece a cidade em situações emergenciais, normalmente quando o Sistema adutor do Congo, responsável pelo abastecimento, apresenta problemas técnicos. O açude tem capacidade máxima de 2.118.980 m³ (AESAs, 2011), tem aproximadamente oitenta anos de existência e teve a sua parede rompida no ano de 2008 por conta de formigueiros e falta de reparos e manutenção associada a uma elevada lâmina de sangria. As obras de reconstrução foram concluídas no ano de 2010.

Rosa (2005) detectou o assoreamento do Açude Namorado, através de ferramentas geomáticas, o que contribuiu para uma diminuição do seu estoque hídrico. A Figura 2.1 apresenta a variação do volume de água armazenado nos últimos 10 anos, observado-se que no ano de 2011, após o rompimento e reconstrução de sua parede, o reservatório obteve sua capacidade máxima atingida.



Figura 2.1: Variação do volume do Açude Namorado nos últimos anos. Fonte: AESA, 2011.

A construção de açudes se constituiu durante muitas décadas como o principal meio de luta contra a irregularidade das precipitações, ocasionando uma densidade bastante elevada em vários estados do Nordeste. É o aproveitamento hidráulico mais difundido, tendo sido dimensionado e construído, muitas vezes, de maneira empírica. Alguns destes reservatórios tiveram seu potencial mal utilizado, sendo até os dias atuais uma das principais finalidades práticas dos estudos hidrológicos, o fornecimento de dados de base para manejo desses reservatórios (CADIÉ, 1994).

2.3. Aspectos geoambientais

Em São João do Cariri há ocorrência de serras que fazem parte do conjunto das que compõem os divisores de águas de duas importantes redes hidrográficas da Paraíba, a bacia do Rio Paraíba e a sub-bacia do Rio Taperoá. A drenagem do rio Paraíba passa na parte sul, próximo ao limite territorial do município e, o rio Taperoá adentra o território na parte noroeste e se estende por aproximadamente metade da área do município, exercendo grande influência na forma de ocupação e utilização das terras em algumas áreas (TELES, 2005, p. 17). A área territorial de São João do Cariri está inserida na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 e 1000 metros. O relevo é ondulado com vales profundos e estreitos dissecados, apresentando solos rasos e pedregosos, e de fertilidade bastante variada, com certa predominância de média para alta (CPRM, 2005).

Pires (2009) diz que os principais elementos da geologia e estrutura da província Borborema, na qual o município de São João do Cariri está inserido, correspondem ao complexo granito – gnáissico – migmatítico de Pernambuco-Alagoas, dentre outras localidades. Vários fragmentos de rochas arqueanas têm sido detectados nesta província, sendo característicos os de Limoeiro, dentro do Maciço Pernambuco-Alagoas. Esse embasamento é cristalino de idade Pré-Cambriana, cujos terrenos destas áreas apresentam características de impermeabilidade que facilitam o escoamento superficial.

Com relação à geomorfologia, o relevo do município apresenta-se predominantemente plano a levemente ondulado, tratando-se de área inserida numa superfície do território paraibano, intensamente rebaixada pelos ciclos de erosão iniciados no final do Terciário, que dissecaram perifericamente o núcleo nordestino do escudo brasileiro (Silva & Andrade - Lima, 1982 citadas por TELES, 2005, p. 17).

Nessas superfícies suaves onduladas a onduladas do município, ocorrem os Planossolos, caracterizados por uma drenagem deficiente, possuindo horizonte Bt, argiloso, de densidade aparente elevada e semipermeável, medianamente profundos, ácidos a moderadamente ácidos, fertilidade natural média. Observam-se, ainda os Podzólicos, que apresentam certa suscetibilidade aos processos erosivos, que serão tão mais intensos quanto maiores forem às discontinuidades texturais e estruturais ao longo do perfil. Nas elevações ocorrem os solos litólicos, rasos, textura argilosa, e fertilidade natural média a alta. Nos Vales dos rios e riachos, ocorrem os Planossolos, medianamente profundos, imperfeitamente drenados, textura argilosa média, moderadamente ácida, fertilidade natural alta e problemas de sais (CPRM, 2005).

Com relação aos solos presentes especificamente na área da microbacia, Chaves *et al.* (2002), faz a síntese da presença dos solos a seguir: Luvisolo Crômico Vértico - TC (Bruno Não-Cálcico Vértico), o Vertissolo Cromado Órtico - VC (Vertisol) e o Neossolo Litólico - RL (Solo Litólico), ocorrendo em 55,6%, 22,4% e 7,9% da área, respectivamente.

A área da microbacia compreende cinco propriedades, de acordo com Silva, Chaves & Sampaio (2003), são elas: A Fazenda pertencente a Universidade Federal de Campina Grande e a Universidade Federal da Paraíba, estas usam toda a microbacia como Bacia Escola, possuindo uma faixa de terra ao longo de todo o limite leste. A Fazenda Contendas estende-se ao longo do limite oeste, incorporando o Riacho dos Namorados, o Açude Grande e mais dois açudes menores, um a montante e um a jusante do Grande. A parte central é ocupada pela fazenda Pousada das Emas, seguida a jusante pelo pequeno Sítio Barroso e pela Fazenda Barroso. A prefeitura de São João do Cariri ocupa uma pequena parte no extremo sudoeste.

De acordo com a classificação climática de Koppen, o clima da região em análise é do tipo semiárido quente (BSh), onde a temperatura média mensal do mês mais frio é superior a 18 °C, a estação chuvosa ocorre de fevereiro a abril, e a precipitação pluvial média anual é inferior a 600 mm, sendo os totais de chuva na curta estação chuvosa inferiores aos da evapotranspiração, que são, em média, 1.600 mm anuais.

No que concerne a hidrografia, o curso d'água mais importante da microbacia hidrográfica é o Riacho Namorado, ao longo do qual existem três açudes particulares, de tamanhos variados, além do Açude Público Namorado. O Riacho Namorado é afluente direto do Rio Taperoá, formando uma Sub-bacia que compõe a Bacia do Rio Paraíba.

A vegetação desta unidade territorial é formada por florestas Subcaducifólias e Caducifólias, nativas das áreas semiáridas com predominância da caatinga. Para a microbacia hidrográfica do Riacho Namorado, foram identificadas por Chaves *et al.* (2002) a caatinga, a algaroba e as áreas de cultivo (culturas anuais e campos de palma).

Paes-Silva, Chaves & Sampaio (2003) informam que no ano de 2003 a maior parte da microbacia era coberta por caatinga (75%), ou reflorestamento com algaroba (*Prosopis Juliflora*) (16%), sendo apenas uma pequena proporção usada para a agricultura (3%). O restante (6%), coberto por açudes e lagoas. Apesar de degradações, a área da microbacia ainda tem uma variedade de espécies razoável, com 33 espécies lenhosas presentes, sendo a Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis Tul.*) a espécie de distribuição mais ampla e de maior densidade, seguida do Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium Mart.*). As cactáceas (xique-xique, mandacaru, facheiro), também caracterizam a flora predominante na microbacia.

2.4. Aspectos demográficos e econômicos

O município de São João do Cariri, no qual a área de estudo está inserida, apresenta uma população de 4.344 habitantes, onde 54% correspondem a moradores da zona urbana e 46% da zona rural. No tocante a economia, destaca-se o serviço público estadual e municipal como principal fonte de renda, além de uma agricultura e pecuária de subsistência, acentuadamente na criação de caprinos, de bovinos e de ovinos, além de cultivos temporários. Com relação à exploração da vegetação nativa, pode-se evidenciar a extração de madeira (lenha) para produção de carvão vegetal e utilização energética. O índice de desenvolvimento humano (IDH) médio para o município é de 0,674 (PNUD, 2000; IBGE, 2011).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Geografia e Meio Ambiente

Mendonça (1996) enfatiza que ao longo da trajetória geográfica muitas foram às contribuições no sentido de sinalizar para uma abordagem ambiental. Proponentes como Humboldt e Ritter (Determinismo geográfico), desenvolveram uma geografia naturalista, pautada no detalhamento e descrição das características físicas dos lugares. Somente no século XX há um conhecimento mais profundo do ambiente físico para planejar a atuação e controle do mesmo, com o surgimento de áreas específicas que passaram a se constituir em ramos de estudos e pesquisas científicas da geografia física. Correspondem a estes ramos a geomorfologia, a climatologia, que foi marcada por uma vasta documentação estatística e análise dos elementos do clima e sua gênese, as observações feitas por engenheiros e agrônomos, principalmente sobre escoamento superficial e o processo erosivo que deram origem a hidrologia, e os estudos e influências dos biólogos e botânicos que deram origem a biogeografia.

De acordo com Mendonça (1993), houve algumas contingências mundiais para a eclosão da consciência ambiental no século XX, notadamente entre os anos 40 e 60, cujos reflexos foram de ordem econômica, social, política e tecnológica, dentre as mais importantes contingências destacam-se as seguintes: Segunda Guerra Mundial; Globalização das economias; Explosão demográfica; Seca/Fome/Desertificação na África; Movimentos sociais gerais e abertura do conhecimento científico, ou seja, fortalecimento de manifestações ideológicas e filosóficas.

Muitos teóricos apresentam concepções diversificadas sobre como é vista a natureza, em termos de condições e possibilidades para o desenvolvimento das sociedades (Sorre, Huntington e George, citados por Moraes, 2005). Entretanto, todos concordam que a relação homem/natureza é um dos temas mais clássicos de reflexão da ciência geográfica, criando-se um campo suscetível para a discussão da temática ambiental na atualidade.

O surgimento do método chamado geossistema, metodologia científica específica para os trabalhos de geografia física, marcou os anos 60, buscando uma reordenação de concepções em função do acirramento das especificações dos seus ramos bem como da necessidade da interdisciplinaridade científica. O geossistema é a expressão dos fenômenos naturais, ou seja, o potencial ecológico de determinado espaço no qual há uma exploração biológica, podendo influir fatores sociais e econômicos na estrutura e expressão espacial, porém sem haver necessariamente, face aos processos dinâmicos, uma homogeneidade interna

(MENDONÇA, 1996, p. 37). Ressalta-se ainda o importante papel desempenhado pela natureza na manutenção da vida no planeta, além de denunciar as políticas que favorecem a exploração dos recursos naturais e a poluição do meio ambiente, através das relações antrópicas (Figura 3.1):

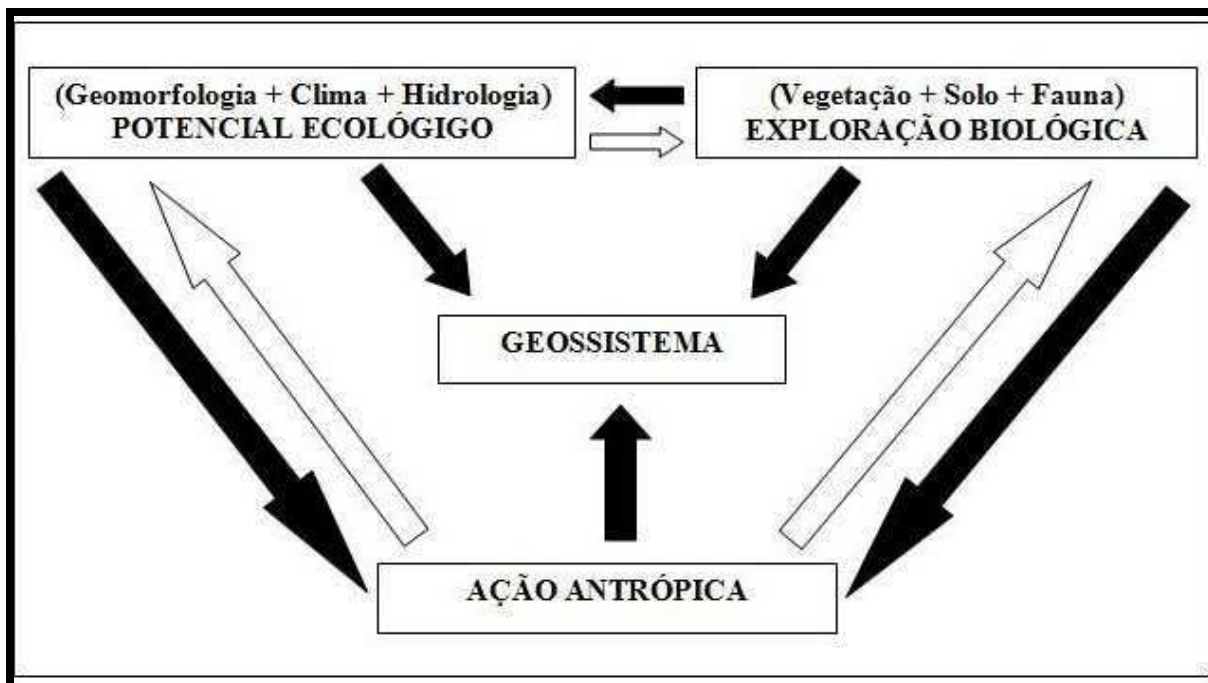


Figura 3.1: Diagrama da proposta do método geossistêmico, destacando a influência da ação antrópica na sua inter-relação com os outros elementos da paisagem.

Fonte: Mendonça (1993).

Outra metodologia importante no limiar da geografia física é a Ecodinâmica. Tricart (1997) destaca a natureza como um todo dinâmico, onde as variáveis: relevo, clima, vegetação, hidrografia, degradação ambiental, ação antrópica, etc., se inter-relacionam e interagem, corroborando com os interesses e atuações da geografia física da atualidade. Nesse contexto, os meios (ambiência) são classificados em três meios: estáveis, intergrades e os instáveis.

Essas metodologias estão de acordo com a abordagem sistêmica, que tem sido o caminho mais utilizado pelos geógrafos físicos para o desenvolvimento de seus trabalhos. A Teoria de Sistemas, aprimorada, sobretudo do ponto de vista da modelização e quantificação dos elementos arrolados na abordagem geográfica, tem sido defendida pela maioria dos que se concentram no estudo do ambiente sob a ótica desta ciência (MENDONÇA, 1993, p. 60).

George (1989) disse que se, nas ciências da natureza, o meio ambiente é um dado estável à escala dos ciclos morfológicos, nas ciências humanas (antropologia, etnologia, sociologia e, naturalmente, economia), cujo equilíbrio e balanço cabem a geografia elaborar, o meio ambiente é um compromisso continuamente questionado entre as propriedades dos

meios e as intervenções procedentes da ocupação humana e dos níveis instrumentais. A este respeito, a expressão de meio ambiente natural é ambígua, isto é, falaciosa, porque em nenhum lado o meio terrestre escapou à ação humana.

Contudo, não se pode ter a pretensão de que o profissional geógrafo seja o mais adequado no desenvolvimento dos estudos ambientais, porém deve-se ressaltar que a geografia, com sua vocação para análises parciais e globais, sínteses e generalizações, têm papel marcante nos estudos ambientais (ROSS, 2005, p. 19).

3.2. Desenvolvimento, Sustentabilidade e Recursos Naturais

O discurso do Desenvolvimento Sustentável foi sendo legitimado e difundido amplamente com base na Conferência Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) promovida pela ONU, celebrada no Rio de Janeiro, 1992, ainda que essa consciência tenha sido despertada anteriormente, por ocasião da I Conferência sobre Meio Ambiente Humano, evento realizado em Estocolmo, em 1972.

Leff (2003) indica que se a sustentabilidade é a marca da crise de uma época, tal fato nos leva a interrogar as origens de sua presença no tempo atual e a projeção para um futuro sustentável possível. Como pensar a intervenção sobre esta marca no ser que permita a construção de uma racionalidade alternativa, fora do logocentrismo e da cientificidade da modernidade que produziu um mundo insustentável?

Com relação a adjetivação atribuída ao desenvolvimento, Sachs (2004) sugere que a sustentabilidade ambiental é baseada no duplo imperativo ético de solidariedade sincrônica com a geração atual e de solidariedade diacrônica com as gerações futuras, com escalas múltiplas de tempo e espaço, buscando soluções triplamente vencedoras: sociais, ambientais e econômicas.

O princípio de Sustentabilidade surge no contexto da globalização como a marca de um limite e um sinal que reorienta o processo civilizatório da humanidade. A crise ambiental veio questionar a racionalidade e os paradigmas teóricos que impulsionaram e legitimaram o crescimento econômico, negando a natureza. A sustentabilidade ecológica aparece assim como um critério normativo para a reconstrução da ordem econômica, como uma condição para sobrevivência humana e um suporte para chegar a um desenvolvimento duradouro, questionando as próprias bases da produção (LEFF, 2001, p. 134).

Ninguém duvida da importância do crescimento econômico para o desenvolvimento, porém, no crescimento a mudança é quantitativa, enquanto no desenvolvimento a mudança é qualitativa; apesar de intimamente ligados, os termos não são a mesma coisa (VEIGA, 2005,

p. 56). Convém ressaltar que cada agrupamento humano, de acordo com sua vivência socioeconômica estabelecerá suas próprias referências e premissas de sustentabilidade, surgindo assim à perspectiva de sustentabilidade local. O desenvolvimento sustentável converte-se num projeto destinado a melhorar a qualidade de vida da população em todos os seus sentidos, e não apenas regular os procedimentos que afetam a natureza.

A Comissão Mundial da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, presidida por Gro Harlem Brundtland, apresentou um documento chamado *Our Common Future* – “Nosso Futuro Comum”, mais conhecido como Relatório de Brundtland, cujas informações dizem que a humanidade é capaz de tornar o desenvolvimento sustentável (PHILIPPI Jr. e RODRIGUES, 2005, p.7). O conceito de desenvolvimento sustentável tem, é claro, limites, não limites absolutos, mas barreiras impostas pelo estágio atual da tecnologia e da organização social, no tocante aos recursos ambientais e pela capacidade da biosfera de absorver os efeitos da atividade humana. Mas tanto a tecnologia (ecoefficiência) quanto a organização e inclusão social podem ser geridas e aprimoradas a fim de proporcionar uma nova era de crescimento econômico, baseado na justiça socioambiental. O diagrama da Figura 3.2 sintetiza essas informações, representando a interseção dos três elos: desenvolvimento social, desenvolvimento econômico e conservação ambiental, necessários para a promoção do desenvolvimento sustentável.

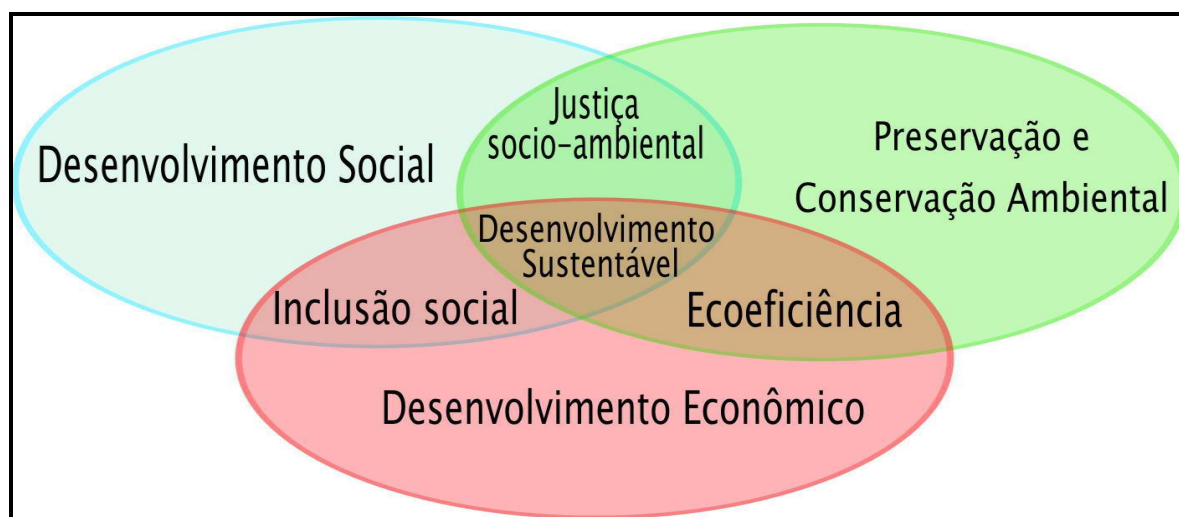


Figura 3.2: Esquema do relacionamento dos parâmetros do desenvolvimento sustentável.
Fonte: Barbosa (2008).

As concepções descritas por Sachs (1993) e citadas por Barbosa (2008), referentes à sustentabilidade discorrem sobre:

- Sustentabilidade ecológica – refere-se à base física do processo de crescimento e tem como objetivo a manutenção de estoques dos recursos naturais, incorporados as atividades produtivas;
- Sustentabilidade ambiental – refere-se à manutenção da capacidade de sustentação dos ecossistemas, o que implica a capacidade de absorção e recomposição dos ecossistemas em face das agressões antrópicas;
- Sustentabilidade social – refere-se ao desenvolvimento e tem por objetivo a melhoria da qualidade de vida da população. Implica a adoção de políticas distributivas e a universalização de atendimento a questões como saúde, educação, habitação e seguridade social;
- Sustentabilidade política – refere-se ao processo de construção da cidadania para garantir a incorporação plena dos indivíduos ao processo de desenvolvimento;
- Sustentabilidade econômica – refere-se a uma gestão eficiente dos recursos em geral e caracteriza-se pela regularidade de fluxos de investimentos: público e privado, o que implica na avaliação da eficiência dos processos macro sociais.

Juridicamente, a Sustentabilidade está assegurada pela Legislação Brasileira, que garante a todos o direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as atuais e futuras gerações (Art. 255, Constituição Federal, 1988).

Andrade (1997) e Grisi (2000) citados por Baracuhy (2001), dizem que os Recursos Naturais da Terra (ar, a água, o solo, a flora e a fauna) devem ser preservados mediante um cuidadoso planejamento e administração adequada. Os recursos naturais não se referem a uma substância física ou um elemento natural por si só, referem à função que estes podem desempenhar para satisfazer às necessidades dos seres vivos, particularmente o homem. É uma necessidade à manutenção de um ser vivo. É qualquer componente abiótico ou biótico da natureza que seja importante para a manutenção, crescimento e reprodução.

Com relação ao ciclo natural aos quais os recursos estão vinculados, duas principais categorias ficam estabelecidas: os renováveis e os não-renováveis, este último corresponde aos que não podem ser produzidos, regenerados ou reutilizados a uma escala que possa sustentar a sua taxa de consumo. Vieira & Weber (2002) consideram que todo recurso renovável é sem dúvida natural, mesmo que o inverso não seja verdadeiro e ressalta que existem literaturas sobre os recursos naturais que os consideram em termos de estoques a serem explorados

irracionalmente. No entanto, essa visão economicista, muitas vezes sem planejamento estratégico e sem a devida conservação dos recursos naturais, tem comprometido a renovabilidade dos mesmos.

Revelou-se um erro considerar como “inúteis” aqueles componentes dos sistemas naturais que não sejam ou não estejam sendo diretamente utilizados pelo homem. Os sistemas naturais são interdependes e cada componente do meio é importante para a harmonia do todo. Com isto, a expressão “recursos naturais” ganhou uma dimensão que transcende a fronteira da aplicação prática e imerge no universo das potencialidades, cujos limites são amorfos no tempo e no espaço. É muito difícil responder o que, na natureza, não é um recurso pelo menos, potencialmente (ANDRADE, 2003, p. 82).

3.3. Bacia Hidrográfica: uma revisão de conceitos

Nas últimas décadas, a Bacia Hidrográfica vem sendo reconhecida e apontada como unidade fundamental para as análises relacionadas não só a Geografia Física, mas a uma diversidade de áreas, por reunir as características ambientais, econômicas e sociais necessárias ao entendimento da sua gestão. Experiências a partir das bacias hidrográficas, em países como a França, são bem mais antigas (século XVIII), e mostram que o uso dessa unidade possibilita uma visão sistêmica e integrada do meio (TUNDISI, 2002, p. 12).

A bacia hidrográfica é entendida como sendo uma unidade básica de análise e planejamento ambiental, por permitir conhecer e avaliar os seus diversos componentes, processos e interações. Pressupõe ainda, múltiplas dimensões e expressões espaciais (bacias de ordem zero, microbacias e sub-bacias). Por isso, numa bacia é possível avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o ambiente e seus desdobramentos sobre o equilíbrio hidrológico (BOTELHO & SILVA, 2004, p. 159).

Lamonica (2002) diz que o homem sempre teve a necessidade de estabelecer unidades espaciais e temporais bem constituídas na superfície terrestre para melhor intervir, observar, acompanhar e compreender as relações existentes entre ele e o espaço no qual está inserido. E acrescenta que a justificativa para a utilização da bacia hidrográfica como uma unidade ambiental está na praticidade que esta oferece da melhor forma de acompanhar o processo de renovação/manutenção dos recursos naturais. As bacias hidrográficas passam a constituir uma unidade territorial, no momento em que se configuram numa apropriação de uma parcela do espaço para um determinado fim, no entanto é o limite topográfico que delimita ambas as abordagens.

O limite topográfico é aquele que permite uma maior facilidade e praticidade em destacá-la como unidade no espaço. Portanto seus divisores constituem uma linha em torno de uma determinada área da superfície terrestre, concretizando o limite da separação que divide as precipitações que vão alimentar um, ou outro, sistema fluvial. Acabando por também determinar onde começam e onde terminam as unidades conhecidas por bacias hidrográficas.

Miller Jr. (2008) informa que a região da qual a água é drenada para um rio, lago, área úmida ou outro corpo d'água é chamada de bacia vertente ou bacia de drenagem, sendo que dois terços do escoamento anual mundial são perdidos em enchentes sazonais e não estão disponíveis para o consumo humano.

A bacia hidrográfica é uma área drenada por um curso de água e seus afluentes, a montante de uma determinada seção transversal, para a qual convergem as águas que drenam a área considerada. As bacias hidrográficas menores que 20 km² são indicadas como bacias experimentais ou microbacias, por permitir a implementação de projetos, técnicas ou práticas que são mais facilmente monitorados. Estudos hidrológicos e de estimativa de taxa de erosão são exemplos de pesquisas mais facilmente desenvolvidas em microbacias (ROCHA, 1997; BOTELHO & SILVA, 2004).

No início da década de 80, com o incentivo da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), do CNPq, Universidades do Nordeste com cursos de pós-graduação em hidrologia e o Instituto Francês de Pesquisa Científica para o Desenvolvimento da Cooperação (ORSTOM), foi lançado um programa chamado "Bacias Experimentais". A primeira dessas bacias experimentais foi instalada em Sumé - PB, no ano de 1981, e posteriormente em outras localidades do Nordeste. Estas fornecem ainda hoje um campo de experimentação e de demonstração em tamanho reduzido e permitem assegurar uma formação prática de campo (CADIER, 1994, p. 41).

Bacia hidrográfica é também entendida como uma célula de estudos e de ação educativa (LEAL & GUIMARÃES, 2009, p. 102). A partir do momento em que a sociedade começa a buscar explicações para a degradação dos rios, percebeu-se que a situação de um rio é decorrente das condições em que se encontram a sua bacia de drenagem. Portanto, a bacia hidrográfica é a unidade espacial que permite mostrar a complexidade da problemática ambiental, seja no contexto urbano ou rural.

Em termos de conceituação, pode-se encontrar uma grande diversidade de definições, porém há uma unidade em afirmar que a Bacia hidrográfica é uma área delimitada por um divisor de águas que drena a água de chuvas por ravinas, canais e tributários, para um curso principal, ou enxutório, desaguando diretamente no oceano ou num lago. As bacias podem ser

desmembradas em sub-bacias, a depender do ponto de saída considerado ao longo do canal coletor. É um sistema físico onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado pelo seu enxutório, levando em consideração, como perdas intermediárias, os volumes evaporados e transpirados e ainda os infiltrados profundamente. A bacia hidrográfica é dita como exorréica quando os cursos d'água correm para o mar e endorréica quando a drenagem se dá internamente no continente (CUNHA & GUERRA, 2006; TUCCI, 1997; ROCHA, 1997; ANA, 2011).

Para Christofolletti (1980), a drenagem fluvial é composta por um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados. A quantidade de água que atinge os cursos fluviais está na dependência do tamanho da área ocupada pela bacia; as bacias podem ser classificadas de acordo com o escoamento global (exorreicas, endorreicas, arreicas, criptorreicas) e os rios em relação à inclinação das camadas geológicas. Geomorfologicamente as bacias são entendidas como um sistema aberto que recebe suprimento contínuo e que sistematicamente, perde através da água e dos sedimentos que a deixam.

De acordo com Vilaça *et al.* (2009) as bacias hidrográficas têm sido adotadas como unidades físicas de reconhecimento, caracterização e avaliação, a fim de facilitar a abordagem sobre os recursos hídricos. Considera-se que o comportamento de uma bacia hidrográfica ao longo do tempo ocorre por dois fatores, sendo eles, de ordem natural, responsáveis pela pré-disposição do meio à degradação ambiental, e antrópicos, onde as atividades humanas interferem de forma direta ou indireta no funcionamento da bacia. Com a subdivisão de uma bacia hidrográfica de maior ordem em seus componentes (sub-bacias hidrográficas), as transformações de condições difusas de problemas ambientais para condições pontuais, facilitam sua identificação, seu controle e o estabelecimento de prioridades para atenuação ou mitigação dos impactos ambientais.

Para facilitar o gerenciamento dos recursos naturais, o território brasileiro foi dividido hidrograficamente, de acordo com o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, em doze Regiões Hidrográficas, cuja justificativa se respalda nas diferenças existentes no país, tanto no que se refere aos ecossistemas como também diferenças de caráter econômico, social e cultural. Os Estados brasileiros por sua vez, no âmbito dos seus territórios, organizaram as divisões hidrográficas para fins de gestão, utilizando diferentes critérios (ANA, 2010).

No Estado da Paraíba são identificadas onze bacias hidrográficas: Piranhas, Paraíba, Curimataú, Camaratuba, Mamanguape, Miriri, Gramame, Guaju, Jacu, Trairi e Abiaí (Figura 3.3).

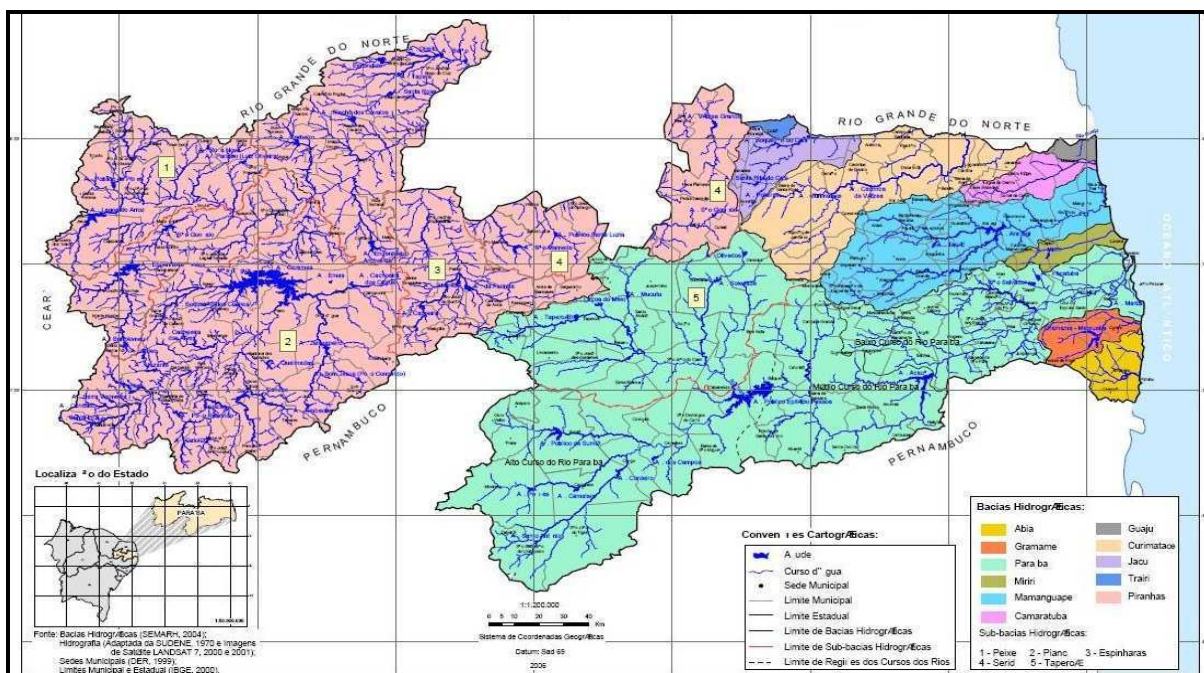


Figura 3.3: Distribuição das bacias hidrográficas do estado da Paraíba.

Fonte: Governo do Estado da Paraíba

Segundo Guerra & Cunha (2006) no Brasil, os planos de gerenciamento de bacias hidrográficas têm abordado apenas o aspecto da utilização dos recursos hídricos (irrigação, saneamento ou geração de energia), acarretando problemas de ordem socioambiental, econômica, política e cultural. Estes planos, com ênfase apenas na utilização do recurso, não estão relacionados ao desenvolvimento sustentável, pois a capacidade ambiental de dar suporte ao desenvolvimento possui sempre um limite, a partir do qual todos os outros aspectos serão inevitavelmente afetados.

Além disso, Nascimento & Vilaça (2008) apontam que as bacias hidrográficas constituem-se uma unidade espacial de fácil reconhecimento e caracterização, considerando que não há qualquer área de terra que não se integre a uma bacia hidrográfica, sendo possível avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o ambiente e seus desdobramentos no equilíbrio presente no sistema de uma bacia hidrográfica.

Ross (2005) diz que não é preciso muito esforço para perceber que as ações elaboradas pelo homem no ambiente deveriam ser precedidas por um minucioso entendimento desse ambiente e das leis que regem seu funcionamento, e para isso é necessário elaborar-se diagnósticos ambientais adequados. Tal “radiografia ecológica” deve fornecer diretrizes as quais permitam imprimir modificações que minimizem os efeitos negativos através de medidas técnicas preventivas e/ou corretivas.

Nesse contexto, um importante marco para a normatização ambiental que contribuiu para uma reavaliação de ações e mudanças de paradigmas foi a implantação da Lei Federal nº

6.938/81, que estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente, onde seus instrumentos e principais mecanismos de formulação e implementação estão vinculados a criação do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que assegura a participação da sociedade civil nas decisões ambientais.

O Decreto nº 94.076, de 5 de março de 1987, que instituiu o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas (PNMH), sob a supervisão do Ministério da Agricultura, visando promover um adequado aproveitamento agropecuário dessas unidades ecológicas, mediante a adoção de práticas de utilização racional dos recursos naturais renováveis, com os seguintes objetivos: execução de ações voltadas para a prática de manejo e conservação dos recursos naturais renováveis, evitando sua degradação, objetivando um aumento sustentado da produção e produtividade agropecuária, bem como da renda dos produtores rurais; estímulo a participação dos produtores rurais e suas organizações nestas atividades; promoção da fixação das populações no meio rural e conseqüente redução dos fluxos migratórios do campo para cidade.

Nestes últimos anos, o Brasil tem avançado na Gestão ambiental, particularmente no caso específico dos recursos hídricos, cuja Lei Nº 9 433, de 08 de janeiro de 1997, veio consolidar essa tendência, instituindo a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), na qual a bacia hidrográfica é considerada a unidade territorial para a implementação dessa política e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

No Art. 3º do capítulo III dessa lei, são consideradas diretrizes gerais de ação para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, que estão de acordo com os propósitos do planejamento e atuação em bacias:

- A gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade.
- A adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;
- A integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental.

Com esta normatização dos procedimentos relacionados à gestão dos recursos hídricos, as áreas das bacias hidrográficas estão mais resguardadas. Nascimento & Vilaça (2008) enfatizam que o gerenciamento dos recursos hídricos, centralizado em Comitês de Bacias Hidrográficas, como sugere a Lei supracitada, possibilita um novo mecanismo de cooperação multilateral entre as esferas federal e estadual, na solução de problemas regionais, potencializando as parcerias interdisciplinares, interinstitucionais e ainda a participação das comunidades locais.

3.3.1. Aspectos morfométricos das bacias hidrográficas

De acordo com Marinho (2010) a caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um dos procedimentos mais comuns nas análises hidrológicas ou ambientais. As diferentes formas de relevo presentes na superfície terrestre são oriundas da interação entre processos tectônicos, pedogênicos e intempéricos, que atuam de forma diversificada nos diferentes materiais rochosos.

É possível determinar-se vários parâmetros morfométricos de uma microbacia hidrográfica, como a ordenação dos canais fluviais, com a finalidade de estabelecer a hierarquia fluvial; o padrão de drenagem; a classificação da microbacia quanto ao seu escoamento global, a área e o perímetro das microbacias, dentre outros. Rocha (1997) destaca e explica os parâmetros considerados como principais, sendo estes os que mais se relacionam com a deterioração ambiental: comprimento dos canais superficiais, densidade de drenagem, índice de forma, amplitude altimétrica / declividade e coeficiente de rugosidade.

Devido à erosão iniciar-se nas ravinas, e considerando-se a distância da ravina ao divisor de águas, quanto maior for o valor de comprimento dos canais superficiais, maior será o perigo de erosão na microbacia. Comparativos do valor de comprimento da vazão entre microbacias são importantes para dimensionar os processos erosivos.

A densidade de drenagem correlaciona o comprimento total dos canais, ravinas e tributários de escoamento com a área da bacia hidrográfica. Um valor pequeno de densidade de drenagem significa rochas pouco resistentes, ou solo permeável, ou cobertura vegetal densa, ou relevo suave (concomitância possível). Um valor grande significa rochas mais resistentes, ou solo impermeável, ou pequena cobertura vegetal, ou relevo acidentado.

O índice de forma elimina a subjetividade na caracterização da forma das bacias, apresentando significância para descrever e interpretar a forma, indicando a susceptibilidade a enchentes, quando estas forem circulares.

A amplitude altimétrica, corresponde à diferença entre a altitude da desembocadura e a altitude do ponto mais alto, situado em qualquer lugar da divisória geográfica; corresponde à amplitude máxima da bacia, também denominado de “relevo máximo da bacia”.

Segundo Valeriano (2008) *apud* Almeida *et al.*(2010) a declividade é o ângulo de inclinação da superfície local em relação ao plano horizontal. Pode ser expressa em graus ou em porcentagem.

O coeficiente de rugosidade é expresso como número adimensional que resulta do produto entre a amplitude altimétrica e a densidade de drenagem. É um parâmetro que direciona o uso da terra, com relação as suas características para agricultura, pecuária ou

reflorestamento, observando-se a existência de conflitos quanto a este uso, de acordo com as classes estabelecidas por Sicco Smit, citado por Rocha (1997).

Christofoletti (1980) destaca ainda como parâmetros importantes a densidade hidrográfica e a extensão do percurso superficial. A densidade hidrográfica corresponde a relação existente entre o número de rios ou cursos de água e a área da bacia hidrográfica, cuja finalidade é comparar a frequência ou a quantidade de cursos de água existentes em uma área de tamanho padrão.

A extensão do percurso superficial representa a distância média percorrida pelas enxurradas entre o interflúvio e o canal permanente, correspondendo a uma das variáveis independentes mais importantes que afeta tanto o desenvolvimento hidrológico como o fisiográfico das bacias de drenagem.

Ainda de acordo com o autor supracitado, a análise morfométrica de bacias hidrográficas analisa aspectos denominados lineares, areais e hipsométricos. Na análise linear são englobados os índices e relações a propósito da rede hidrográfica, cujas medições são efetuadas ao longo das linhas de escoamento. Na análise areal são englobados os parâmetros nos quais intervêm medições planimétricas. Na análise hipsométrica é estudada as inter-relações existentes em determinada unidade horizontal de espaço no tocante a sua distribuição em relação as faixas altitudinais.

3.4. O Semiárido brasileiro

A expressão semiárido normalmente é usada para descrever o clima e as regiões onde ocorrem precipitações médias anuais entre 250 e 500 mm e cuja vegetação é composta prioritariamente por arbustos que perdem as folhas nos meses mais secos ou por pastagens que secam na época de estiagem, características da caatinga, presente na região Nordeste do Brasil. No entanto, os conhecimentos acumulados sobre o clima permitem concluir não ser a falta de chuvas a responsável pela oferta insuficiente de água na região, mas sua má distribuição, associada a uma alta taxa de evapotranspiração, que resultam no fenômeno da seca, a qual periodicamente assola a população da região (BRASIL, 2005).

Conforme descrição apresentada por Cirilo (2008), a Região Nordeste do Brasil ocupa a posição norte - oriental do país, entre 1° e 18°30' de latitude Sul e 34°30' e 40°20' de longitude Oeste de Greenwich. Sua área, que é de 1.219.000 km², equivale a aproximadamente um quinto da superfície total do Brasil, abrangendo nove Estados (Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia). Na região vivem 18,5 milhões de pessoas, dos quais 8,6 milhões estão na zona rural.

Essa região apresenta elevada variabilidade temporal das precipitações; há predominância de solos rasos baseados sobre rochas cristalinas e consequentemente baixas trocas de água entre o rio e o solo adjacente. O resultado é a existência de densa rede de rios temporários.

O Ministério da Integração Nacional, após uma reavaliação e nova delimitação da área semiárida, acrescentou aos 1.031 municípios incorporados nos limites até então vigentes (dentre eles o município de São João do Cariri-PB), outros 102 novos municípios enquadrados em critérios estabelecidos (precipitação, índice de aridez e risco de secas). Então, a área classificada oficialmente como semiárido aumentou de 892.309,4 km² para 969.589,4 km². A Figura 3.4 apresenta os limites dos municípios inseridos na delimitação atual do semiárido brasileiro.



Figura 3.4: Delimitação atual do semiárido brasileiro. Fonte: Brasil (2005).

Apesar das adversidades climáticas dessa região, Rebouças (1997) recusa o determinismo físico-climático que tem servido historicamente de justificativa a “cultura da seca” na região Nordeste. As condições físico-climáticas que predominam na região Nordeste

do Brasil podem, relativamente, dificultar a vida, exigir maior empenho e maior racionalidade na gestão dos recursos naturais em geral, e da água, em particular, mas não podem ser responsabilizadas pelo quadro de pobreza amplamente manipulado e sofridamente tolerado. Sendo assim, o que mais falta no semiárido do nordeste brasileiro não é água, mas tecnologias de convivência com esta adversidade e determinado padrão cultural que agregue confiança e melhore a eficiência das organizações públicas e privadas envolvidas no negócio da água.

3.5. Processos Erosivos e Degradação no Ambiente Semiárido

Para Albuquerque *et al.* (2005) a erosão é um fenômeno cujo impacto sobre os recursos naturais renováveis tem preocupado governos e instituições em todo o mundo. A magnitude deste fenômeno tem sido considerada uma ameaça à própria existência da humanidade, contribuindo para a urgência de se quantificar e controlar, de forma racional, as causas do processo erosivo.

A determinação de fatores erosivos através da Equação Universal de Perdas de Solo – EUPS (*Universal Soil Loess Erosion – USLE*), desenvolvida por Wischmeier & Smith (1978), contribui para que se tenha uma previsão das perdas de solo mais precisa, servindo como guia para o planejamento do uso do solo e determinação das práticas de conservação do solo mais apropriadas a uma dada área (BERTONI & LOMBARDI NETO, 2010, p. 249).

De acordo com Silva, Schulz & Camargo (2007) o índice de erosividade da chuva é um dos componentes da EUPS, sendo um índice numérico que expressa a capacidade da chuva esperada em dada localidade de causar erosão em uma área sem proteção. Este índice tem estimado com relativa precisão os valores de erosividade, utilizando totais de chuvas, que são dados mais facilmente obtidos.

Segundo Guerra & Cunha (2008) a erosão dos solos é um processo que ocorre em duas fases: uma que constitui a remoção de partículas, e outra que é o transporte desse material, efetuado pelos agentes erosivos. Quando não há energia suficiente para continuar ocorrendo o transporte, uma terceira fase acontece, correspondente à deposição desse material transportado. Para se compreender esse processo complexo é necessário considerar as características relativas à infiltração, armazenamento e geração de “*runoff*” (escoamento superficial e subsuperficial), “*piping*” (dutos, túneis), “*splash*” (salpicamento) e a formação de crostas na superfície do solo.

Quando a água não é interceptada pelos vegetais ou por outros elementos e atinge a superfície terrestre, ocorre a infiltração, e conseqüentemente o abastecimento das zonas freáticas, devido à ação da gravidade e capilaridade. A água que chega ao solo pode ser

armazenada em pequenas depressões aumentando a umidade do solo; quando o solo não consegue mais absorver a água, o excesso começa a se mover em superfície ou em subsuperfície, podendo provocar erosão, através do escoamento das águas (GUERRA & CUNHA, 2008, p. 150).

O escoamento superficial ocorre durante um evento chuvoso, quando a capacidade de armazenamento de água no solo é alcançada. A cobertura vegetal é um fator controlador desse escoamento. A movimentação da água em subsuperfície ocorre como resultado da diferença potencial de migração de líquidos, através de poros existentes no solo.

Os “*pipings*” são dutos, túneis, grandes canais abertos em subsuperfície, com diâmetros que variam de poucos centímetros até vários metros, decorrentes do intemperismo e são responsáveis pelo transporte de grande quantidade de material. O “*splash*” (salpicar) ocorre, basicamente, como um resultado das forças causadas pelo impacto das gotas de chuva, causando a erosão hídrica. A erosão por *splash* pode diminuir em um determinado tipo de solo, especialmente se o próprio *splash* formar crostas na superfície diminuindo a ação erosiva das gotas da chuva, que encontrarão uma superfície mais resistente a energia cinética da chuva, mas que por outro lado essa superfície selada diminui a infiltração de água no solo, aumentando o escoamento superficial.

Lima (2003) apresenta fatores condicionantes do processo de erosão, que são eles:

- A chuva, elemento climático que exerce considerável influência na erosão hídrica do solo, especialmente através de sua intensidade, volume e frequência;
- O relevo, cujas características do terreno que exercem importância sobre a erosão são a declividade (grau do declive), o comprimento da vertente (lançante) e a sua geometria (concauidade, convexidade, retilinearidade);
- A natureza do solo, onde as características físicas, químicas, mineralógicas e biológicas dos solos lhes proporcionam comportamentos diferentes diante dos agentes erosivos.

Esse comportamento é traduzido pela suscetibilidade do solo à erosão, que indica a sua maior ou menor resistência a esse fenômeno; cobertura vegetal e uso do solo, pois esta cobertura vegetal natural ou alterada pelo homem constitui-se em agente protetor do solo contra a erosão e varia conforme o tipo de cobertura e, principalmente, sua densidade.

Com relação às formas clássicas de erosão pela água, distinguem-se a laminar, em sulcos, em ravinas e em voçorocas, descritas por Horton (1945) citado por Lima (2003) e Guerra & Cunha (2008):

Erosão laminar ou inter-sulcos: Consiste na remoção de delgadas camadas de solo e, portanto não se fazendo notar sua ação com facilidade. Origina-se do escoamento superficial disperso pela encosta, não se concentrando em canais. Ocorre, quase sempre, sob condições de chuva prolongada, quando a capacidade de infiltração do solo é excedida. O aumento da turbulência do fluxo de água provoca uma maior capacidade erosiva.

Erosão em sulcos: Ocorre em pequenas irregularidades do terreno, nas quais a enxurrada se concentra, levando à formação de filetes que se escoam seguindo aproximadamente a linha de maior declividade da encosta. À medida que a lâmina torna-se mais espessa e aumenta a velocidade, cresce também o poder erosivo e, a certa distância do topo da vertente, a tensão de cisalhamento supera a resistência ao cisalhamento, iniciando-se a erosão.

Erosão em ravinas: Este tipo de erosão, que dá origem a feições mais visíveis e permanentes no solo, ocorre a partir do momento em que a velocidade do fluxo adquire um regime turbulento e origina-se uma incisão ao longo da linha de fluxo. O aumento do gradiente hidráulico pode ser devido ao aumento da intensidade da chuva, ao aumento do gradiente de encosta e ainda porque a capacidade de armazenamento foi excedida. O canal formado não é funcional e seu talvegue é intermitentemente aprofundado, atingindo inicialmente os horizontes inferiores do solo e, em seguida, a rocha mãe, em estágios mais avançados.

Erosão em voçorocas - as voçorocas são características erosivas relativamente permanentes nas encostas, possuindo paredes laterais íngremes e, em geral, fundo chato, ocorrendo fluxo de água no seu interior durante os eventos chuvosos. Em alguns casos, podem atingir o lençol freático. Podem se originar da intensificação do processo de ravinamento, tanto no sentido vertical como horizontal, concentrando grandes volumes de fluxo das águas do escoamento superficial e do escoamento subsuperficial. A água é transportada em dutos que, com remoção de grandes quantidades de sedimentos, provocada pelo aumento do fluxo subsuperficial, aumenta o diâmetro desses dutos e provoca o colapso do material situado acima.

Nesse contexto, é interessante evidenciar a diferenciação feita por Ab`Saber (2006), onde se compreende os termos erodibilidade (aquilo que é frágil por princípio) como o solo, e erosividade (processos que agredem espaços que possuem fragilidades intrínsecas), a exemplo da chuva. A erosividade acentua a degradação de setores de um território sujeito localmente a uma marcante erodibilidade. Nesse sentido, é preciso lembrar sempre que, no caso, estamos

tratando de problemas da fisiologia da paisagem em diferentes ecossistemas e em face de impensadas ações antrópicas regionais.

De acordo com Silva, Schulz & Camargo (2007), o entendimento dos processos erosivos e sedimentológicos de uma bacia hidrográfica requerem estudos meteorológicos e hidrológicos. Segundo Pissara *et al.* (2004), embora os parâmetros morfométricos: área, perímetro, densidade hidrográfica, sejam importantes, destacam-se a densidade de drenagem e a amplitude altimétrica como os mais importantes na investigação do processo erosivo.

3.6. O uso das geotecnologias na análise ambiental

De acordo com Fernandes Neto (2009) as geotecnologias compreendem os Sistemas de Informações Geográficas, a Cartografia, a aerofotogrametria, o Sensoriamento Remoto, o Sistema de Posicionamento Global (GPS), dentre outros. Trata-se de um conjunto de soluções em hardware, software e técnico operacional capacitado, que inter-relacionados fazem parte de uma ferramenta poderosa para tomadas de decisões.

A cartografia digital e o geoprocessamento são ferramentas essenciais para os estudos geográficos e vem se constituindo, atualmente, como recursos indispensáveis para um bom desempenho na área das chamadas geotecnologias, possibilitando avanços significativos no desenvolvimento de pesquisas e processos de gestão, relativas à questão espacial (FITZ, 2008, p. 108).

Lillesand & Kiefer (2003) definem o Sensoriamento Remoto como a ciência e a arte de obter informação sobre um objeto (alvo), área ou fenômeno através da análise de dados adquiridos por um dispositivo (sensor) que não está em contato direto com o objeto, área ou fenômeno sob investigação.

Fonseca Neto *et al.* (2007) dizem que o Geoprocessamento pode ser entendido como a tecnologia de processamento de dados geográficos que faz a ligação técnica e conceitual dessas ferramentas. Dentro do conjunto de tecnologias que compõe o Geoprocessamento, a principal é o Sistema de Informações Geográficas (SIG). Num conceito mais abrangente o Geoprocessamento representa qualquer tipo de processamento de dados georreferenciados, enquanto o SIG processa dados gráficos e não-gráficos (alfanuméricos) com ênfase nas análises espaciais e modelagens de superfícies. O SIG é utilizado como ferramenta para a produção de mapas, suporte à análise espacial e de fenômenos ou como um banco de dados geográficos com funções de armazenamento e recuperação de informações espaciais referentes a uma área em estudo.

Tem-se no geoprocessamento, uma das ferramentas importantes para a execução de projetos relacionados à área de meio ambiente, onde os Sistemas de Informações Geográficas

(SIGs) permitem realizar análises complexas de dados temáticos, como recursos hídricos e uso da terra, integrar informações de diversas fontes e criar bancos de dados georreferenciados (FERNANDES NETO, 2009, p. 25).

Ferreira *et al.* (2007) informam que dados morfométricos ou fisiográficos compreendem uma série de parâmetros de grande importância para o comportamento hidrológico. Estes dados podem ser levantados através da análise de mapas analógicos, ou de dados de sensoriamento remoto como, fotografias, imagens de satélites e radares.

O uso de imagens de satélites é conhecido pelo relativo baixo custo de seus produtos, quando comparado com tradicionais métodos fotogramétricos e topográficos. Outra vantagem apresentada por esta tecnologia é a frequência com que cada região na superfície da terra é coberta, o que possibilita o monitoramento temporal de diferentes fenômenos e recursos naturais. Em adição, as novas gerações de satélites estão produzindo dados com alta resolução espacial, levando esta tecnologia do sensoriamento a ser aplicada numa variedade de áreas do conhecimento e enfatizando a necessidade de formas automáticas para o processamento e análises de imagens (GIONGO, 2008, p. 20).

Florenzano (2007) diz que a evolução das técnicas de sensoriamento remoto é fruto de um esforço multidisciplinar, bem como sua aplicação envolve um número cada vez maior de pessoas de diferentes áreas do conhecimento.

Nesse contexto, Valeriano (2005) diz que a utilização de Modelos Digitais de Elevação (MDE), obtidos por sensores orbitais representa uma alternativa de grande interesse para suprir a carência de mapeamentos, sobretudo na África, Oceania e América do Sul. Grande parte do território nacional é provido de mapeamento em escalas demasiadamente generalizadas para várias utilizações da informação topográfica. Por este aspecto, a resolução de 90m dos dados SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) representa um avanço importante em relação às alternativas até então disponíveis.

Com relação à aplicação das geotecnologias em estudos no semiárido brasileiro, vem sendo desenvolvidos alguns trabalhos, destacando-se: Marinho (2010) que através de imagens SRTM analisou a morfometria do alto curso do Rio Paraíba; Pereira (2008) que usando a metodologia de detecção de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN), através de imagens do satélite TM/ Landsat-5 e CCD/CBERS-2, diagnosticou a cobertura vegetal no município de São João do Cariri, PB, no período compreendido entre 1987 e 2007.

Melo (2010) fez um mapeamento utilizando imagens do satélite CCD/CBERS-2, na microbacia Riacho do Tronco, Boa Vista, PB, diagnosticando, sobretudo, a aptidão e o uso a que estão submetidas às terras, o nível de degradação ambiental e a cobertura vegetal da

microbacia e sub-microbacias e Almeida *et al.* (2010), realizaram a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Riacho Desterro, localizada no cariri e alto sertão paraibano.

3.7. Diagnóstico socioambiental e os usos múltiplos da água

Um diagnóstico socioeconômico visa analisar a situação social, econômica e tecnológica da população do meio rural (produtor e núcleo familiar), no sentido de se avaliar a deterioração socioeconômica das famílias residentes em bacias hidrográficas. Com isso, têm-se condições de elaborar recomendações em um projeto no sentido de elevar a qualidade e o nível de vida na respectiva bacia ou microbacia. Tão importante quanto à caracterização ambiental é o “retrato” socioeconômico obtido em uma determinada região, pois existe uma interdependência entre ambos, uma vez que o meio ambiente, ao ser destruído pelo homem, deteriora-se e afeita menos riquezas, mais doenças e problemas, deteriorando, por conseguinte, o homem também (ROCHA, 1997, p. 99).

Para Martinho (2000) o desenvolvimento rural surge como uma perspectiva constituinte e relevante do processo de desenvolvimento sustentável. Pode ser definido como a melhoria das condições de vida das pessoas residentes nas áreas rurais, através de processos sociais que respeitem e articulem os seguintes princípios: eficiência econômica, equidade social e territorial, qualidade ambiental, sustentabilidade, participação democrática e responsabilidade cívica.

Com relação aos usos múltiplos das águas no Brasil, são identificados os seguintes: abastecimento humano, animal e industrial, hidroeletricidade, navegação, irrigação, controle de cheia, pesca e aqüicultura, lazer e Turismo, não dispostos aqui em ordem ou grau de importância. Para tanto, a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97) diz que em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e dessedentação animal, e que a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas.

Tundisi (2003) destaca que a urbanização acelerada em todo o planeta aumenta enormemente as demandas para grandes volumes de água, aumentando também os custos do tratamento, a necessidade de mais energia para distribuição de água e a pressão sobre os mananciais. À medida que aumenta o desenvolvimento econômico e a renda per capita, aumenta a pressão sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. As estimativas e projeções dos usos futuros dos recursos hídricos variam bastante, em função de análises de tendências diversificadas. Algumas dessas tendências são baseadas em projeções dos usos

atuais, outras em função de re-avaliações dos usos atuais e introdução de medidas de economia da água, tais como, o reuso e medidas legais para diminuir os usos e o consumo e evitar desperdício, ou a cobrança pelo uso da água e o princípio do poluidor-pagador.

De todos os setores produtivos, o setor agrícola é o maior consumidor da água captada. Estima-se que a agricultura, em especial a irrigada, utiliza cerca de 70% de toda a água superficial e subterrânea. Os 30% restantes são utilizados pelo setor industrial e uso doméstico. Para manter o uso sustentável dos recursos hídricos são necessárias ações que visem a proteção dos solos e da vegetação para manter os fluxos de água, priorizando o seu uso e definindo finalidades. O manejo adequado da irrigação, no que diz respeito ao uso da água, inicia-se com um planejamento estratégico nos projetos levando em consideração a sustentabilidade dos sistemas (LIMA & FARIAS, 2011, p. 268).

De acordo com informações da ANA (2011), a água, em função de suas qualidades e quantidades, propicia vários tipos de uso, isto é, múltiplos usos. O uso dos recursos hídricos por cada setor, pode ser classificado como consuntivo e não consuntivo. a) Uso Consuntivo - é quando, durante o uso, é retirada uma determinada quantidade de água dos mananciais e depois de utilizada, uma quantidade menor e/ou com qualidade inferior é devolvida, ou seja, parte da água retirada é consumida durante seu uso (exemplos: abastecimento, irrigação, etc); b) Uso Não Consuntivo - é aquele uso em que é retirada uma parte de água dos mananciais e depois de utilizada, é devolvida a esses mananciais a mesma quantidade e com a mesma qualidade, ou ainda nos usos em que a água serve apenas como veículo para certa atividade, ou seja, a água não é consumida durante seu uso (exemplos: pesca, navegação, etc).

3.8. Precipitação pluvial, balanço hídrico e aptidão climática de culturas

Em meteorologia, o termo precipitação é utilizado para qualquer deposição à superfície na forma líquida, sólida ou gasosa, procedente da atmosfera. Segundo Ayoade (2002), as formas líquida e congelada da água, como: chuva, neve, granizo, orvalho, geada e nevoeiro são consideradas precipitações. Contudo, somente a chuva e a neve contribuem significativamente para os totais de precipitação e, nos trópicos, o termo precipitação pluvial é sinônimo de precipitação, pois a neve nunca ocorre, exceto em algumas montanhas altas.

A distribuição da precipitação sobre a superfície terrestre é muito mais complexa do que a da insolação ou da temperatura do ar. As principais áreas de ocorrência de precipitações são as zonas de fluxos de ar horizontais convergentes na região equatorial e as zonas de perturbações atmosféricas nas latitudes médias, assim como as áreas localizadas a barlavento das cadeias montanhosas (AYOADE, 2002, p. 164).

O modelo mensal e intra-anual de distribuição de chuvas no semiárido paraibano é extremamente irregular, tanto no tempo quanto no espaço geográfico. Na maioria dos anos, há uma predominância de estação chuvosa com duração de apenas dois a três meses, em outros persistem por até nove meses ou chove torrencialmente num local e quase nada na sua circunvizinhança (ALMEIDA & PEREIRA, 2007; ALMEIDA & SILVA, 2008).

No entanto, Silva *et al.* (2011) destacam que o sucesso das culturas realizadas em determinada região depende da regularidade e da quantidade das chuvas. As variabilidades espaciais e temporais da precipitação pluvial nas regiões áridas e semiáridas são fatores limitantes para a agricultura de sequeiro, que é uma prática de sobrevivência realizada pela maioria da população no Nordeste do Brasil. Segundo Ayoade (2002) as precipitações constituem o embasamento para as classificações e subdivisões dos climas, sendo um elemento bastante representativo de uma determinada região.

Nascimento & Alves (2008) explicam que a microrregião do cariri paraibano apresenta deficiência pluviométrica dentre outros motivos, por localizar-se na vertente a sotavento do Planalto da Borborema, mostrando a influência que a continentalidade e a morfologia do relevo exercem na distribuição da precipitação. Convém ressaltar ainda que a variabilidade da precipitação nessa região está relacionada ao fato de que nas baixas latitudes a precipitação é controlada principalmente pela dinâmica dos ventos, nas zonas associadas de convergência e divergência. Essa característica de irregularidade das precipitações demonstra a falta de confiabilidade com as quais determinadas quantidades de precipitação podem ser esperadas.

O conhecimento do regime pluvial é de extrema importância em regiões semiáridas, que se caracterizam por alto déficit hídrico, tornando-se fundamental conhecer os efeitos dos elementos do clima no processo de evapotranspiração potencial (ETp) de forma a se obter um gerenciamento e uso racional dos recursos hídricos. A precipitação pluvial (Pr) e a ETp são elementos do clima que ocorrem de forma oposta e são expressos na mesma unidade de medidas (mm). Teixeira & Silva (1999) indicam que para se ter uma idéia mais aproximada das reais disponibilidades de água em qualquer região, e em particular no semiárido, onde o problema do déficit hídrico provoca grandes impactos sociais, não basta apenas que se conheça o regime pluvial, mas é necessária, também, a realização do balanço hídrico. Assim, contabilizando-se a chuva (entrada), e a evapotranspiração (saída), tem-se o balanço hídrico, o que permite caracterizar as condições de umidade (fluxos hídricos positivos e negativos), e o clima de uma determinada região.

De acordo com Medeiros (2007), estes fluxos decorrem de trocas com a atmosfera (precipitação, condensação, evaporação e transpiração) e do próprio movimento superficial (escoamento) e subterrâneo (percolação) da água.

Como produtos do balanço hídrico de Thornthwaite & Matter (1955), tem-se os índices climáticos: o Índice de umidade (I_u) que representa a relação percentual entre o excesso anual de água e a evapotranspiração potencial anual; o Índice de aridez (I_a) que expressa a deficiência hídrica em percentagem da evapotranspiração potencial em termos anuais e o índice hídrico (I_h) que relaciona os dois índices já citados.

Através desse procedimento é possível identificar áreas climaticamente favoráveis à exploração de uma determinada cultura, bastando para isso que se conheçam as exigências climáticas dessa mesma cultura, expressas também em termos de parâmetros do balanço hídrico (VAREJÃO-SILVA, 2006, p.431).

De acordo com Assad (1994), qualquer estudo sobre zoneamentos busca delimitar áreas que tenham potencial produtivo e que mantenham essas potencialidades ao longo do tempo com um mínimo de impactos para o ambiente. Esses estudos permitem aprofundar a delimitação de zonas pluviometricamente homogêneas. O conhecimento climático de uma região é fundamental para todas as atividades humanas normalmente desenvolvidas, tendo como principal exemplo a agricultura. Desta forma, a identificação de aptidão agroclimática para culturas constitui-se numa ferramenta importante no processo de tomada de decisão.

Silva *et al.* (2006) com base nos resultados do balanço hídrico e no evapopluviograma correspondente, realizaram o zoneamento agroclimático para o município de Monteiro (PB) considerando as culturas com aptidão plena e regular, mais adequadas ao plantio no local. Como sugestão para futuras pesquisas, citam a extensão do estudo realizado a outros municípios, envolvendo também outras culturas economicamente interessantes ao Estado ou, somar aos resultados, análises detalhadas que levem em consideração fatores naturais, fatores sociais, tecnológicos e econômicos.

Para a identificação das aptidões climáticas das culturas, utilizam-se os Índices culturais, obtidos através do evapopluviograma: Índice de vegetação (I_v) – indica a capacidade vegetativa da região como uma função das disponibilidades térmicas e hídricas e representa um índice anual de vegetação; Índice de repouso por seca (I_{rs}) – indica a presença e intensidade da seca fora do período vegetativo; Índice de repouso por frio (I_{rf}) – corresponde as condições térmicas insuficientes para a vegetação normal da cultura.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização da área em estudo

O município de São João do Cariri está localizado no estado da Paraíba (Figura 4.1), precisamente na mesorregião da Borborema, microrregião do cariri oriental, região Nordeste do Brasil, distando 216 km da capital paraibana, com uma área de 654 km², cujos limites correspondem ao Norte: municípios de Gurjão e Santo André, ao Sul: Caraúbas, a Leste: Cabaceiras, São Domingos do Cariri e Barra de São Miguel e a Oeste: Parari, Serra Branca e Coxixola.

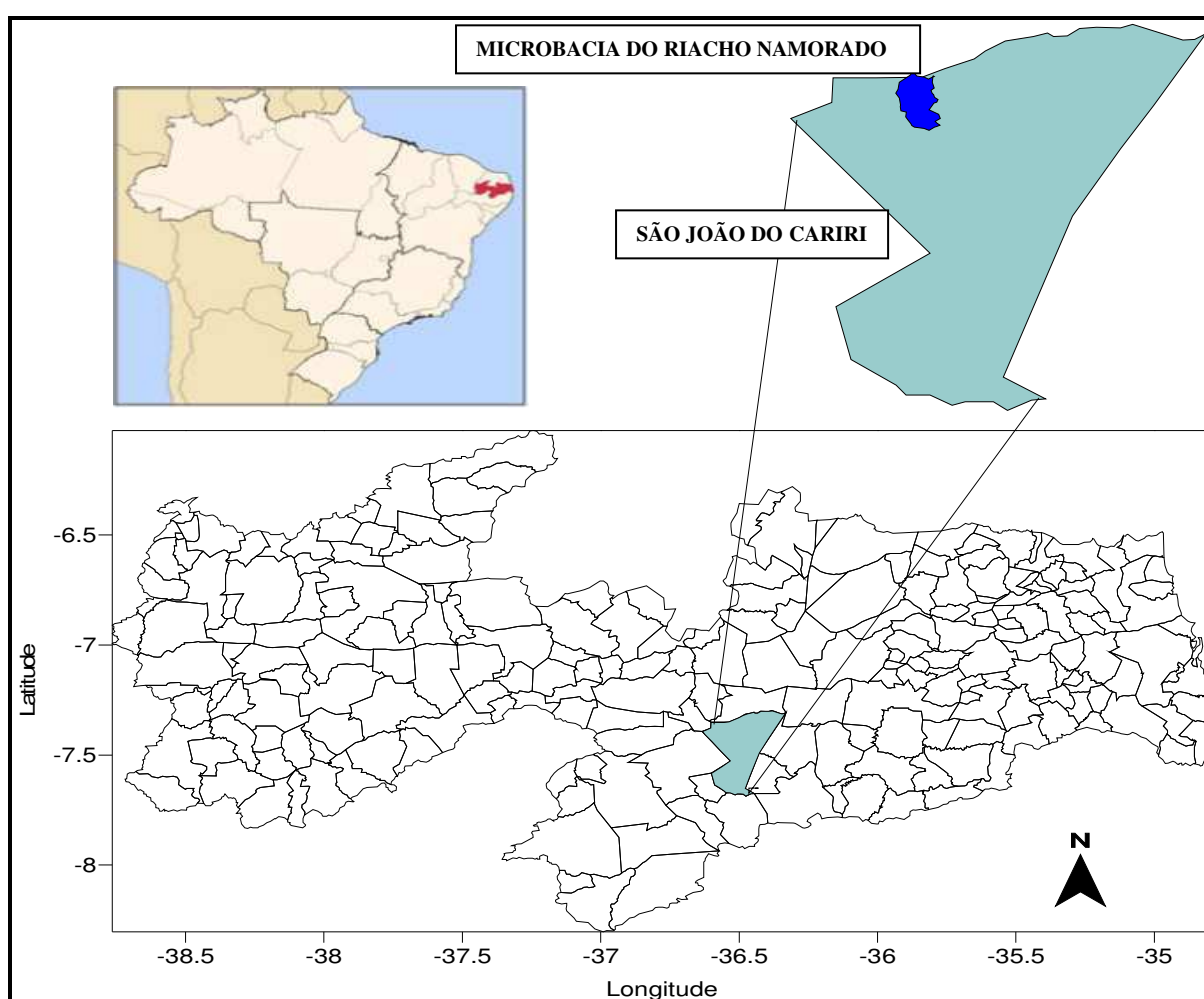


Figura 4.1: Localização geográfica do município de São João do Cariri, PB e da microbacia do Riacho Namorado. Modificado pela autora.

4.2. Material utilizado

Para a realização da pesquisa foram utilizados os seguintes materiais:

- Referências bibliográficas, incluindo consultas à internet, livros e publicações referentes a temática e à região de estudo;

- GPS (Global Positioning System), marca Garmim, modelo V;
- Mapas temáticos do Município de São João do Cariri e do Estado da Paraíba;
- Carta topográfica, em escala de 1:100.000 elaborada pela SUDENE (1972), do município de Juazeirinho, PB;
- Questionários para pesquisa de campo;
- Registros fotográficos;
- Dados pluviométricos de 1911 a 1984, obtidos da SUDENE, e de 1985 a 2010 coletados na estação meteorológica instalada no interior da microbacia do Riacho Namorado, município de São João do Cariri;
- Produtos de sensores orbitais, como as imagens obtidas do sensor da Missão Topográfica Radar Shuttle (*Shuttle Radar Topography Mission – SRTM*), projeto liderado pela National Aeronautics and Space Administration (NASA);
- Suporte computacional, através do qual o sistema utilizado para o processamento de informações georreferenciadas foi o *ArcGIS*, versão 9.3, que é um banco de dados geográficos; o *Google Earth* para visualização de imagens de satélite, e o Excel para confecção de tabelas e gráficos e demais aplicativos de edição de texto, planilhas e figuras.

4.3. Procedimentos metodológicos

A escolha da área de estudo foi feita a partir do conhecimento prévio da região, com base na possibilidade de realização de um trabalho sistêmico, relacionando Sociedade-Natureza, e com base na disponibilidade de dados climáticos para a área estudada. A pesquisa foi desenvolvida em duas fases: Revisão de literatura e Trabalho de campo para levantamento de dados, realizando-se as seguintes etapas:

4.3.1. Análise Morfométrica (linear, areal e hipsométrica)

A caracterização morfométrica foi realizada através do *Software ArcGIS 9.3*, permitindo em ambiente SIG, e através de fórmulas estabelecidas, a extração dos seguintes parâmetros:

Comprimento dos canais superficiais:

$$C = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n \text{ ou } C = \sum L_i \quad (4.1)$$

Em que: C = comprimento da vazão superficial, em km; ΣL_i = somatório das distâncias (comprimentos) dos canais da microbacia, desde a desembocadura até determinada nascente. O curso d'água mais longo e de ordem mais elevada, corresponde ao rio principal (ROCHA, 1997).

Extensão do percurso superficial:

$$Eps = 1/2 D_d \quad (4.2)$$

Na qual: Eps representa a extensão do percurso superficial e D_d a densidade de drenagem, expressão esta citada por Christofolletti (1980).

Densidade de drenagem:

$$D_d = L_t/A_b \quad (4.3)$$

Em que D_d é a densidade de drenagem; L_t é o comprimento total dos canais e A_b é a área da bacia hidrográfica.

Foi utilizado como parâmetro para caracterizar a drenagem, a classificação proposta por Beltrame (1994), de acordo com os indicativos da Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Classificação dos valores de densidade de drenagem (D_d)

Valores da densidade de drenagem D_d (km/km²)	Qualificação da densidade de drenagem
< 0,50	Baixa
0,50 a 2,00	Mediana
2,01 a 3,50	Alta
> 3,50	Muito Alta

Fonte: Beltrame (1994).

Densidade Hidrográfica: (4.4)

$$D_h = N/A$$

Em que: D_h é a densidade hidrográfica dos canais; N é o número total de cursos d'água e A é a área da bacia.

Índice de Forma:

$$K = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} \quad (4.5)$$

Em que: K é o índice de forma adimensional, P é o perímetro da bacia (km); A é a área da microbacia em (km²). Foi proposto por Gandolfi (1971) *apud* Silva, Schulz e Camargo (2007).

Amplitude altimétrica e declividade

A diferença altimétrica entre a altitude da desembocadura e a altitude do ponto mais elevado representa a amplitude altimétrica (H).

Para o parâmetro declividade, são estabelecidas classes de interpretação dos valores obtidos, conforme é evidenciado na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Classes de declividade

Intervalo de % de declividade	Nome atribuído (relevo)
< 3	Plano
3 – 8	Suave ondulado
8 – 20	Ondulado
20 – 45	Forte ondulado
45 – 75	Montanhoso
> 75	Escarpado

Fonte: Santos *et al.* (2005) citado por Silva, Schulz e Camargo (2007).

A hierarquia fluvial foi estabelecida de acordo com o método proposto por Strahler (1952) *apud* Christofolletti (1980), o qual estabelece que os menores canais, sem tributários, são considerados de primeira ordem, os de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem, e assim sucessivamente.

4.3.2. Mapas Temáticos e aspectos morfométricos

A aplicação de ferramentas de geotecnologias, para caracterizar fisicamente a microbacia, foi realizada por meio do *Software ArcGIS 9.3*, disponível no Laboratório do Departamento de Geografia da UFCG (Universidade Federal de Campina Grande).

Construiu-se uma base cartográfica da área de estudo para a elaboração dos mapas temáticos, em ambiente SIG, através de técnicas de geoprocessamento. Os aplicativos do Software, por meio de seus módulos, permitiram a extração dos parâmetros morfométricos: área, perímetro, comprimento dos rios, densidade hidrográfica e de drenagem, índice de forma, amplitude altimétrica, declividade, padrão de drenagem, extensão do percurso superficial.

Foi utilizada imagem de radar da SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), gerada a partir do sensor da Missão Topográfica, coordenada pela NASA (*National Aeronautics Space Administration*), copiada do site da Embrapa, diretamente do endereço eletrônico <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/pb/pb.htm>>. Estas imagens possuem resolução espacial de 90 m e a cena obtida para o presente estudo foi a SB-24-Z-D. O uso

das imagens de radar da SRTM são eficientes para mapeamentos do relevo por se tratar de um modelo digital de elevação.

A imagem foi transformada do sistema de coordenadas geográficas WGS-84 para o Datum SAD 69, sendo o Sistema de Projeção utilizado o UTM (*Universal Transverso de Mercator*). Foi realizada a conversão da extensão TIFF para o formato GRID. Utilizando-se as funções do módulo *Spatial Analyst Tools – Hydrology*, foi obtida a rede de drenagem de forma automática, através da geração dos arquivos de fluxo, fluxo acumulado, direcionamento e posteriormente conversão da rede de drenagem para o formato vetorial.

O recorte da bacia (ferramenta *Watershed*) e a extração das curvas de nível foram etapas realizadas para gerar o Modelo Digital de Elevação (MDE), através do qual, com a ativação da ferramenta *Slope*, foram obtidos os intervalos percentuais da declividade do relevo. A partir da utilização do referido software, foi possível proceder a elaboração de mapas temáticos de declividade, hidrografia e relevo (altitude) para a microbacia.

Utilizou-se também a Carta Topográfica (em escala de 1:100.000), elaborada pela SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (1972), do município de Juazeirinho, PB (SB-24-Z-D-II), em extensão DWG, disponível no site da Superintendência de Meio Ambiente do Estado da Paraíba (AESAs, 2011).

4.3.3. Índice de Erosividade

A mensuração dos processos erosivos teve como suporte o Cálculo da Equação da perda de solo por erosão (*Universal Soil Loess Erosion - USLE*), proposta por Wischmeier & Smith (1978) citados por Silva, Schulz & Camargo (2007):

$$USLE = R * K * L * S * C * P \quad (4.6)$$

Em que: USLE é a perda de solo por erosão (ton/ha/ano); R é a erosividade da chuva; K a erodibilidade do solo; L fator comprimento do declive; S fator grau de declividade; C fator uso e manejo e P fator prática conservacionista.

No presente trabalho, foi calculado o índice de erosão médio mensal (I_e), que corresponde ao indicativo **R** da USLE, estimado como estabelece Zachar (1982) citado por Silva, Schulz & Camargo (2007):

$$I_e = P_{mm}^2 / P_{ma} \quad (4.7)$$

Em que: P_{mm} é a precipitação média mensal (mm) e P_{ma} é a precipitação média anual (mm).

Contudo, sempre há necessidade de fazer algum ajuste na equação para adequá-la as condições climatológicas locais. Neste sentido, foi feito um ajustamento da equação para a

região de São João do Cariri (PB), com base na regressão entre o coeficiente de chuva (C_c) e o índice médio mensal de erosão (I_e), ambos descritos por Lombardi Neto & Moldenhauer (1992), a princípio calculando-se a energia cinética da chuva, através da equação:

$$E_c = 0,119 + 0,0873 * \log I \quad (4.8)$$

Em que: E_c é a energia cinética em megajoule por hectare-milímetro de chuva e I é a intensidade de chuva em milímetros por hora.

O valor limite do campo superior de definição da variável I é 76 mm/h, a qual gera uma energia cinética igual a 0,283 MJ/ha.mm. Nas planilhas de chuva, foram consideradas todas as chuvas acima de 10 mm, determinando-se a energia cinética, duração e intensidade máxima em 30 minutos.

O Índice de erosão, I_e , obtido com base na energia cinética da chuva e na intensidade máxima da precipitação em 30 minutos, foi calculado por:

$$I_e = E_c * I_{30} \quad (4.9)$$

Em que: I_e = Índice de erosão em megajoule-milímetro por hectare-hora; E_c = energia cinética em megajoule por hectare; I_{30} = intensidade máxima em 30 minutos, em milímetro por hora.

Para estes cálculos, utilizaram-se as planilhas de chuva, oriundas da estação meteorológica automática, contida na microbacia do Riacho Namorado, por meio do armazenamento dos valores de chuva em datalogger, para um intervalo mínimo de 5 minutos, sendo capturados como arquivos de extensão.dat e convertidos para extensão .xls.

Foram determinadas para todas as chuvas acima de 10 mm, a quantidade total (P), a energia cinética (E_c) e a intensidade máxima em 30 minutos (I_{30}). Os valores do índice de erosividade (I_e) para cada chuva individual foram somados mensalmente. Os valores de E_c e I_e foram estabelecidos para o ano de 2008, devido a indisponibilidade e escassez de registros de intensidade de chuva consistentes para os demais anos.

Com a obtenção de um elevado coeficiente de determinação entre o coeficiente de chuva ($C_c = P_{mm}^2/P_{ma}$) e o Índice médio mensal de erosão para o ano de 2008, realizou-se um ajuste da equação, através da qual foi calculado o Índice de erosão médio mensal e anual para a média da série de anos (1911 a 2010), procedendo-se a classificação do valor anual em $tm \text{ mm ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, conforme Tabela 4.3:

Tabela 4.3: Classes de interpretação para índices de erosividade.

Intervalo (tm mm ha⁻¹ ano⁻¹)	Interpretação
$I_e < 250$	Erosividade Fraca
$250 < I_e < 500$	Erosividade média
$500 < I_e < 750$	Erosividade média a forte
$750 < I_e < 1000$	Erosividade forte
$I_e > 1000$	Erosividade muito forte

Fonte: Carvalho (1994) citado por Silva, Schulz e Camargo (2007).

Para converter um valor de erosividade fornecido no sistema métrico (tm mm ha⁻¹ ano⁻¹) para o sistema internacional (MJ mm/ ha⁻¹ h⁻¹ ano), multiplica-se o valor por 9,81. Conseqüentemente, para converter um valor do sistema internacional para o sistema métrico, divide-se o valor por 9,81, conforme indicado por Foster *et al.* (1981).

4.3.4. Diagnóstico socioambiental

Foram aplicados questionários previamente estabelecidos, nas propriedades rurais da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado, e áreas circunvizinhas, tomando-se como aspectos sugestivos as questões propostas pela metodologia de Rocha (1997), e adaptadas para a área de estudo, no semiárido brasileiro. Realizou-se a identificação das principais características organizacionais dessa comunidade, objetivando um completo diagnóstico das condições gerais: econômicas, sociais, ambientais e tecnológicas.

Os questionários foram aplicados por residência e por família, considerando-se diversas variáveis: sociais (demografia, habitação, nível de instrução e participação em organização social); econômicas (produção agrícola, animais de trabalho e de produção, uso econômico da vegetação, comercialização, crédito e rendimentos); tecnológicas (uso de irrigação, recebimento de assistência técnica e utilização de máquinas agrícolas).

A aplicação dos questionários foi feita seguindo a nomenclatura da Secretaria de Saúde do município, que divide o território em micro-áreas. Através da mobilização de Agentes Comunitários de Saúde, que atuam nas micro-áreas que englobam a Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado e o seu entorno, foram aplicados 25 questionários aos proprietários das unidades rurais.

Foi possível realizar o diagnóstico abordando todas as pessoas residentes na área da microbacia do Riacho Namorado, sendo este fator bastante significativo para o estudo.

A partir do registro das coordenadas geográficas (latitude e longitude) de cada propriedade rural onde foi aplicado o questionário (Tabela 4.4), foi possível plotar os pontos obtidos sobre uma imagem de satélite (Fig. 4.2).

Tabela 4.4 - Identificação, localização e extensão das propriedades visitadas.

Localidade	Latitude (° ' '')	Longitude (° ' '')	Altitude (m)	Extensão da Propriedade (ha)
Sítio Barbosa	07° 21' 49" S	36° 33' 10" W	491	500
Malhadinha da Ema	07° 21' 16" S	36° 32' 56" W	492	66
Contendas 1	07° 21' 01" S	36° 33' 11" W	502	1030
Contendas 2	07° 21' 07" S	36° 33' 08" W	503	-
Fazenda da UFPB	07° 22' 54" S	36° 31' 39" W	479	384
Malhada da Ema	07° 21' 07" S	36° 32' 15" W	506	250
Sítio Riacho do Piancó	07° 20' 55" S	36° 34' 39" W	509	105
Sítio Riacho do Piancó	07° 20' 18" S	36° 34' 17" W	498	50
Sítio Riacho do Piancó	07° 20' 44" S	36° 35' 04" W	494	180
Sítio Riacho do Piancó	07° 19' 53" S	36° 34' 10" W	520	40
Sítio Riacho do Piancó	07° 20' 16" S	36° 33' 42" W	519	100
Sítio Siriema	07° 21' 58" S	36° 34' 40" W	475	300
Sítio Siriema	07° 21' 54" S	36° 35' 09" W	470	90
Sítio Siriema	07° 21' 37" S	36° 35' 18" W	473	20
Sítio Siriema	07° 21' 29" S	36° 35' 34" W	480	20
Sítio Siriema	07° 21' 26" S	36° 35' 31" W	481	33
Sítio Siriema	07° 21' 10" S	36° 35' 22" W	481	45
Sítio Siriema	07° 21' 28" S	36° 35' 40" W	486	15
Sítio Siriema	07° 21' 33" S	36° 35' 09" W	479	33
Sítio Saco	07° 21' 56" S	36° 29' 29" W	479	400
Riacho dos Cachorros 1	07° 21' 28" S	36° 30' 36" W	493	100
Riacho dos Cachorros 2	07° 21' 09" S	36° 31' 01" W	497	100
Sítio Olho d'água	07° 22' 42" S	36° 31' 17" W	481	220
Sítio Boa Vista	07° 23' 28" S	36° 31' 13" W	469	42
Sítio Boa Vista	07° 23' 31" S	36° 31' 08" W	474	5

Das unidades rurais visitadas, as seis primeiras estão inseridas na microbacia hidrográfica do Riacho Namorado, caracterizando-se como propriedades relativamente grandes em extensão territorial, são elas: Sítio Barbosa (500 ha), Malhadinha da Ema (66 ha), Contendas 1 e 2 (1030 ha), Fazenda da UFPB (384 ha) e Malhada da Ema (250 ha).

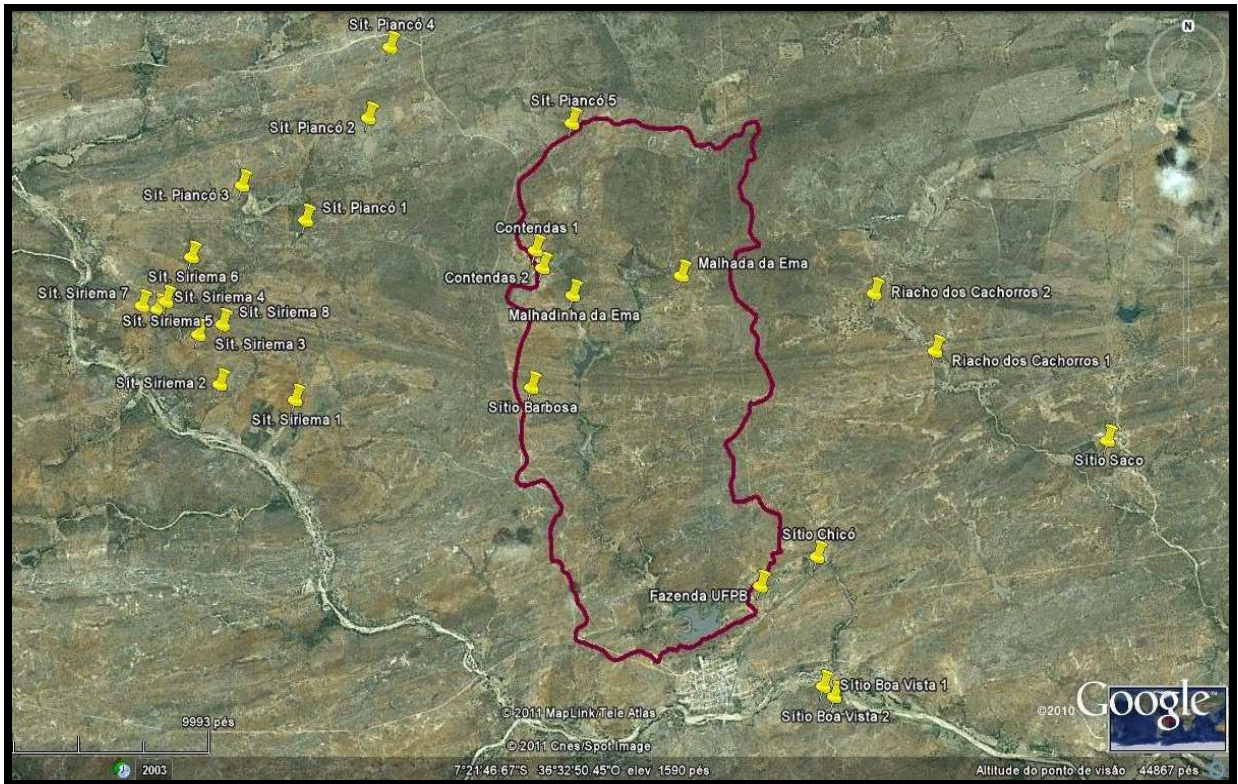


Figura 4.2: Localização das propriedades rurais (onde foram aplicados os formulários) e delimitação da área da microbacia do Riacho Namorado.

Fonte: Google Earth (2011).

Quanto aos aspectos éticos, todas as etapas deste trabalho obedeceram às diretrizes da Resolução N° 196 de 10 de Outubro de 1996, onde os participantes foram informados dos objetivos do trabalho, consultados sobre a disponibilidade em participar do estudo e assegurados do sigilo das informações individuais, além de concordarem com a publicação científica dos resultados compilados, assinando termo de consentimento competente (Anexo).

4.3.5. Usos múltiplos da água na Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado

O levantamento dos usos múltiplos atuais da água obedeceu a uma sistemática de identificação: tipos e setores de uso, classificando-se os mesmos em: uso consuntivo ou não consuntivo. Através de entrevistas realizadas com os usuários das águas dos açudes dispostos ao longo do curso do Riacho Namorado e também com autoridades locais, foi realizada essa caracterização. Além disso, pesquisas de campo realizadas através de visitas técnicas e registros fotográficos contribuíram para a compreensão dessa dinâmica.

Foi possível identificar ainda as possibilidades de uso sustentável desses corpos hídricos para a comunidade local e descrevê-las no presente trabalho como sugestões e/ou recomendações.

4.3.6. Balanço Hídrico, índices climáticos e aptidão de culturas

Utilizou-se uma série de dados meteorológicos diários de temperatura do ar e precipitação pluvial. Os dados de precipitação pluvial referentes a série (1985 – 2010) foram coletados nas Estações Meteorológicas Convencionais (EMC) e Automática (EMA), instaladas no interior da microbacia do Riacho Namorado. Os dados mais antigos, da série (1911 a 1984) foram extraídos de publicações do Departamento de Recursos Naturais da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), obtidos junto ao Departamento de Ciências Atmosféricas, da Universidade Federal de Campina Grande – DCA/UFCG. Também os valores de temperatura média foram obtidos junto a este Departamento, referindo-se a valores observados e estimados para a localidade, compatíveis com as médias obtidas na série existente na estação meteorológica da microbacia do Riacho Namorado.

Para estimar os fluxos de entrada e saída de água na microbacia hidrográfica do Riacho Namorado, utilizou-se a equação geral simplificada do balanço hídrico, de acordo com Thornthwaite & Mather (1955):

$$P - ETP = \Delta R \quad (4.10)$$

Em que: P = precipitação pluvial média, em mm; ETP = Evapotranspiração potencial, em mm, estimada pelo método de Thornthwaite (1948); ΔR = variação de armazenamento, em mm.

A evapotranspiração potencial média mensal foi calculada em função da temperatura média do ar, em mm/mês, de acordo com a expressão:

$$(ET_p)_j = 0,533 * F_j \left(\frac{10 * \overline{T_j}}{I} \right)^a \quad (4.11)$$

Em que: $(ET_p)_j$ é a evapotranspiração potencial (mm/mês); F_j é um fator de correção que varia de acordo com a latitude (Tabela – Anexo-B); I é o Índice de calor, obtido em função da temperatura, correspondente ao somatório dos doze índices mensais, calculado para cada mês através da expressão: $(T_j/5)^{1,514}$; T = Temperatura média mensal em °C e $a = 6,75 * 10^{-7} I^3 - 7,71 * 10^{-5} * I^2 + 0,01791 * I + 0,492$.

Com base no balanço hídrico climatológico de Thornthwaite & Mather (1955) para a lâmina máxima de armazenamento (CAD) de água nos solos da região de 50 mm. Os índices de aridez (I_a), hídrico (I_h) e de umidade (I_u) foram obtidos como:

$$I_u = \frac{EXC}{ETP} \times 100 \quad (4.12)$$

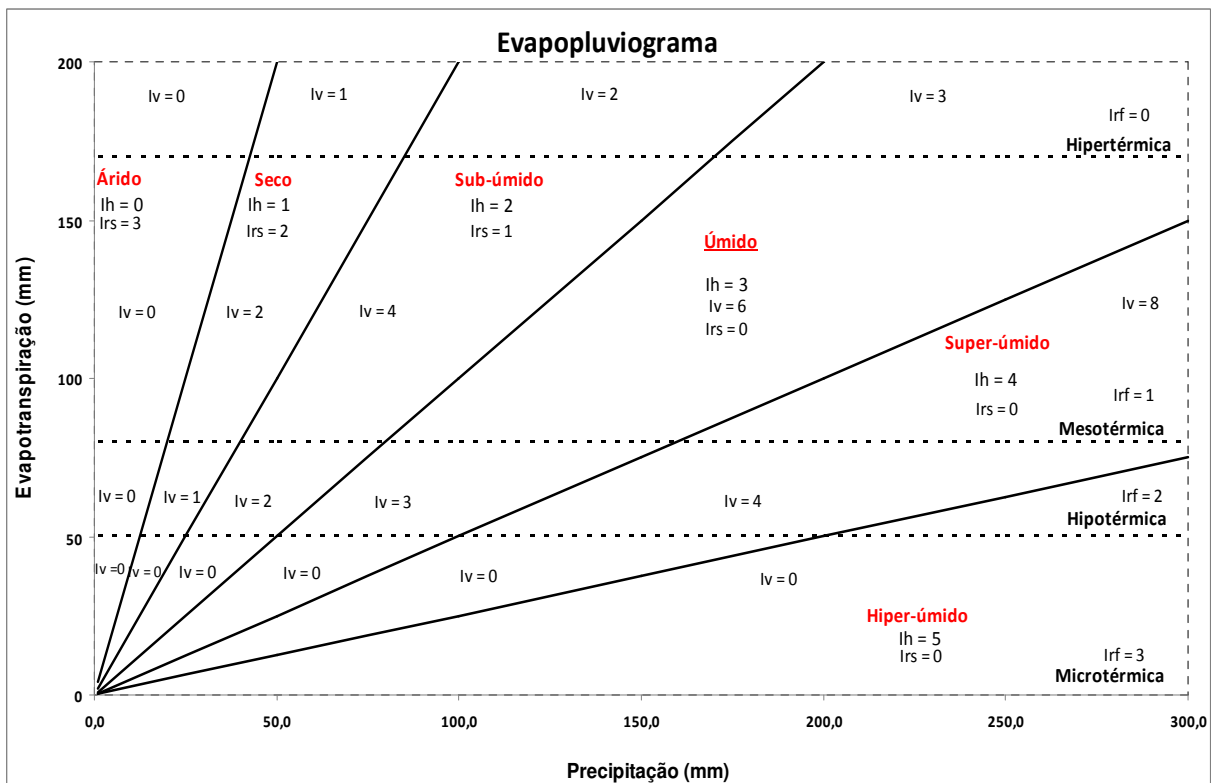
$$I_a = \frac{DEF}{ETP} \times 100 \quad (4.13)$$

$$I_h = I_u - 0,61 \times I_a \quad (4.14)$$

As análises dos dados, confecção de gráficos e tabelas, foram feitas utilizando-se a Planilha Excel.

O evapopluviograma, climograma adaptado ao balanço hídrico (BHC) para fins de estudo das condições climáticas ajustáveis às culturas para uma determinada região, foi construído utilizando-se o programa Excel, em que a evapotranspiração potencial foi plotada em função da precipitação, por serem elementos expressos na mesma unidade (mm).

O diagrama foi dividido em seis setores hídricos (Figura 3.6), nos quais os valores da precipitação correspondem a diferentes submúltiplos e múltiplos da evapotranspiração potencial. Em outras quatro faixas térmicas com valores correspondentes às limitações e exigências térmicas da cultura, juntamente com a distribuição dos índices de vegetação (I_v), de repouso por seca (I_{rs}) e de repouso por frio (I_{rf}).



4.3 - Setores Hídricos e faixas térmicas do evapopluviograma

Para interpretação do evapopluviograma, os índices culturais, indicativos de aspectos dos períodos vegetativos e de repouso da cultura, são obtidos pela soma dos produtos do número de pontos (meses) em cada setor e faixa térmica.

O I_{rs} é obtido considerando-se apenas os pontos (meses) que caem nos setores sub-úmido, seco ou árido, multiplicando pelo valor correspondente; o I_{rf} é obtido tomando-se o número de pontos existentes na faixa térmica e multiplica-se pelo valor correspondente a mesma e assim sucessivamente. Os Quadros 4.1 e 4.2 favorecem a compreensão do evapopluviograma.

Quadro 4.1 - Interpretação dos setores do evapopluviograma.

Setores Hídricos	Relação: Pr/ETp	Significado	Índices:	
			I_h	I_{rs}
A	1:4 ou mais	Árido	0	3
B	1:4 a 1:2	Seco	1	2
C	1:2 a 1:1	Sub-úmido	2	1
D	1:1 a 2:1	Úmido	3	0
E	2:1 a 4:1	Super-úmido	4	0
F	4:1 ou menos	Hiper-úmido	5	0

Pr – Precipitação pluvial, ETp – Evapotranspiração potencial, I_h – Índice hídrico, I_{rs} – Índice de repouso por seca. Fonte: Adaptado de Santos (2008).

Quadro 4.2 - Interpretação das faixas térmicas do evapopluviograma.

Faixas Térmicas	Limite de ETp (mm)	Significado	Índices I_{rf}
A	$ETp \leq 50$	Microtérmica	3
B	$50 < ETp < 80$	Hipotérmica	2
C	$80 < ETp < 170$	Mesotérmica	1
D	$ETp > 170$	Hipertérmica	0

ETp - Evapotranspiração potencial, I_{rf} – Índice de repouso por frio. Fonte: Adaptado de Santos (2008).

Com base nos resultados do balanço hídrico e no evapopluviograma correspondente, foi possível efetuar a aptidão agroclimática local para as culturas com indicativos de aptidão plena, moderada, restrita/regular e inaptidão (Ometto, 1981), para a Microbacia Hidrográfica Riacho Namorado. As exigências climáticas das culturas analisadas, conforme informações obtidas com a aplicação do questionário socioambiental são:

1- Mamona:

Aptidão Plena: $-20 < I_h < 0$, $DEF > 60$ mm, $T > 20$ °C \Rightarrow Boas condições hídricas e térmicas para o cultivo de quaisquer variedades;

Aptidão Moderada: $-40 < I_h < -20$, $0 < DEF < 60$ mm, $T > 20$ °C \Rightarrow Pequena deficiência hídrica, exceto para variedades resistentes à seca;

Aptidão Restrita: $I_h > 0$, $DEF > 100$ mm e $T < 19$ ° C \Rightarrow Áreas demasiadamente úmidas ou demasiadamente secas para a cultura. Insuficiência térmica;

Inaptidão: $I_h < -40 \Rightarrow$ Deficiências hídricas elevadas, as quais prejudicam o desenvolvimento da cultura.

2 - Algodão herbáceo:

Aptidão Plena: $30 \leq I_v < 50, I_{sv} \leq 1, I_{rs} \geq 4 \Rightarrow$ Boas condições hídricas e térmicas para o desenvolvimento da cultura;

Aptidão Moderada: $30 < I_v < 50, I_{sv} > 1, I_{rs} \geq 4 \Rightarrow$ Período vegetativo normal, mas com ocorrência de seca, ou ainda; $30 \leq I_v < 50, I_{sv} \leq 1$ e $I_{rs} < 4$, Repouso por seca insuficiente para a maturação da fibra;

Aptidão Restrita: $20 < I_v < 30, I_{sv} > 1 \Rightarrow$ Período vegetativo curto com ocorrência de seca no mesmo, $I_v > 50 \Rightarrow$ Umidade excessiva para o desenvolvimento da cultura;

Inaptidão: $I_v < 20 \Rightarrow$ Ocorrência de seca durante todo o ciclo da cultura.

3 - Milho:

Aptidão Plena: $40 < I_v < 60, DEF > 0, T > 19^\circ\text{C} \Rightarrow$ Condições hídricas e térmicas satisfatórias para o desenvolvimento da cultura;

Aptidão Moderada: $30 < I_v, DEF < 0, EXC < 500 \text{ mm} \Rightarrow$ Pequena insuficiência hídrica no período vegetativo, com umidade excessiva na maturação.

Inaptidão: $I_v < 20 \Rightarrow$ Deficiência hídrica severa para o desenvolvimento da cultura, ou insuficiência térmica.

4 - Sorgo:

Aptidão Plena: $20 < I_v < 30, DEF > 200 \text{ mm}, T_a > 18^\circ\text{C} \Rightarrow$ Condições hídricas e térmicas satisfatórias, tanto no período das chuvas quanto na estação seca;

Aptidão Moderada: $30 < I_v < 40, EXC < 500 \text{ mm} \Rightarrow$ Por excesso hídrico, afetando a produção;

Aptidão Restrita: $40 < I_v < 60 \Rightarrow$ Restrições ao cultivo do sorgo por apresentar um excesso hídrico acentuado;

Inaptidão: $I_v > 60 \Rightarrow$ Não recomendado para o cultivo do sorgo.

5 - Sisal:

Aptidão Plena: $I_h > -10, DEF > 100 \text{ mm}, EXC < 500 \text{ mm} \Rightarrow$ Boas condições hídricas para o desenvolvimento da cultura;

Aptidão Moderada: $-30 < I_v < -10 \Rightarrow$ Suprimento hídrico deficiente, prejudicando o desenvolvimento da cultura em alguns anos, $EXC < 500 \text{ mm} \Rightarrow$ Representa umidade excessiva no período vegetativo;

Aptidão Restrita: $-40 < DEF < -30 \text{ mm} \Rightarrow$ Deficiência hídrica acentuada, prejudicando o desenvolvimento vegetativo da cultura;

Inaptidão: $I_h < -40$ mm \Rightarrow Deficiência hídrica muito severa, tornando inviável o cultivo do sisal.

6 - Mandioca:

Aptidão Plena: $-10 < I_h < 50$ e $T_a > 19^\circ$ C \Rightarrow Condições climáticas satisfatórias para a cultura;

Aptidão Moderada: $-35 < I_h < -10$ e 17° C $< T_a < 19^\circ$ C \Rightarrow Pequena deficiência hídrica e limitações térmicas para o desenvolvimento da cultura;

Aptidão Restrita: $-45 < I_h < -35$ \Rightarrow Severa deficiência ou excesso hídrico, prejudicando o desenvolvimento ou a manutenção e colheita da cultura;

Inaptidão: $I_h < -45$ e $T_a < 17^\circ$ C \Rightarrow Condições hídricas e/ou térmicas inadequadas ao cultivo da mandioca.

7 - Feijão:

Aptidão plena: $I_v > 30$, $1 < I_{rs} < 5$, $DEF < 20$ mm, $T_a > 22^\circ$ C \Rightarrow Melhores condições climáticas para o desenvolvimento da cultura;

Aptidão Moderada: $25 < I_v < 30$ e $T_a > 22^\circ$ C \Rightarrow Período vegetativo curto \Rightarrow Aptidão plena para variedades precoces;

Aptidão restrita: $2 < I_v < 25$ \Rightarrow Deficiência hídrica acentuada, necessitando suprimento d'água por irrigação;

Inaptidão: $I_v < 20$, $DEF > 20$ mm \Rightarrow Cultivo inapropriado por insuficiência hídrica acentuada, sendo possível apenas com irrigação.

Simbologia: DEF = Deficiência hídrica; I_h = Índice hídrico anual (oriundo do balanço hídrico); I_{rs} = Índice repouso por seca; I_{rf} = Índice de repouso por frio; I_v = Índice vegetativo anual; T_a = Temperatura média anual do ar.

3.3.7. Análises Estatísticas

Os totais de chuva mensal e anual foram obtidos acumulando-se, respectivamente, os valores diários e mensais, calculando-se a média aritmética anual para os valores de precipitação e temperatura do ar e ainda os valores de dispersão para os valores de chuva. Os perfis do diagnóstico socioambiental também foram avaliados pela distribuição de frequência, sendo os cálculos, análises gráficas e tabelas feitas através da planilha eletrônica Excel.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Parâmetros físicos da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado

Apesar da extensa lista de parâmetros ou índices sugeridos para o estudo analítico das bacias hidrográficas, serão abordados neste estudo aqueles considerados mais representativos para a Microbacia do Riacho Namorado, apresentados na Tabela 5.1:

Tabela 5.1: Parâmetros morfométricos da Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado, São João do Cariri-PB.

Análise Linear	
Comprimento da vazão superficial	23,05 km
Comprimento do Riacho principal	5,60 km
Extensão do percurso superficial	0,30 km
Análise Areal	
Área	13,85 km ²
Perímetro	22,63 km
Padrão de drenagem	Dendrítico
Densidade Hidrográfica	0,72 canais/ km ²
Densidade de drenagem	1,66 km/ km ²
Índice de Forma	1,71
Análise Hipsométrica	
Cota máxima de altitude	566 m
Conta mínima de altitude	436 m
Amplitude altimétrica	130 m
Hierarquia Fluvial	
2° Ordem	

A análise linear apresentou que a rede de drenagem é representada pelo Riacho Namorado, curso d'água principal, cujo comprimento é 5,60 km, orientado de leste para oeste, sendo contribuinte direto do Rio Taperoá, formando a drenagem da sub-bacia do Rio Taperoá. Esta verte suas águas para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, sendo a microbacia, portanto, endorréica, com canais consequentes.

A extensão do percurso superficial é de 300 m, representando a distância média, em metros, percorrida pelas águas pluviais entre o interflúvio e o canal permanente. De acordo com definição de Chistofolletti (1980), a extensão do percurso superficial afeta tanto o desenvolvimento hidrológico quanto o fisiográfico da bacia de drenagem, é útil para caracterizar a textura topográfica, que expressa maior ou menor espaçamento entre os cursos de água.

Com relação a análise areal, a microbacia hidrográfica do Riacho Namorado apresenta uma área de 13,85 km² e perímetro de 22,63 km. O padrão da drenagem é dendrítico, também conhecido como arborescente, porque em seu desenvolvimento assemelha-se a configuração de uma árvore e também por não apresentar nenhuma orientação preferencial ou organização sistemática. O comprimento total dos riachos foi de 23,05 km.

A densidade hidrográfica da microbacia foi de 0,72 canais/km², este parâmetro refere-se a quantidade de canais em relação a área da microbacia. A densidade de drenagem foi de 1,66 km/km², sendo a microbacia considerada de mediana densidade, de acordo com a classificação de Beltrame (1994). Assim a microbacia está sujeita a um processo erosivo mais intenso, sendo necessário um planejamento conservacionista ligado a utilização do solo e áreas de preservação permanente (APPs) ao longo da rede de drenagem da microbacia.

Pissara *et al.* (2004) diz que em locais onde a infiltração é mais dificultada, ocorre maior escoamento superficial, sendo possível maior esculturação da rede hidrográfica, tendo como consequência uma densidade de drenagem mais alta.

O escoamento intermitente é uma das principais características do semiárido brasileiro, devido as baixas precipitações, elevadas taxas de evaporação e evapotranspiração, baixa permeabilidade e elevado escoamento superficial, ocasionando condições hídricas adversas em que os leitos dos rios ficam perenizados apenas na estação chuvosa, quase sempre entre os meses de fevereiro e abril.

O índice de forma foi de 1,71, sendo que o menor valor possível a ser encontrado para essa relação é 1,0, valor que corresponderia a uma bacia circular e, conseqüentemente, suscetível a enchentes. Portanto a microbacia, do ponto de vista natural, ou seja, em condições normais de precipitação, excluindo-se eventos de intensidade extrema, apresenta baixa susceptibilidade a ocorrência de enchentes. Assim, há uma indicação de que a bacia não possui forma circular, possuindo, portanto, uma tendência a forma retangular.

Quanto aos reservatórios de água, foram identificados na microbacia quatro açudes de menor porte a montante do Açude Namorado. Três destes encontram-se nas terras da Fazenda Contendas e um na Fazenda Malhada da Ema. Estes reservatórios não resistem a longos períodos de estiagens, tendo suas reservas hídricas consumidas e evaporadas. Essa concentração de pequenos açudes, característica do semiárido brasileiro, dificulta e “atrasa” o abastecimento de água do Açude Namorado devido a localização destes reservatórios a montante do mesmo.

A partir da análise hipsométrica, verificou-se que a cota máxima de altitude foi de 566 m e a mínima de 436 m. A amplitude altimétrica, diferença entre o ponto de maior e de menor altitude, foi de 130 m.

A hierarquia fluvial, que caracteriza o arranjo espacial da hidrografia, é composta por um curso principal de 2º ordem, de acordo com a classificação de Strahler (1952). Possui um sistema de drenagem com boa ramificação e grande quantidade de tributários de primeira ordem, conforme observado na representação da Fig. 5.1:

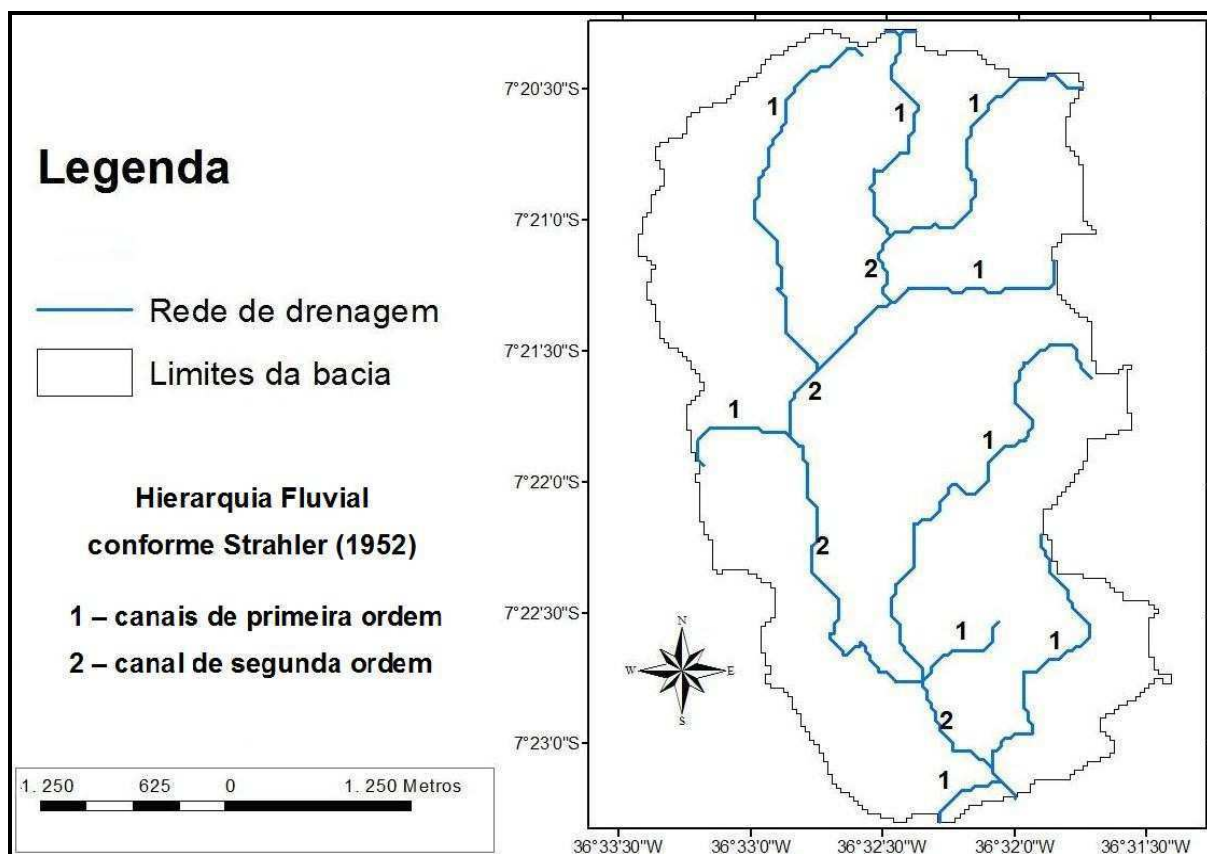


Figura 5.1: Representação da Hierarquia Fluvial da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado (Cursos de 1º e 2º ordm). São João do Cariri – PB.

Na Figura 5.2 observa-se o Modelo Digital de Elevação (MDE) da Microbacia do Riacho Namorado, e conseqüentemente as altitudes máximas e mínimas. Ressalta-se que as áreas mais elevadas estão localizadas no sentido Nordeste (NE) e Centro Leste (E) da microbacia. As áreas de menor altitude localizam-se no espaço da bacia hidráulica do Açude Namorado, onde foi feito o barramento do curso d'água principal, o Riacho Namorado.

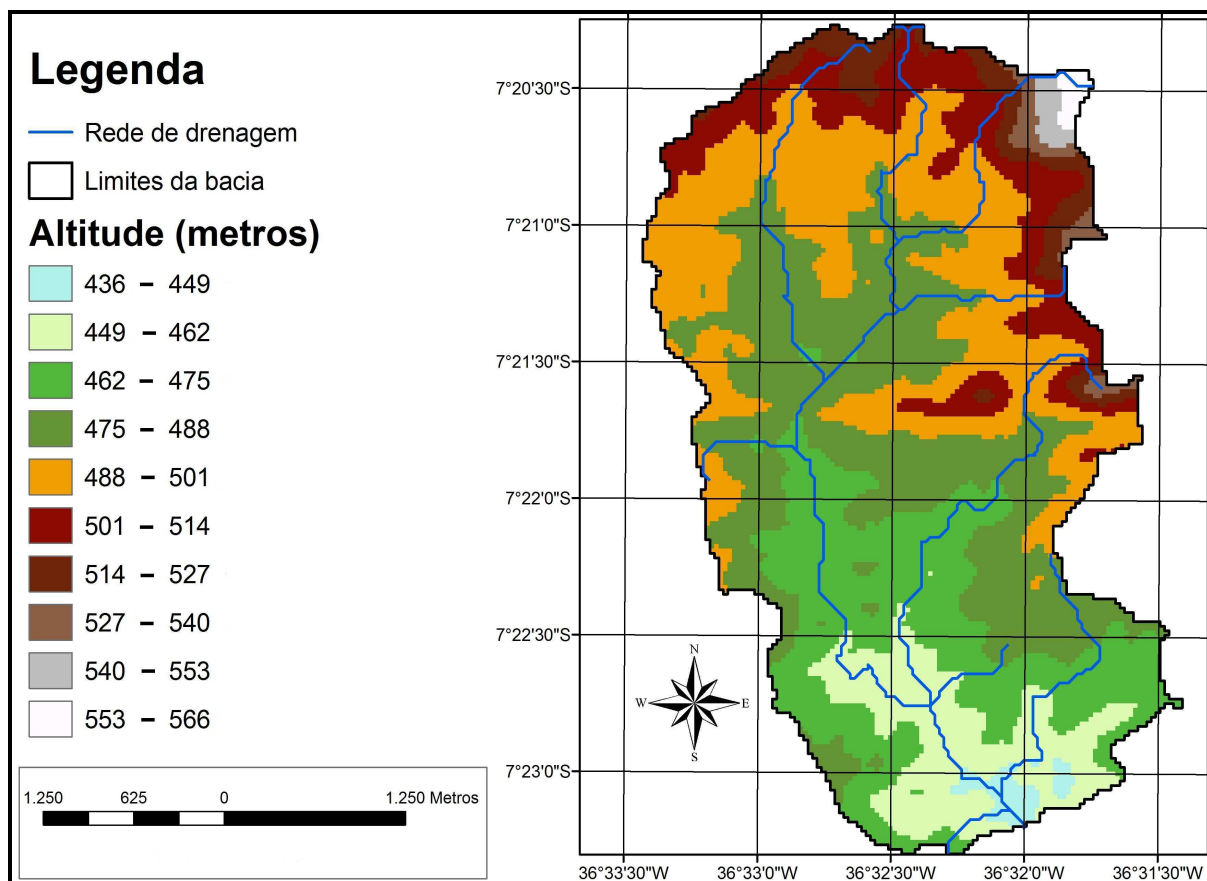


Figura 5.2: Modelo Digital de Elevação (MDE) da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado. São João do Cariri – PB.

A variação altimétrica apresenta cotas entre 566 metros a montante e 436 metros a jusante. As cotas de maior altitude constituem importantes divisores de água. Como a microbacia apresenta área relativamente pequena, não apresentou amplitude altimétrica elevada como aquela encontrada por Marinho (2011) para a bacia do alto curso do Rio Paraíba, cujo valor foi 845m, com cota máxima de 1.170 m de altitude, para uma área de 12.386 km².

Verifica-se na Figura 5.3 que a declividade caracteriza um relevo predominantemente plano e suave ondulado, cujas declividades estão entre 0 e 8%, entretanto, em pequenas porções pontuais mais elevadas, como a porção nordeste da microbacia, o relevo é fortemente ondulado, apresentando declividade entre 20 e 45%, evidenciando os pontos culminantes em serras de um relevo forte ondulado, conforme classificação de Santos *et al.* (2005) citado por Silva, Shulz & Camargo (2007).

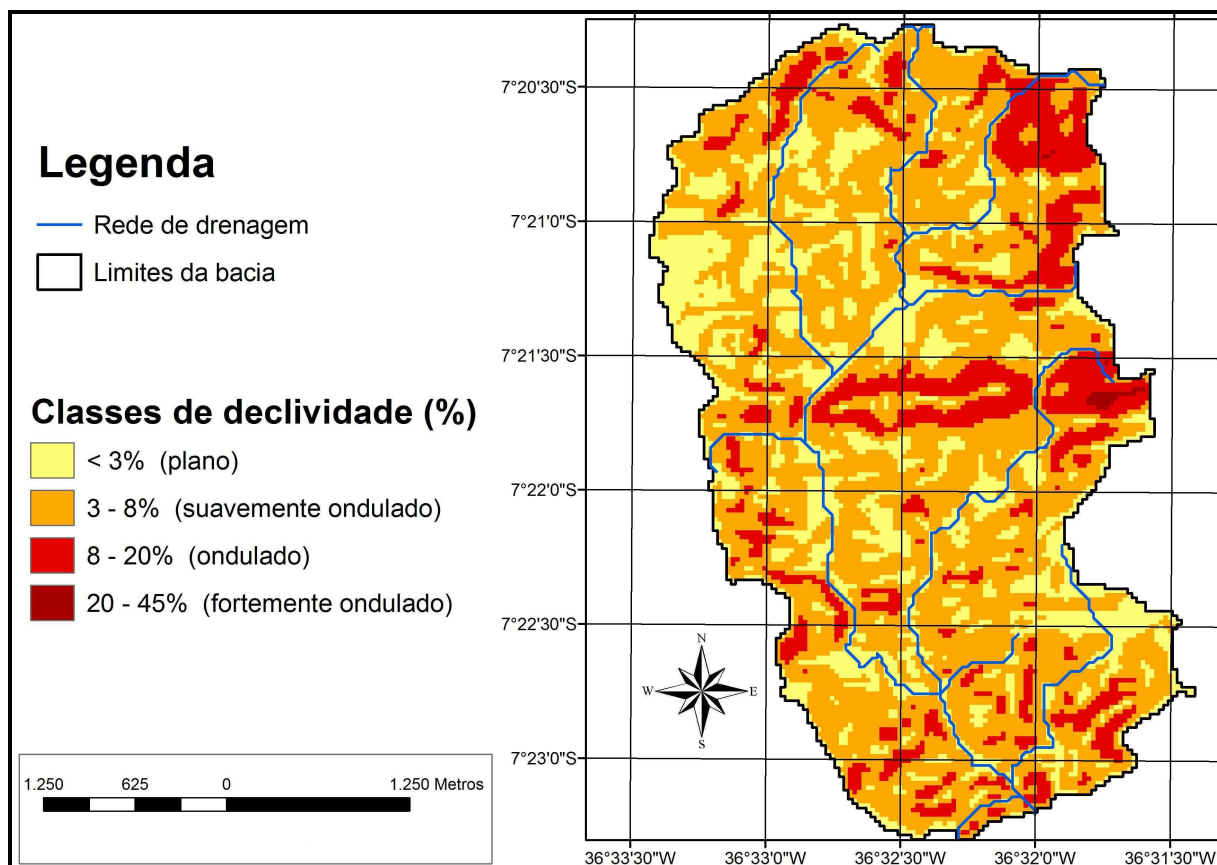


Figura 5.3: Mapa de declividade da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado. São João do Cariri – PB.

Nas áreas onde a declividade é mais elevada há uma suscetibilidade natural ao processo erosivo. Os interflúvios correspondem as áreas mais declivosas, permitindo concluir que há maiores velocidade de escoamento superficial e, não havendo cobertura vegetal nas encostas, característica esta predominante durante a estação seca no semiárido brasileiro, a erodibilidade é acentuada nestas áreas. A vegetação da Caatinga é caracterizada por perder suas folhas na estação seca, ficando rala e esparsa, diminuindo a interceptação das gotas da chuva, somando-se a este aspecto uma declividade acentuada, é potencializado o processo de perda e carreamento de solo. A partir das características do relevo, observa-se que há uma orientação da drenagem (canais, ravinas e tributários) no sentido Leste-Oeste (E-W), havendo uma contribuição prioritária desta porção para o curso principal da microbacia hidrográfica.

Almeida *et al.* (2010) dizem que as ramificações e ordens hierárquicas dos contribuintes ao exutório aumentam em bacias com substrato cristalino predominante, e encontrou para a bacia do Riacho Desterro, também localizada na mesorregião da Borborema, um relevo predominantemente plano a suave ondulado.

5.2. Índice de erosividade

Os resultados da análise da erosividade das chuvas (fator R da EUPS) para a microbacia hidrográfica do Riacho Namorado, São João do Cariri-PB, mostraram que o valor médio anual da erosividade da chuva encontrado para a área foi de $78,07 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, calculado para a média da série histórica de (1911-2010), e que de acordo com a conversão proposta por Foster *et al.* (1981), corresponde a uma perda de solo de $7,95 \text{ tm mm ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Considerando-se as classes de interpretação citadas por Carvalho (1994) *apud* Silva, Shulz & Camargo (2007), esse valor representa uma erosividade fraca.

Tal fato pode ser explicado pelas poucas precipitações ocorrentes na região durante o período de um ano, e quando estas ocorrem concentram-se nos meses da curta estação chuvosa (fevereiro, março e abril), sendo extremamente escassas e variáveis em alguns anos da série estudada. Além disso, este valor representa apenas o indicativo R da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), que utiliza outros parâmetros para a quantificação geral da perda de solos em uma dada região.

Na Figura 5.4 observa-se a distribuição mensal da erosividade da chuva e da precipitação pluvial para o ano de 2008, na microbacia do Riacho Namorado, ano para o qual foi estabelecida a relação entre o Coeficiente de Precipitação (C_c) e o Índice de erosão (I_e). Identifica-se que os meses de março, abril e maio apresentaram elevada precipitação e consequentemente intensidade de erosão. O valor do Índice de erosividade para o ano de 2008 foi de $143 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

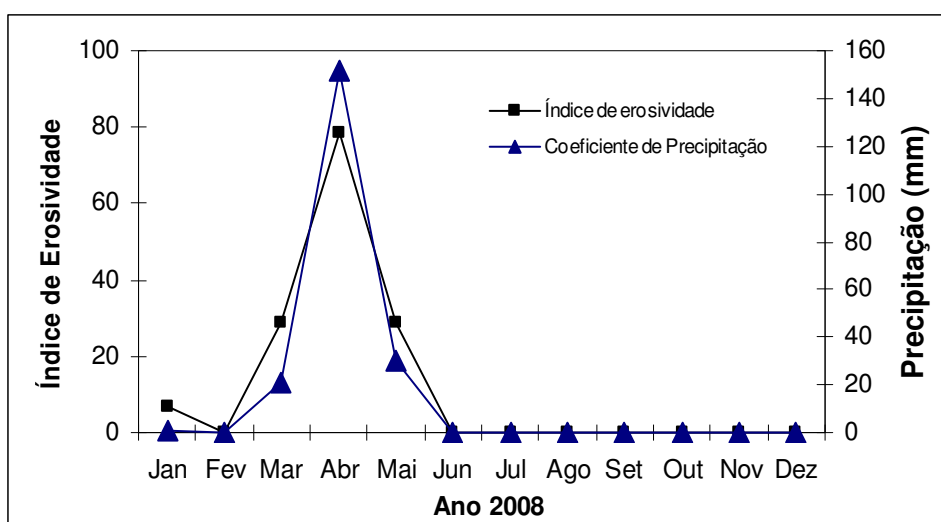


Figura 5.4: Valores mensais do Coeficiente de precipitação pluvial e do índice de erosividade para o ano de 2008. Microbacia do Riacho Namorado, São João do Cariri, PB.

Ressalta-se, contudo, a escassez ou mesmo inexistência de dados pluviográficos necessários para a obtenção da Intensidade máxima das chuvas em muitos países em desenvolvimento, a exemplo do Brasil e, ainda, a morosidade das análises dos diagramas dos pluviógrafos para o cálculo da energia cinética, destacando-se também a complexidade nos cálculos, que requer registros detalhados da precipitação. Assim, em razão da inexistência de registros satisfatórios, para o presente trabalho foi utilizado apenas os dados referentes ao ano de 2008.

Então, numa tentativa de ajustar o método para a região do cariri paraibano, foi realizada uma regressão (Fig. 5.5) entre o índice médio de erosão (I_e) e o coeficiente de chuva (C_c) apenas para o ano de 2008, em virtude da indisponibilidade de uma série maior de dados. Obteve-se um alto coeficiente de determinação ($R^2 = 0,9871$), conforme mostra a Figura 5.5, obtendo-se a seguinte equação:

$$I_e = -0,0044 (P_{mm}/P_{ma})^2 + 1,1846 (P_{mm}/P_{ma}) + 0,7962 \quad (5.1)$$

Em que: I_e = Índice de erosividade; P_{mm} = precipitação média mensal e P_{ma} = Precipitação média anual. Esta equação foi aplicada aos valores médios da série de (1911-2010).

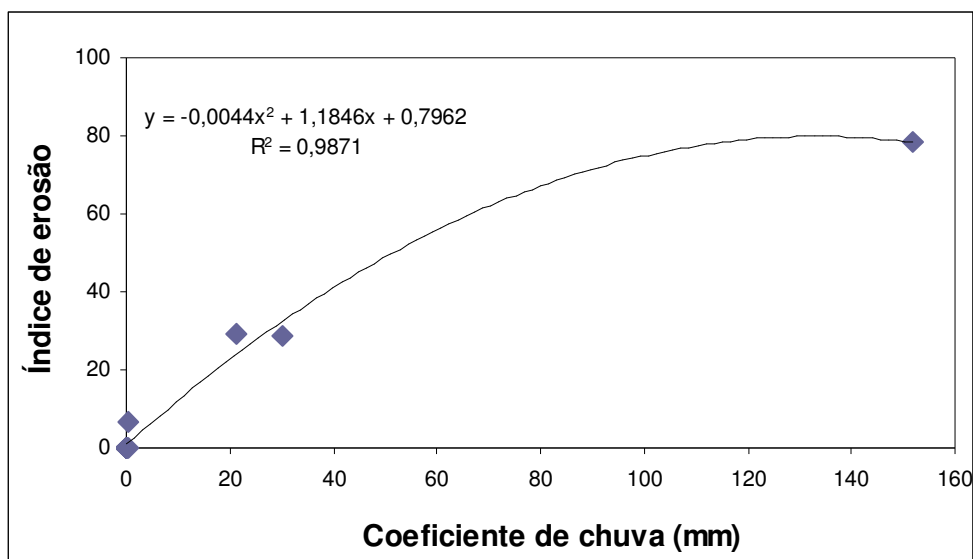


Figura 5.5: Regressão entre os valores do índice de erosão (I_e) e o coeficiente de chuva (C_c) na microbacia do Riacho Namorado, São João do Cariri - PB.

Observa-se na Figura 5.6 que os meses de fevereiro, março e abril são aqueles que apresentaram um maior valor de erosividade para a série analisada, coincidindo com os elevados valores precipitados, correspondendo a 73% do potencial erosivo anual. É possível identificar ainda que os índices de erosão são praticamente nulos nos meses que

correspondem as estações da primavera e os de início do verão. Isso se deve, obviamente, a baixa quantidade e intensidade de chuvas neste período.

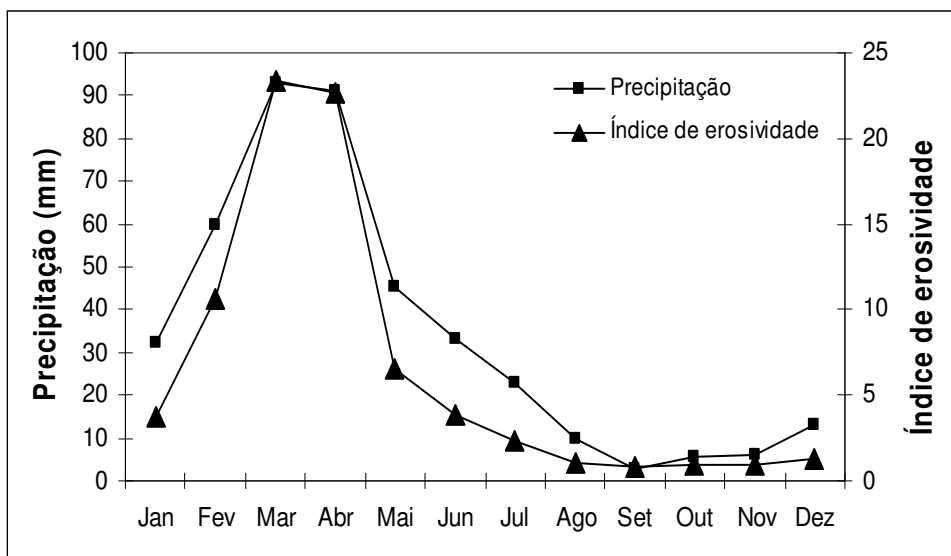


Figura 5.6: Médias mensais do índice de erosão da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado, São João do Cariri, PB, obtidas a partir das médias do período de 1911 a 2010.

O fato do maior índice de erosão ser no mês de março pode ser explicado por duas razões simples: a primeira por ser este o mês mais chuvoso da curta estação chuvosa para a região, e a segunda pelo fato de que as precipitações ocorrentes nessa época são torrenciais, com grande poder erosivo, característica esta comum aos eventos chuvosos ocorrentes de fevereiro a maio e ausente nos eventos de junho, julho e agosto para a região do cariri paraibano.

Observa-se na Figura 5.7 que devido a retirada da vegetação em algumas áreas, os processos erosivos são desencadeados e já são visíveis na área da microbacia. Um solo sem cobertura implica numa maior superfície de contato direto com os agentes naturais, o que provoca efeitos de maior aquecimento atmosférico, maior coeficiente de escoamento superficial da água da chuva e maior ação erosiva pelo impacto direto das gotas da chuva sobre o solo (splash) e pelo arraste de material pelo escoamento.



Figura 5.7: Erosões (ravinas) marcantes na microbacia do Riacho Namorado. São João do Cariri - PB. Foto colhida pela autora em: 01/09/2011.

Foi constatado que devido a abertura de estradas vicinais na microbacia hidrográfica, o solo fica exposto e suscetível aos processos erosivos, que por ocasião de fortes chuvas, favorecem o transporte elevado de sedimentos, provocando erosões tipo sulcos (Figura 5.8). A esse respeito Santana (2003) diz que as estradas de acesso internas e vicinais e os carregadores devem ser bem locados e conservados. As suas saídas laterais de água deverão ser destinadas a bacias de captação e acumulação. As obras para correção da erosão nas estradas das bacias incluem: retificação, acostamentos, ensaibramentos, correção de leitos, obras de drenagem, canais divergentes, etc.



Figura 5.8: Erosões tipo sulcos e consequente perda de sedimentos na microbacia do Riacho Namorado. São João do Cariri – PB. Foto colhida pela autora em: 01/09/2011.

5.3. Diagnóstico Socioambiental da microbacia do Riacho Namorado e circunvizinhança

Para a realização do Diagnóstico Socioambiental da Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado e sua circunvizinhança, e conseqüente levantamento das principais características sociais, econômicas e tecnológicas, foram aplicados 25 questionários aos proprietários das unidades rurais, conforme descrição da Tabela 5.2:

Tabela 5.2 - Número de questionários aplicados nas propriedades rurais

Micro-área do Agente Comunitário de Saúde	Nº de propriedades rurais da micro-área	Questionários Aplicados (%)	Comunidades Rurais das micro-áreas
10	58	19 (32,7%)	Siriema, Riacho do Piancó, Contendas, Malhada da Ema, Barbosa, etc.
3	44	6 (2,64%)	Riacho dos Cachorros, Saco, Fazenda e Sítio Boa Vista, Olho d'água, etc.

5.3.1. Aspectos Sociais

As variáveis que foram analisadas para realização do diagnóstico social foram: demografia, nível de instrução, habitação e participação em organizações sociais. O diagnóstico realizado constatou que há uma predominância de homens (58,9%) em relação às mulheres (41,1%), na área da microbacia do Riacho Namorado e na sua circunvizinhança, no município de São João do Cariri-PB. Foram contabilizados 90 residentes na área de estudo, constituindo uma amostragem representativa das principais características das condições de vida nas comunidades rurais dessa região.

Na Figura 5.9 são observadas as faixas etárias dos entrevistados, constatando-se que a representação da faixa correspondente aos 15-25 anos é a mais elevada. No entanto, destaca-se também um percentual considerável compreendido nas faixas dos (37 a 47 anos) e (48 a 59 anos), ambas equivalendo a 20,2%.

Este indicador revela que apesar das condições adversas, como falta de emprego e de oportunidades para estudar, condições estas alegadas pelos entrevistados durante as visitas, uma população jovem ainda tem permanecido na área rural, demandando empenho e organização de políticas públicas para evitar o êxodo, fazendo com estes jovens tenham perspectivas de desenvolvimento em seu local de origem.

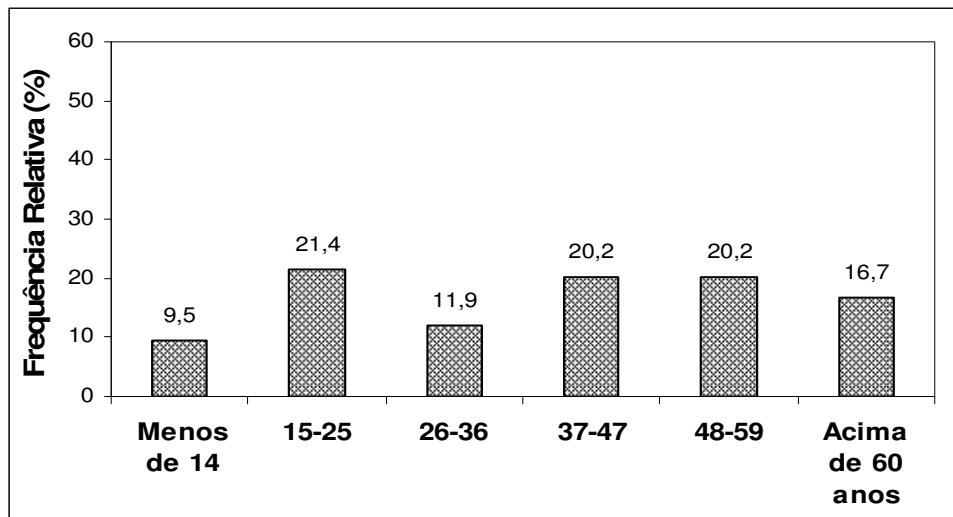


Figura 5.9: Faixa etária da população que reside na área de abrangência da microbacia hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB.

Com relação ao nível de escolaridade foi observado que 94,9% dos entrevistados são alfabetizados (Figura 5.10), sendo que 41% possuem somente até o quinto ano incompleto, portanto um nível de escolaridade baixo encontrado para a região. O indicativo “outro” refere-se ao nível de terceiro grau e de crianças que ainda não estão estudando. Porém, se considerados outros estudos de localidades relativamente próximas a área de São João do Cariri, como Marinho, Monteiro & Almeida (2009) que em diagnóstico realizado nas comunidades que circundam a microbacia hidrográfica do açude Epitácio Pessoa, município de Boqueirão, observaram um percentual de 40,0% de pessoas não alfabetizadas.

Diante desse panorama, ressalta-se a necessidade da criação de cursos de alfabetização e de educação de jovens e adultos que atendam a essa população, bem como a criação de cursos técnicos profissionalizantes para os mais jovens, através de projetos sociais de geração de emprego e renda, com o objetivo de estimular a permanência dos mesmos nas propriedades.

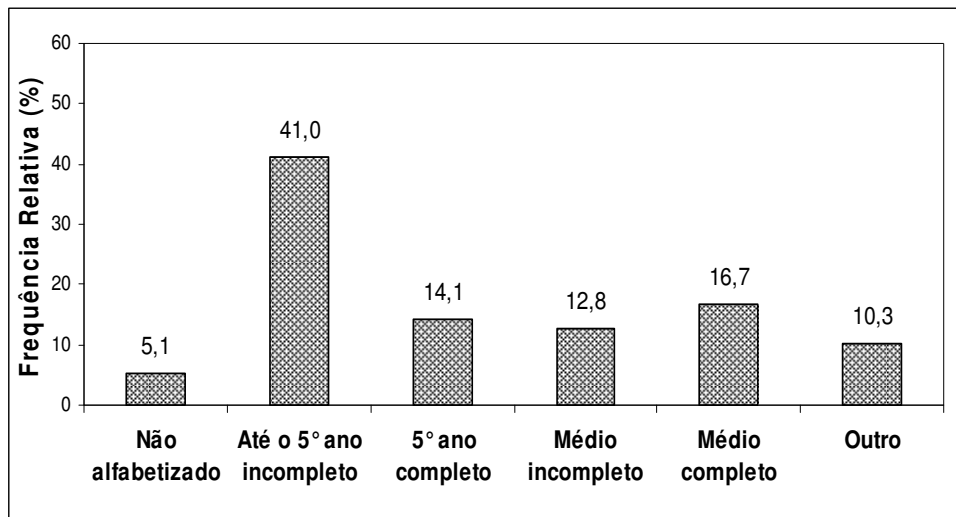


Figura 5.10: Grau de escolaridade da população entrevistada na microbacia hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB.

Foi constatado um bom percentual de entrevistados considerados da própria região. Cerca de 52% moram na região a mais de 10 anos, 24% dos moradores são nativos, com uma média de aproximadamente 20 anos de moradia no local (Figura 5.11). Quanto maior o tempo de residência no local, certamente mais visíveis são as ações de preservação dos recursos naturais e a relação mais harmoniosa com a Terra, devido ao sentimento de pertencimento àquele local.

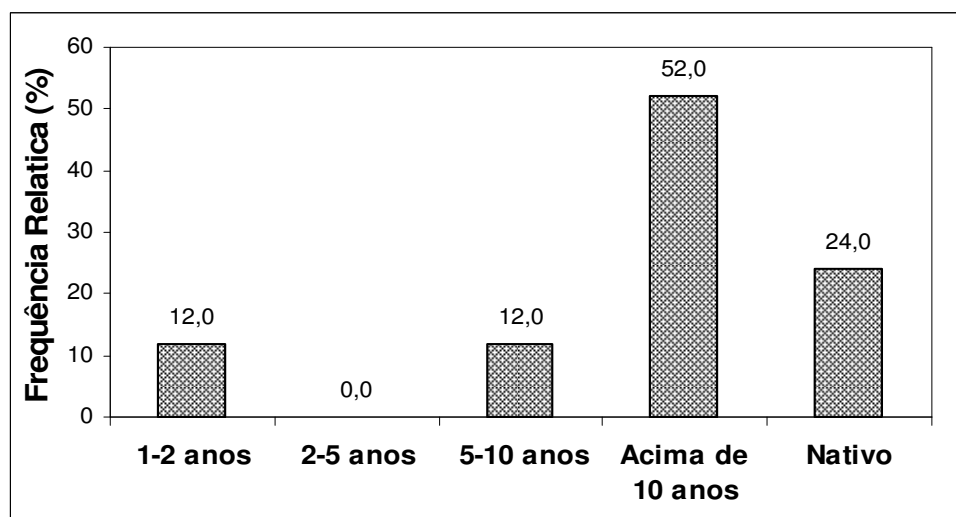


Figura 5.11: Estimativa do tempo de residência na região da microbacia hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB.

Foi observado que os integrantes das famílias trabalham na propriedade, constituindo relações de cooperação para compor a renda familiar, embora haja uma reclamação de que faltam empregos formais, o que ocasiona limitações econômicas.

As variáveis relacionadas a condição em relação a posse da propriedade evidenciaram que 76% dos entrevistados são proprietários das terras e 20% são parceiros, que trabalham em condições assalariadas residindo nas propriedades dos patrões, cuidando dos rebanhos dos mesmos, impedidos muitas vezes de terem os seus próprios rebanhos, mas liberados para praticarem agricultura de subsistência. A condição “outra” refere-se à Fazenda da UFPB, conhecida também como Bacia Experimental ou Bacia Escola, que é utilizada como unidade de pesquisas acadêmicas, tendo um fluxo médio semanal de 8 pessoas, contabilizando-se estudantes e funcionários (Figura 5.12):

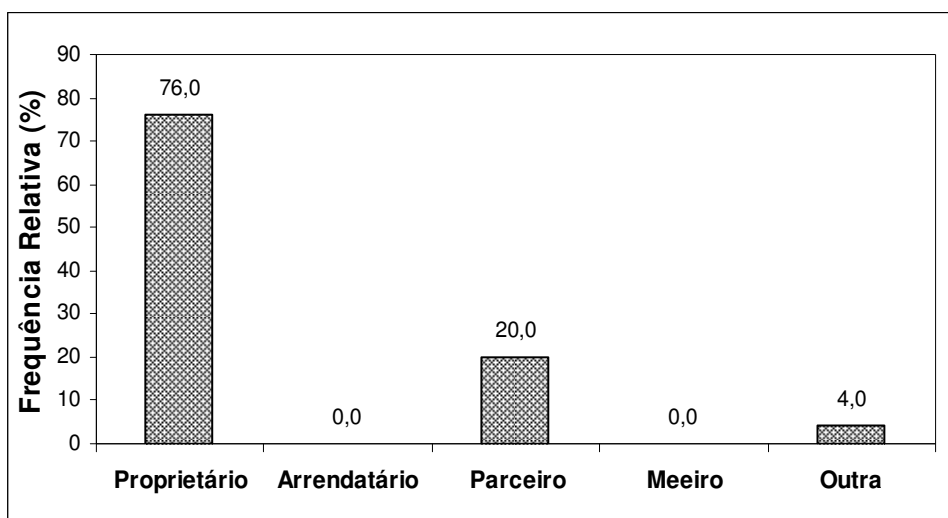


Figura 5.12: Relação de posse da Terra na microbacia hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB.

Alves *et al.* (2011) em Diagnóstico socioambiental realizado para a microbacia do Rio do Saco, Santa Luzia PB, também encontraram o maior percentual para a condição de proprietário da Terra (48,27%), revelando uma boa característica social para a região.

O tamanho das propriedades da microbacia do Riacho Namorado e da sua circunvizinhança é demonstrado na Figura 5.13. Observa-se que, de modo geral, as propriedades são pequenas, não caracterizando uma concentração fundiária para a região. Salienta-se que as cinco primeiras propriedades estão contidas na área da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado.

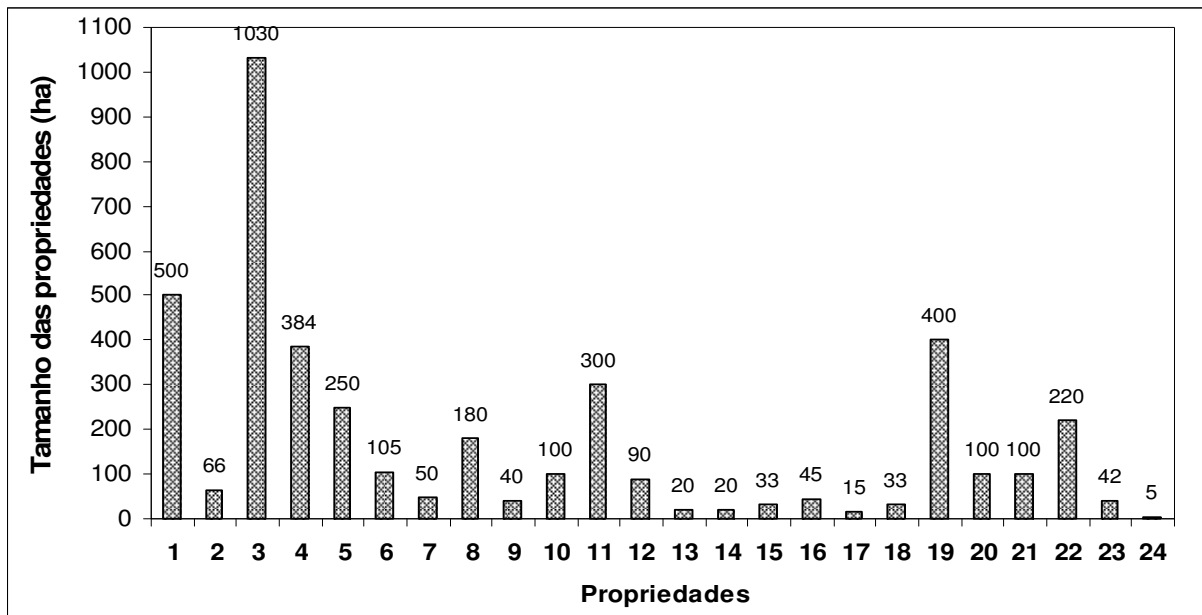


Figura 5.13: Tamanho das propriedades na microbacia hidrográfica do Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB.

A estrutura física das residências, de maneira geral, mostrou-se satisfatória, pois 100% das residências apresentaram cobertura de telha em bom estado, revelando um potencial para captação de água de chuva, como de fato ocorre. O tipo de habitação identificado foi alvenaria em bom estado para todas as residências, com bom acabamento, diminuindo assim a vulnerabilidade e riscos da população as doenças decorrentes da insalubridade.

Outro elemento investigado que apontou indicação de 100% para a região foi a cobertura de energia elétrica, o que favorece uma melhoria das condições de vida nas propriedades rurais. Não foi identificada nenhuma produção alternativa de energia.

No que concerne ao tipo de fogão utilizado predominou aquele cuja fonte de energia é o gás GLP associado a lenha, sendo que dentre as duas fontes, foi mencionado o uso mais frequente da lenha. A lenha foi apontada como única fonte de energia por 20% dos entrevistados (Figura 5.14), ficando evidente a pressão que essa população exerce sobre os recursos vegetais na região, provocando a diminuição das espécies nas proximidades das residências. Não há preferência por espécies vegetais para utilização como fonte energética, sendo utilizadas aquelas que mais facilmente são encontradas. As espécies citadas como mais utilizadas foram: marmeleiro (*Croton sonderianus* Müll. Arg.), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.), aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) e algaroba (*Prosopis juliflora*).

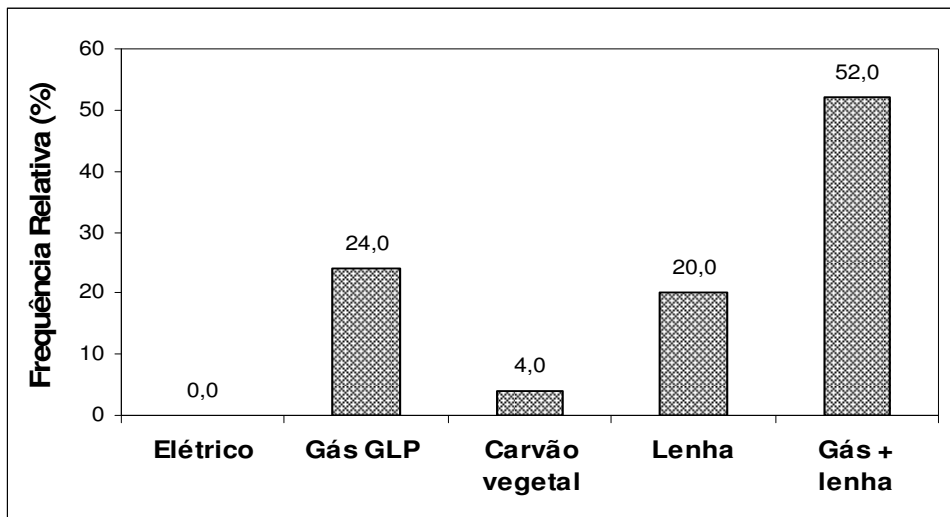


Figura 5.14: Tipo de fogão e utilização energética nas residências da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB.

Convém ressaltar que em estudo realizado anteriormente, Teles (2005) evidenciou que no município de São João do Cariri 76% das residências da zona rural utilizava lenha como combustível e 79 % destas utiliza de seis a sete dias por semana, de modo que essa realidade energética, no universo rural em estudo, ainda predomina até os dias atuais (Figura 5.15). Apenas as propriedades localizadas mais próximas a sede urbana municipal usam o gás GLP, certamente devido a logística facilitada de acesso a este recurso energético.



Figura 5.15: Lenha retirada para o consumo doméstico na área da microbacia do Riacho Namorado, São João do Cariri – PB. Foto colhida pela autora em: 31/08/2011.

De acordo com a Figura 5.16, a fonte de água mais utilizada para beber e para o consumo doméstico é a de Cisterna (48%). As residências que não dispõem desse reservatório informaram o desejo de adquirir essa tecnologia de convivência com a região semiárida. Um

percentual significativo (28%) utiliza a água dos pequenos reservatórios (açudes) dispostos ao longo da rede de drenagem e ainda 20% utilizam água de poços artesanais (Figura 5.17A e B).

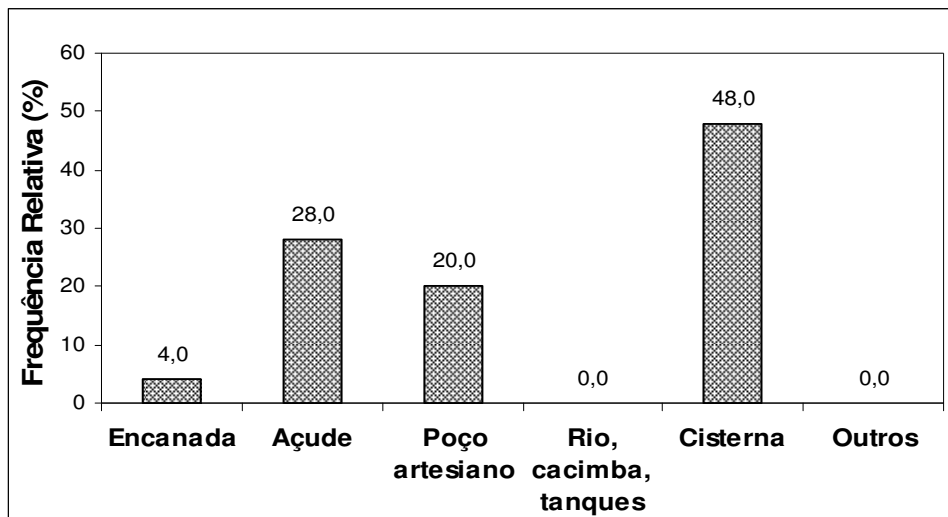


Figura 5.16 - Tipos de fonte de água utilizados nas propriedades rurais da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB.

Algumas das cisternas foram construídas através do programa 1 Milhão de cisternas (P1MC), coordenado pela Articulação no Semi-Árido Brasileiro (ASA) Brasil, que é uma rede formada por várias organizações da sociedade civil (Figura 4.17B). As demais cisternas foram construídas com recursos próprios dos moradores, através da mobilização social da comunidade.



Figura 5.17 A e B: Poço artesiano e Cisterna anexa a residência. Microbacia hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB. Fotos colhidas pela autora em: 01/09/2011.

Quando a fonte de água é açude, o transporte é feito através de carroças movidas a força de animais. Esse tipo de abastecimento demanda tempo dos proprietários rurais, sendo uma das primeiras atividades realizadas no dia.

Barros (2010) diz que as águas dos pequenos açudes no semiárido estão sendo subutilizadas porque ocorrem perdas por evaporação e vertimento que poderiam ser minimizadas pela implantação de usos como a piscicultura extensiva e a agricultura irrigada que trariam benefícios sociais e econômicos para a região, possibilitando o melhoramento do aproveitamento destes recursos hídricos, isso teria um significativo impacto sobre a fixação do homem no campo e o desenvolvimento da região rural.

Todos os entrevistados informaram que o tratamento da água é realizado com Cloro (Cl), distribuído pelos Agentes Comunitários de Saúde (ACS), e acrescentaram que em períodos de escassez hídrica o abastecimento é feito por carros pipas, cuja procedência da água é desconhecida. Esse abastecimento ocasional da operação pipa é feito pelo Exército Brasileiro, que não distribui a água em todas as propriedades, ficando muitas famílias condicionadas a comprar água para o suprimento de suas necessidades. Para uma população não abastada economicamente, esse fato gera vários problemas e dificuldades sociais, ficando clara a problemática da insegurança hídrica na região.

Foi constatado também que as condições sanitárias são deficitárias nas propriedades rurais. No quesito destino dos dejetos observa-se que em 56% das propriedades a eliminação é livre (Figura 5.18), ocasionando risco de contaminação das águas superficiais. As fossas sépticas rudimentares foram identificadas em 44% das propriedades.

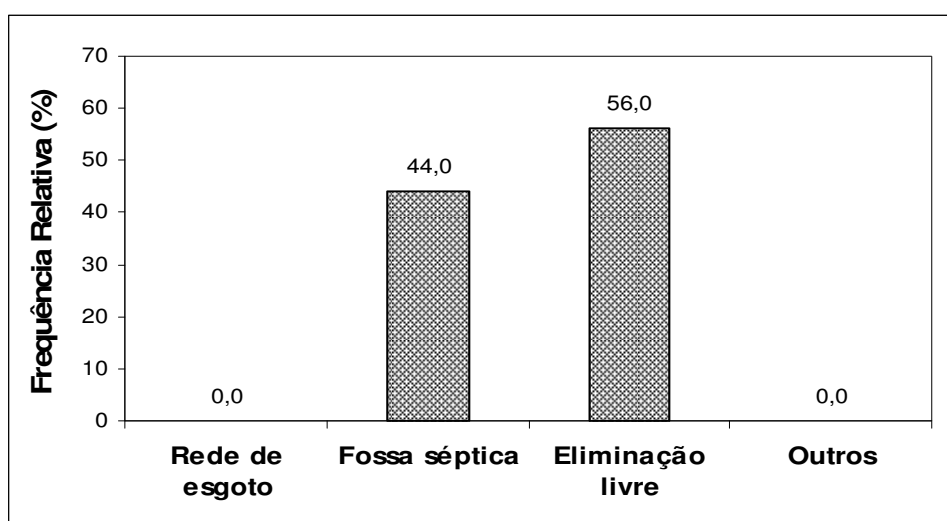


Figura 5.18: Destino dos dejetos (esgoto) na microbacia hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB.

A Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007, denominada Lei do Saneamento Básico, estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e institui a Política Federal de Saneamento Básico, que tem como primeiro objetivo a universalização do acesso ao saneamento básico, abrangendo a zona urbana e a zona rural dos municípios. O saneamento básico é um dos principais indicadores da qualidade de vida e do desenvolvimento econômico e social.

Com relação a eliminação dos resíduos sólidos, com exceção da Fazenda Universitária da UFCG/UFPB, que por localizar-se próxima a sede urbana do município de São João do Cariri –PB tem seus resíduos coletados pela prefeitura municipal, dentre outros benefícios como água encanada, as demais propriedades queimam ou eliminam os resíduos livremente no meio ambiente (60% e 36%), respectivamente (Figura 5.19):

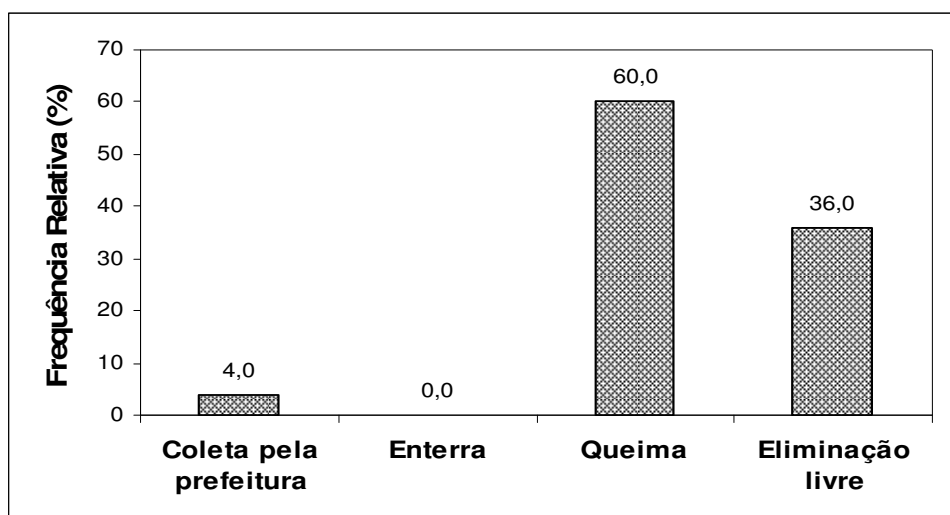


Figura 5.19: Eliminação dos resíduos sólidos na microbacia hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança, São João do Cariri – PB.

Os resíduos sólidos apresentam-se como uma questão problemática, pois não há recolhimento por parte da prefeitura. Essa realidade pode ser modificada a partir da implantação de coletores seletivos bem como práticas de educação e conscientização ambiental que visem a minimização da contaminação local, que inclusive pode trazer prejuízos a saúde. Essa situação crítica sanitária também foi identificada por Melo (2010) para as sub-microbacias do Riacho do Tronco, em Boa Vista-PB, tendo em vista que as propriedades não disponibilizam de rede de esgoto, utilizando fossas sépticas, cujo percentual médio é 53,1%. Com relação aos resíduos sólidos, em média 78,9% dos entrevistados enterram ou queimam os mesmos, por não haver sistema de coleta, isso quando não eliminam livremente no ambiente.

Dos entrevistados no presente estudo, 64% não utilizam agrotóxicos em seus cultivos. Os que fazem a administração desses defensivos agrícolas têm o conhecimento de que não devem descartar as embalagens livremente no meio ambiente, portanto queimam (24%) ou enterram (12%), como se observa na Figura 5.20. Porém, o correto e recomendado é a devolução das embalagens nos locais de compra, mas já existe uma conscientização mínima de não jogar diretamente no solo ou nos corpos hídricos.

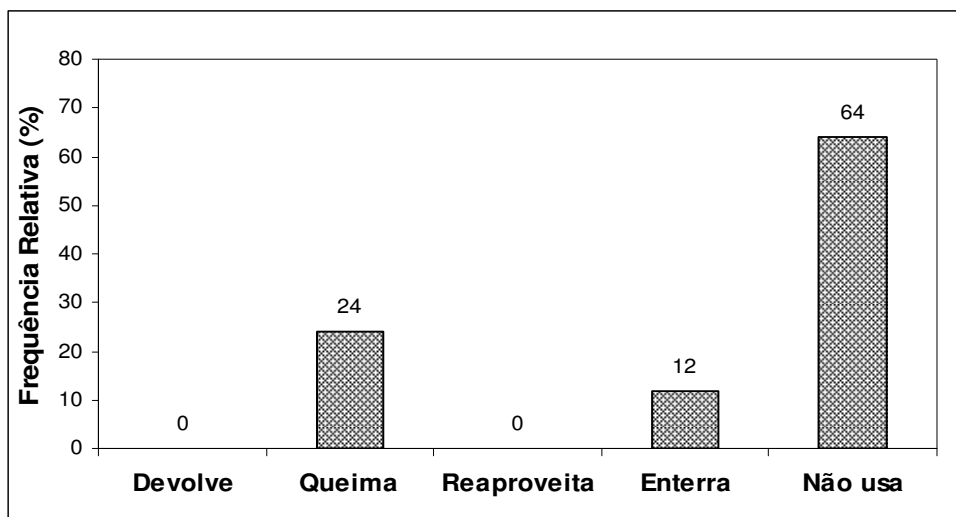


Figura 5.20: Eliminação de embalagens de agrotóxicos na Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado e circunvizinhança, São João do Cariri – PB.

Quanto a variável participação em organização social, apenas 40% estão integrados em alguma forma de organização social (Tabela 5.3). A Associação Tanques, a Associação do Sítio Floresta, a Cooperativa de Mulheres de São João do Cariri, a Associação de Caprinocultores de São João do Cariri e o Sindicato dos trabalhadores rurais foram as associações citadas. Tanques e Floresta são povoados rurais vizinhos as propriedades visitadas. A articulação social é sem dúvidas uma estratégia de organização capaz de prover melhorias das condições de vida para uma determinada região.

A associação dos Caprinocultores de São João do Cariri recolhe e armazena o leite que é produzido nas propriedades, que por sua vez é comercializado com representantes do Programa Leite da Paraíba do Governo do Estado. A Associação Tanques possui mobilização social para construção de cisternas.

Apesar dessas duas ações, essas entidades sociais devem ser mais ativas na busca de melhorias para região, buscando promover uma dinâmica econômica maior e possibilitando a formação e capacitação dos proprietários rurais, pois o capital social organizado possui maior representação e força junto aos gestores públicos municipais, estaduais e federais.

Tabela 5.3: Caracterização da participação da população nas organizações sociais. Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado e circunvizinhança, São João do Cariri – PB.

Participação em organização social	(%)
Participam	40
Não Participam	60

5.3.2 Aspectos econômicos

As variáveis observadas para composição do diagnóstico econômico foram: a produção agrícola, produção (quantidade) de animais, animais de trabalho, uso econômico da vegetação, comercialização dos produtos, crédito e rendimentos. As práticas de produção agrícola estabelecidas na região estão relacionadas ao cultivo de mais de três produtos, conforme resposta de 48% dos proprietários, ficando definida a tradição agrícola na região, ainda que as condições climáticas não sejam tão favoráveis (Tabela 5.4).

Tabela 5.4: Quantidade dos produtos agrícolas cultivados. Microbacia Hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB.

Quantidade de produtos agrícolas cultivados	(%)
0-1 produto	8
2-3 produtos	44
Mais que três produtos	48

Os principais cultivos informados foram milho e feijão. Como cultivos secundários foram identificados a produção de batata, sorgo e melancia. A palma e o capim são plantados para serem utilizados como suporte forrageiro, ocupando parte das terras nas propriedades. Nas Figuras 5.21 (A e B) são visualizados alguns dos cultivos existentes na Microbacia do Riacho Namorado.

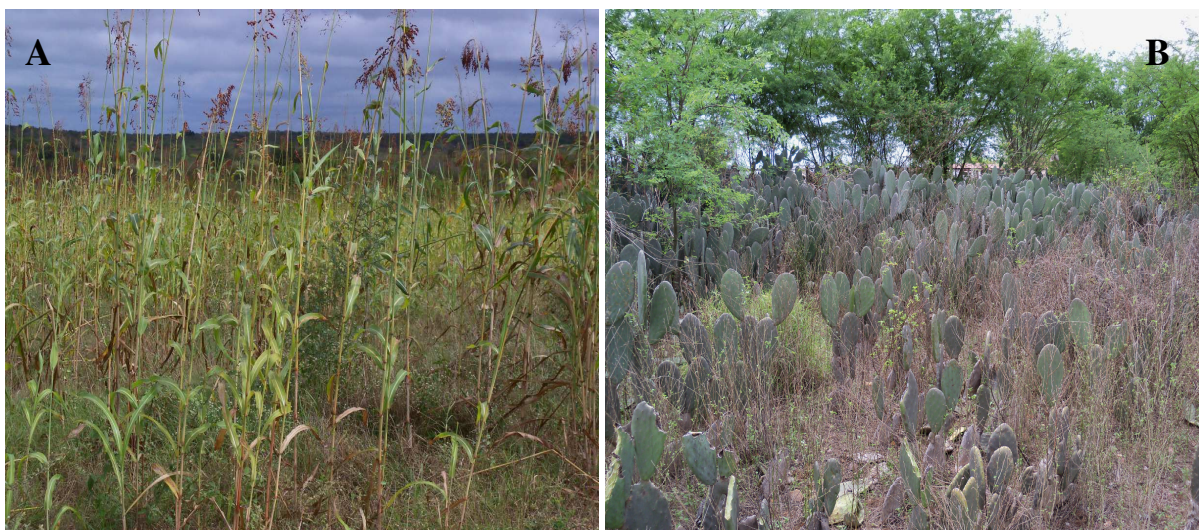


Figura 5.21A e B: Plantação de sorgo e de palma na microbacia. Fotos colhidas pela autora em: 01/09/2011.

Constatou-se ainda que 56 % dos proprietários realizam produção de horta em cultivo de subsistência, com destaque para o cultivo de frutíferas, como: laranjeira, goiabeira, bananeira, cajueiro e limoeiro e ainda verduras (coentro e cebola). Apesar das exigências das espécies vegetais, é muito importante a plantação de fruteiras e hortaliças, para o fornecimento de frutas, verduras e legumes, tão essenciais na dieta alimentar humana.

No que diz respeito à Produção animal (quantidade), o rebanho predominante é o de ovinos, seguido do rebanho caprino, conforme demonstrado na Tabela 5.5:

Tabela 5.5: Quantidade de animais por propriedade rural da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado e circunvizinhança, São João do Cariri – PB.

Rebanhos	Percentual dos entrevistados em relação aos rebanhos (%)	Total de animais
Caprinos	76	1316
Ovinos	64	1452
Suínos	44	33
Bovinos	76	497
Aves	68	275
Animais de trabalho	Percentual dos entrevistados em relação aos rebanhos (%)	Total de animais
Equinos	64	46
Bois de carroça ou arado	72	23

Os rebanhos assim como a agricultura na região são destinados a subsistência, não havendo praticamente excedente e comercialização da produção. Quando há necessidade de capital, realiza-se a venda de alguns animais para o levantamento de recursos financeiros.

No tocante a cobertura vegetal, 88% informaram que as propriedades mantêm mais da metade da vegetação de origem das terras, a caatinga. Porém, acrescentaram a introdução de novas espécies como a algaroba (*Prosopis Juliflora* DG) e o Nim (*Azadirachta indica*), este último ainda pouco distribuído na região. A área da microbacia do Riacho Namorado, como também as propriedades circunvizinhas estão intensamente colonizadas pela algaroba, principalmente nas margens dos rios.

A Algaroba foi introduzida no semiárido e, naturalmente, através do transporte de sementes pelas águas e pelas fezes de animais, houve um aumento considerável do número dessa espécie nas margens do rio Paraíba, ocupando espaços de reprodução de espécies nativas, como por exemplo, a Craibeira ou Caraúba (*Tabebuia caraiba* Bur), dentre outras..

Segundo Teles (2005) o processo de invasão de um ecossistema por uma espécie exótica se dá quando a espécie introduzida se adapta, passando a se dispersar e a alterar o ecossistema. Na caatinga, a introdução da Algaroba (*P. juliflora*), trazida com o objetivo de constituir uma alternativa econômica para a região, resultou em um processo que já foi classificado como de invasão, segundo vários estudos realizados. Uma espécie exótica é capaz de produzir profundas alterações nos processos ecológicos locais, de modo que é necessário um manejo adequado para evitar a proliferação da mesma.

O uso econômico da vegetação é intenso na região, onde 68% da população (Figura 5.22) utilizam as espécies vegetais nativas e exóticas para a construção de cercados bem como para utilização como fontes energéticas. Embora para muitas famílias a lenha seja a única fonte energética disponível, essa prática deve ser combatida tendo em vista o desmatamento e a pressão sobre os recursos vegetais causados ao longo dos anos, principalmente das espécies nativas

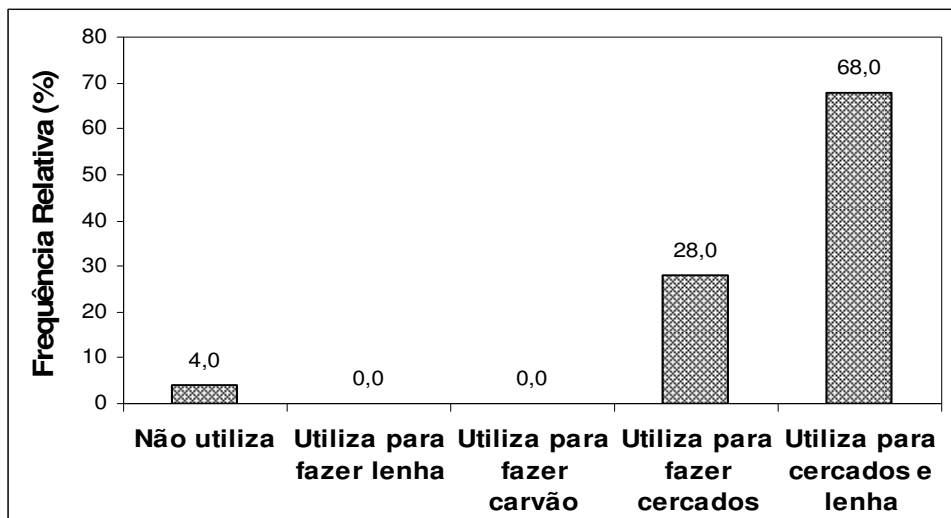


Figura 5.22: Uso econômico da vegetação na microbacia hidrográfica Riacho do Namorado e circunvizinhança, São João do Cariri – PB.

Melo (2010), que também encontrou valor médio elevado (70,6%), relacionado a utilização de lenha, para as microbacias do Riacho do Tronco, Boa Vista-PB, acrescenta que é preocupante o fato de que, no semiárido como um todo, a lenha e o carvão não são utilizados apenas para socorrer as necessidades das populações mais pobres, são na verdade usadas em escala comercial para o funcionamento de atividades econômicas, como fornos de padarias, que demandam grande quantidade energética.

Historicamente a degradação do bioma Caatinga vem se acentuando. A pecuária é intensa desde os primórdios, com a interiorização do gado para o “sertão” provocando, desde épocas remotas até os dias atuais, um sobrepastoreio, sem manejo adequado. A infra-estrutura para essa atividade, os currais e cercados, foram feitos utilizando-se estacas e mourões cuja origem são as espécies vegetais nativas, conforme é visto na Figura 5.23:



Figura 5.23: Cerca de faxina típica das propriedades rurais da microbacia hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB. Foto colhida pela autora em: 31/08/2011.

Os proprietários informaram ainda que vendem a madeira da algaroba, sendo esta alternativa apontada como uma importante maneira de melhorar a renda familiar. Atualmente a Superintendência de Administração do Meio Ambiente, órgão ambiental do Estado da Paraíba, com sede em Campina Grande, licencia a exploração da madeira dessa espécie. Antes esse licenciamento era feito pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

Essa prática pode ser danosa, na medida em que deixa o solo descoberto, suscetível ao processo de erosão. Além do mais, as espécies menores, consorciadas com a algaroba, podem ser devastadas por ocasião da derrubada e retirada da madeira.

A identificação da atividade principal da propriedade foi realizada a partir da indicação predominante feita por cada entrevistado. Todas desenvolvem simultaneamente atividades de pecuária e agricultura, no entanto, uma dessas atividades se sobressai em relação a outra. Para a área de estudo, 72% dos proprietários afirmaram que a agricultura é ainda a atividade principal, enquanto 24% indicaram a pecuária (Figura 5.24). Devido às condições climáticas da região, a agricultura é praticada de maneira incerta, (cultivo de sequeiro, temporário) subordinada as condições de umidade naturais, que limitam muito a produção local. Na pecuária destacam-se os rebanhos ovinos e caprinos, estes últimos são espécies bastante adaptadas as condições ambientais locais.

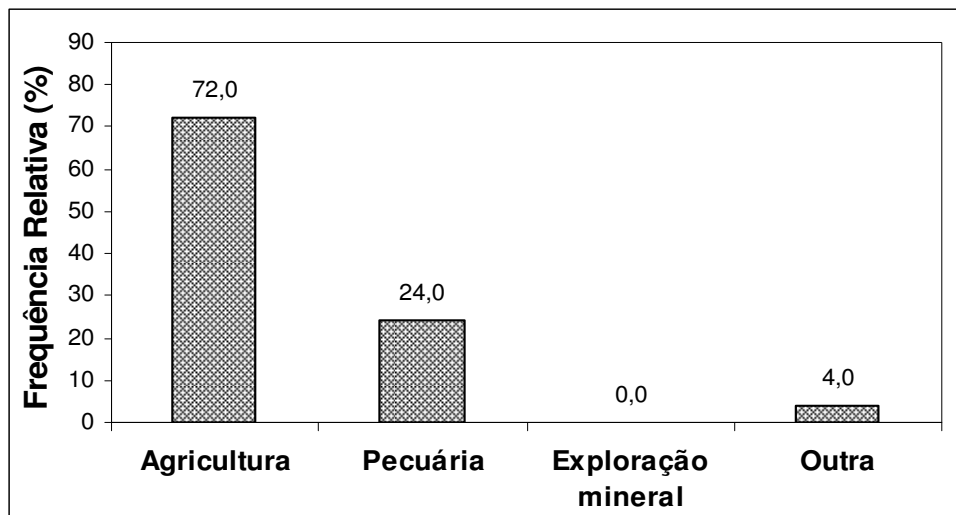


Figura 5.24: Principal atividade das propriedades na Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado e circunvizinhança, São João do Cariri – PB.

O indicativo “outra” corresponde a função exercida pela Fazenda da UFPB, que representa um ambiente de pesquisas, constituindo um laboratório natural, mas que dispõe de expressiva criação de caprinos e ovinos.

No tocante a questão da renda foi observada que há uma predominância do valor mínimo, em que (64%) das pessoas recebem apenas valores que correspondem até um salário mínimo. Ninguém recebe três ou mais salários mínimos, ficando um percentual de 36% com renda entre um e dois salários (Figura 5.25).

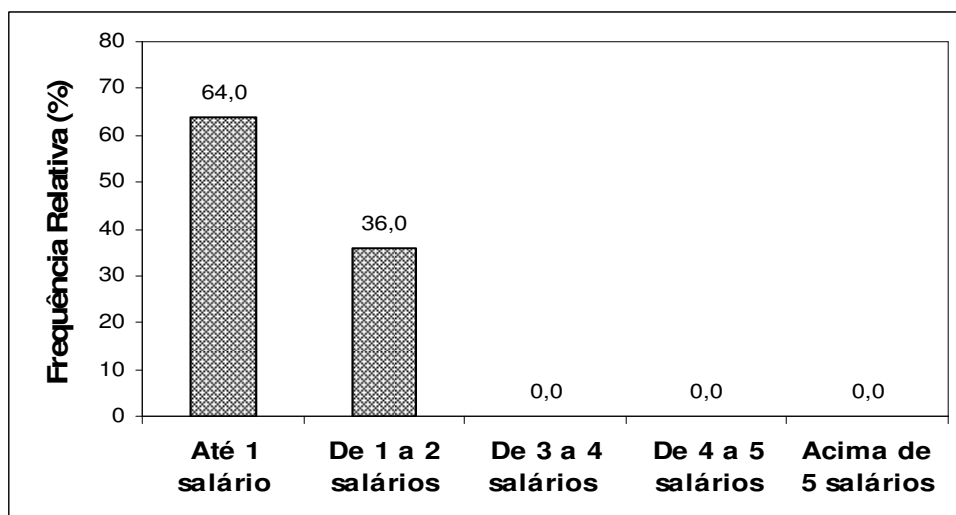


Figura 5.25 - Demonstração da Renda familiar na Microbacia Hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB.

Para complementação das informações referentes à composição da renda da comunidade, indagou-se sobre o recebimento de bolsas ou auxílios do governo e se existem aposentados no núcleo familiar. Deste modo, foi constatado que 48% recebem esses benefícios, identificados como: Bolsa família e Seguro Safra, e 60% dos entrevistados moram

com aposentados (Tabela 5.6). Sendo assim, essas fontes de renda “fixas” permitem um certo planejamento orçamentário, não ficando na dependência somente da produção agropecuária da propriedade, que muitas vezes é insuficiente para a manutenção e atendimento das necessidades básicas das famílias.

Tabela 5.6: Composição e origem da renda familiar na Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado e circunvizinhança, São João do Cariri – PB.

Recebe algum auxílio do Governo?		Mora com aposentados?	
Sim	48%	Sim	60%
Não	52%	Não	40%

Quando questionados sobre a venda da produção, 68% afirmaram que desenvolvem uma pecuária e agricultura de subsistência, e quando precisam vender algum excedente, os varejistas locais são os mais procurados. A Figura 5.26 permite essa compreensão:

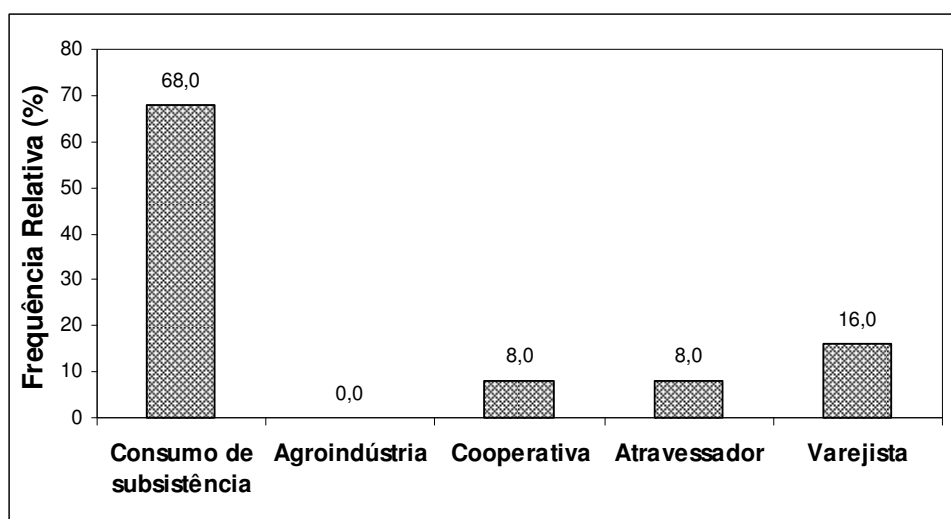


Figura 5.26: Venda da produção agropecuária na Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado e circunvizinhança, São João do Cariri – PB.

Com relação à acessibilidade ao crédito, observa-se na região que 76% das pessoas não tem fonte de crédito. Foi constatado durante as entrevistas que os proprietários evitam ao máximo recorrer a empréstimos, que são oferecidos a juros elevados. Mas quando precisam de capital extra, 16% optam pela aquisição junto aos bancos formalizados, enquanto 8% procuram agiotas, conforme Figura 5.27:

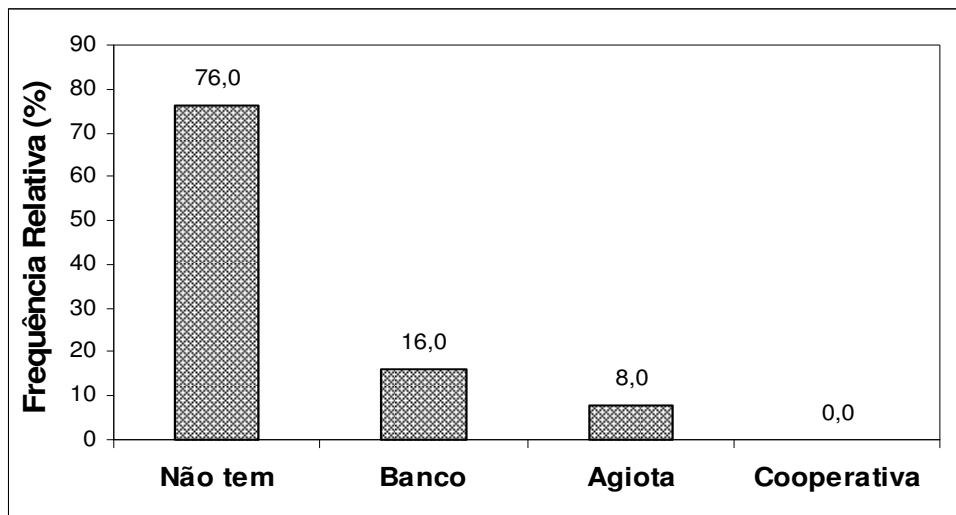


Figura 5.27: Fonte disponível de crédito para população na Microbacia Hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB.

5.3.3. Aspectos Tecnológicos

Os aspectos tecnológicos versaram sobre as práticas e equipamentos utilizados para melhorar a produção e as condições de vida locais, como por exemplo, o recebimento de assistência técnica, uso de irrigação, posse de máquinas agrícolas, dentre outras. A Tabela 5.7 informa sobre a visita de técnicos da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural da Paraíba (EMATER), ou de alguma outra entidade de fornecimento e divulgação de conhecimentos técnicos e apoio ao produtor, que é fundamental para acompanhar os processos rurais, que conduzam a um desenvolvimento sustentável. A referida Tabela indica que (68%) das propriedades não recebem visitas desses técnicos, ficando assim a população desassistida. Apenas 32% recebem estas visitas, mas a regularidade é necessária.

Figura 5.7: Recebimento de assistência técnica na Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado e circunvizinhança, São João do Cariri – PB.

Assistência Técnica e Extensão Rural	%
Ocasional	32
Não recebe	68

Com relação ao uso de agrotóxicos, (80%) dos entrevistados disseram não fazer uso, enquanto (20%) informaram utilizar para combater algum tipo de praga que atinge as plantações (Figura 5.28). Uma preocupação relatada durante a pesquisa foi quanto a cochonilha, que já atinge áreas próximas as propriedades visitadas.

A cochonilha é um pequeno inseto conhecido como piolho ou cochonilha da palma que infesta as raquetes de palma com suas colônias protegidas por escamas de coloração marrom clara ou areia, modificando completamente o aspecto da palma. O inseto suga a

planta para se alimentar, enfraquecendo a mesma e provocando o amarelecimento e morte das raquetes. Se nenhuma medida de controle for aplicada, a praga destrói todo o palmar. Um dos métodos mais indicados para combater a cochonilha é através do controle biológico, onde são usados os inimigos naturais - predadores (joaninhas, vespinhas), que se alimentam da cochonilha (IPA, 2011). Assim, se faz necessária a assistência técnica mínima aos produtores rurais, visando diminuir as limitações a sua produção, conscientizando-os das práticas agroecológicas de combate a cochonilha.

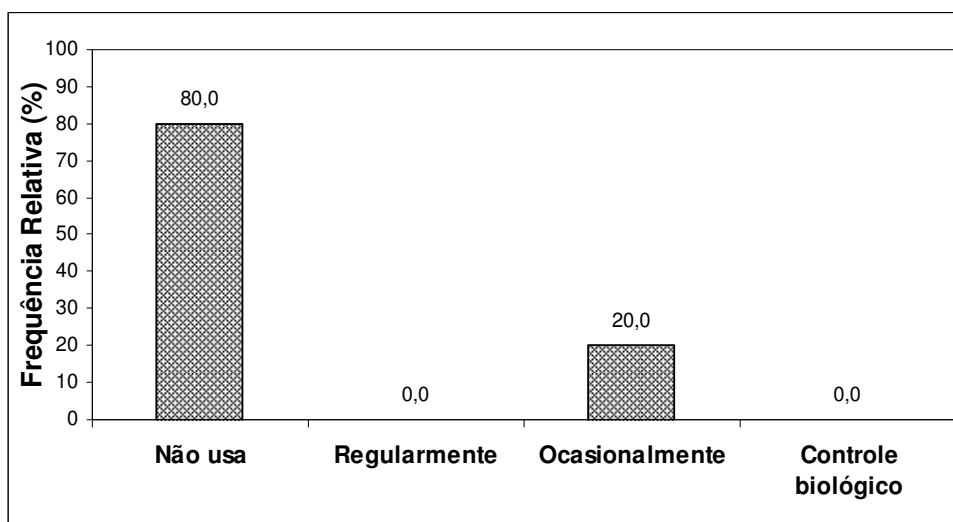


Figura 5.28: Uso de agrotóxicos na Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado e circunvizinhança, São João do Cariri – PB.

Quando a questão é irrigação, (84%) declararam não praticar, apenas (12%) realizam essa prática ocasionalmente e (4%) faz uso regular, conforme Figura 5.29. Considerando-se a escassez dos recursos hídricos, é conveniente ressaltar que a captação dessa água é feita em pequenos açudes, construídos em algumas propriedades. Foi possível observar uma grande quantidade desses pequenos açudes na região estudada, especialmente na área correspondente a Microbacia do Riacho Namorado, que dispõe de quatro pequenos açudes, localizados a montante do Açude Público Namorado, em São João do Cariri.

Os métodos de irrigação, quando utilizados, são: aspersão e alagamento.

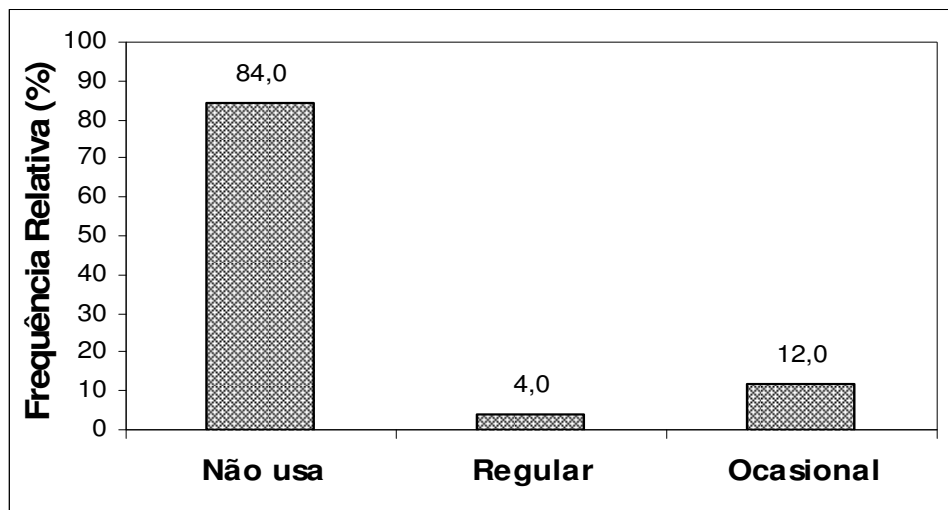


Figura 5.29: Uso de Irrigação na Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado e circunvizinhança, São João do Cariri-PB.

No tocante a disponibilidade de equipamentos agrícolas, observou-se que (56%) dos entrevistados não disponibilizam de nenhuma máquina agrícola, o percentual (44%) que informou ter algumas, mencionaram principalmente a forrageira, máquina para moer milho e equipamentos para condução hidráulica. A Tabela 5.8 informa ainda sobre o beneficiamento de produtos na propriedade, onde (80%) não realiza nenhum tipo de beneficiamento e (20%) realizam o beneficiamento do leite, produzindo queijo e manteiga para comercialização em feiras locais e em municípios vizinhos.

Tabela 5.8: Aspectos tecnológicos da Microbacia Hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB.

Possui máquinas agrícolas?		Realiza o beneficiamento de algum produto?	
Nenhuma	56%	Sim	20%
Algumas	44%	Não	80%

5.4. Identificação dos usos múltiplos da água

Foram identificados usos de água para diversos fins, nos cinco açudes existentes na Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado, incluindo o Açude Namorado que é o principal e último açude, para onde converge toda a drenagem, são eles: irrigação, agricultura de vazante, dessedentação de animais, abastecimento doméstico rural e abastecimento urbano.

Classificada como uso consuntivo da água, a irrigação foi identificada na microbacia, utilizada no cultivo do sorgo (Figura 5.30) e do capim, além de algumas fruteiras, especificamente na Fazenda Contendas.



Figura 5.30: Irrigação por aspersão, na Fazenda Contendas, com água de pequeno açude localizado na mesma. Microbacia do Riacho Namorado. Foto colhida pela autora em: 31/08/2011.

A agricultura de subsistência é feita nas vazantes das bacias hidráulicas dos açudes, nos baixios e margens dos rios, voltada principalmente para o auto - consumo das famílias que praticam essa modalidade. O baixo retorno produtivo e econômico do cultivo de gêneros agrícolas faz com que, o capim usado para a ração animal, seja mais cultivado nos últimos anos em áreas extensas, particularmente nas áreas de vazante das propriedades particulares. A utilização dos espaços próximos as bacias hidráulicas caracteriza um uso consuntivo.

Foi constatado em pesquisa de campo e de acordo com as declarações dos moradores da microbacia, que as águas dos açudes também são utilizadas para fins de abastecimento doméstico (higiene pessoal e limpeza de utensílios) por uma parcela dos entrevistados, ou seja, os moradores da zona rural. Quando não usam cisternas ou poços artificiais, a alternativa mais viável é a utilização da água de pequenos açudes, uso considerado consuntivo.

Outro uso observado na região foi a utilização dos reservatórios hídricos para dessedentação animal (bovinos, equinos, caprinos, ovinos) mesmo no perímetro semi-urbano, onde localiza-se o Açude Público Namorado (Figura 5.31). Esse tipo de uso tem algumas implicações, como: excretas eliminadas pelos animais, turbidez da água, e outras resultantes da presença animal, sendo este uso também considerado como consuntivo.



Figura 5.31A e B: Dessedentação animal e pastoreio praticado no entorno da bacia hidráulica do Açude Namorado. Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado, São João do Cariri – PB. Fotos colhidas pela autora em: 31/08/2011.

O abastecimento urbano da cidade de São João do Cariri, que durante muitas décadas foi realizado pelo Açude Público Namorado, teve nos últimos anos seu abastecimento feito pelo Sistema de Adutora do Congo, cuja água advém do Açude Cordeiro, localizado no município do Congo-PB. Porém, devido à reivindicação da população e empenho da gestão municipal, sob a alegação de interrupções constantes no abastecimento de água e a contaminação da mesma, houve a ligação tubular, por parte da CAGEPA, para o reabastecimento da cidade pelo açude, portanto mais um uso consuntivo.

Além disso, destaca-se a importância dos pequenos reservatórios de água para a segurança hídrica da região, uma vez que os rios são temporários. Os açudes são a principal fonte de água por um período, até que por ocasião da estiagem, esse recurso natural evapore ou seja consumido. Estes reservatórios ainda promovem uma harmonia paisagística, amenizando as extensas áreas secas desprovidas de recursos hídricos.

Portanto, os usos da água na microbacia em estudo, atendem as prioridades que estão estabelecidas pela Lei nº 9.433/1997 (Lei que estabeleceu a Política Nacional de Recursos Hídricos no Brasil), a qual informa que em situações de escassez hídrica deve-se priorizar o abastecimento humano e a dessedentação de animais sobre os demais usos.

Por outro lado, de acordo com Barros (2010) no contexto de desenvolvimento socioeconômico e ambiental do semiárido, é necessário conceber os pequenos açudes como um sistema hídrico complexo tendo em vista a grande quantidade deles na região e que estes podem acarretar impactos negativos no açude de maior porte a jusante, causando uma ineficiência hidráulica da bacia hidrográfica, na qual se encontram inseridos.

Com relação às possibilidades de uso sustentável e socioeconomicamente viáveis para estes pequenos reservatórios, destaca-se a Aquicultura, atividade interessante para a região, demandando planejamento da população e empenho da gestão pública local.

Para os reservatórios mais salinizados a produção poderia ser de crustáceos. Nos demais reservatórios, a produção de Tilápia (*Sarotherodos niloticus*), dentre outras espécies, pode ser viável e permite a geração de renda, proteína e trabalho no contexto de uma política de segurança alimentar para a melhoria das condições de vida no semiárido brasileiro.

Transferência de tecnologias, como a utilização de tanques de rede, e de estratégias para agregação de valor aos produtos, podem ser estabelecidas através de parcerias com as Universidades e Institutos de Pesquisa do Estado da Paraíba, que promovam a capacitação dos produtores, com vistas a uma produção mais diversificada e competitiva.

Algumas iniciativas nesse segmento já são identificadas no semiárido paraibano, a exemplo do Projeto Tilápia Cuité, que é uma iniciativa da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Cuité-PB, operacionalizado pelo Programa de Estudos e Ações para o Semiárido (Peasa) e Fundação Parque Tecnológico da Paraíba.

Conforme Barros (2010) para que ocorra a utilização eficaz dos pequenos reservatórios no semiárido, se faz necessário que os órgãos públicos orientem os seus usuários, de forma que estes adotem medidas técnicas que levem em consideração as especificidades de cada atividade, as propriedades locais, o contexto onde ele está inserido e as características destes reservatórios de forma a otimizar seus usos.

5.5. Caracterização climática da Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado

Verificou-se, para a Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado, uma precipitação pluvial anual média para o período analisado (1911 a 2010) de 415,1 mm, com mínima mensal média de 2,8 mm, referente ao mês de setembro e máxima média mensal de 92,8 mm em março (Fig. 5.32), demonstrando que estes valores são deficitários para a produção agrícola na região, e representam pouca contribuição para o armazenamento de água no solo. A evapotranspiração apresentou uma taxa anual média de 1.268 mm, com variações médias de 81,1 mm em julho e 131,7 mm em dezembro. A taxa de armazenamento de água no solo é nula para todos os meses e não se observou excedente hídrico. A temperatura média anual é de 24 °C, com oscilações mensais de 22,1°C (mínima) em julho e 25,4°C (máxima) em dezembro.

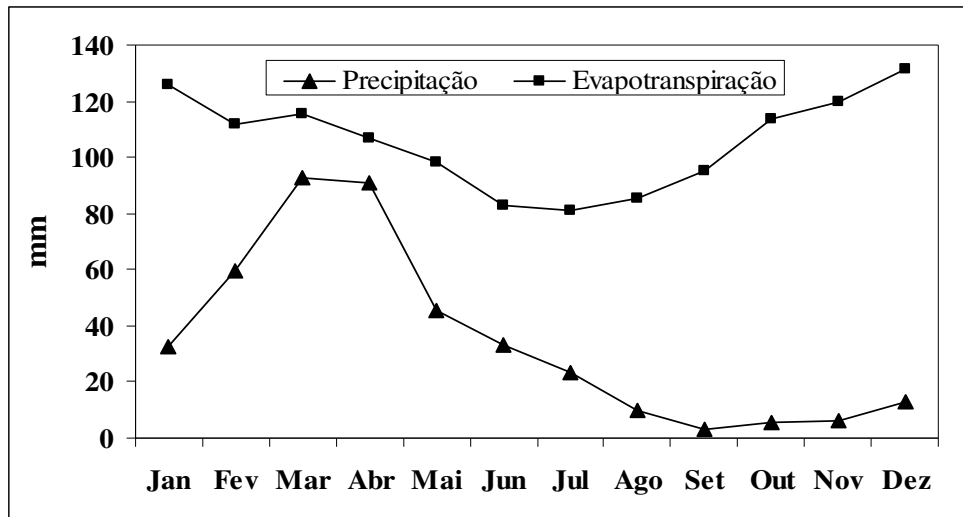


Figura 5.32 - Representação dos totais médios mensais de precipitação e evapotranspiração potencial (Thornthwaite, 1948) do período: 1911-2010. Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado, São João do Cariri-PB.

Com relação às médias da média, mediana e desvio padrão da chuva na microbacia hidrográfica do Riacho Namorado (Fig. 5.33) observa-se que as médias aritméticas mensais estão associadas a uma elevada dispersão, quantificadas mediante os desvios padrão (DP), superando as médias em todos os meses do ano. O valor médio mensal da chuva esperada no curto período chuvoso (Fev-Mar-Abr) ocorre no intervalo entre o valor médio aproximado de 86,9 mm.

Verifica-se ainda, que as médias foram sempre maiores que as medianas, sendo a distribuição mensal da precipitação assimétrica e o coeficiente de assimetria positivo.

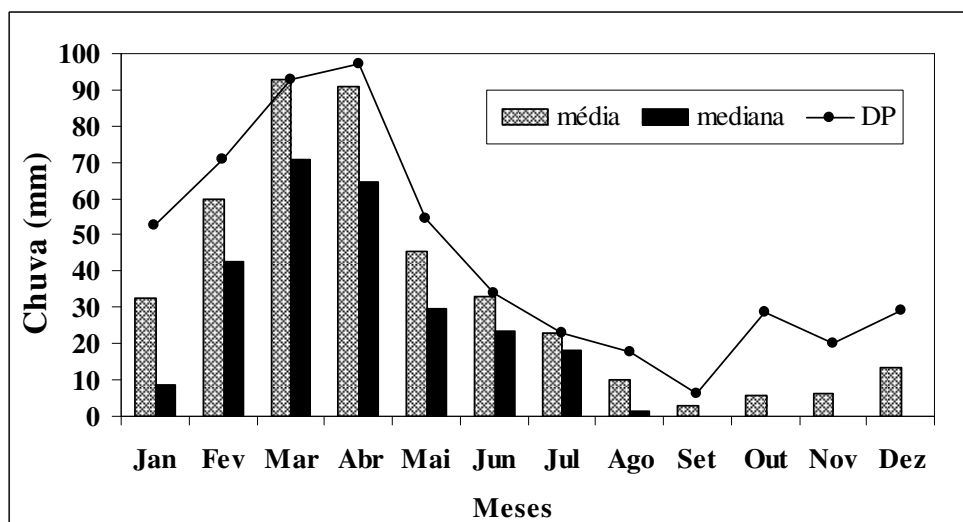


Figura 5.33 - Médias mensais da média, mediana e desvio padrão da precipitação pluvial. Microbacia do Riacho Namorado, São João do Cariri-PB. Período: 1911-2010.

O balanço hídrico climático (BHC) consistiu em contabilizar sistematicamente, os fluxos de entrada (positivos) e saída (negativos) de água. Tais fluxos decorrem de trocas com

a atmosfera (precipitação, evaporação, evapotranspiração) e do próprio escoamento superficial e subterrâneo. Além dessas variáveis, o BHC permitiu estimar a evapotranspiração real, deficiência e o excedente hídrico, conforme é apresentado na Tabela 5.9:

Tabela 5.9 - Balanço Hídrico Climático para a Microbacia do Riacho Namorado, São João do Cariri-PB.

Meses	T med (°C)	I	F	P (mm)	ETp (mm)	P- ETp (mm)	NEG AC	ARM	ALT	ETr	DEF	EXC
Jan	25,3	11,6	32,1	32,4	126,1	- 93,66	-93,7	0,0	0,0	32,4	93,7	0,0
Fev	25,0	11,4	28,8	59,8	111,6	- 51,82	-145,5	0,0	0,0	59,8	51,8	0,0
Mar	24,6	11,2	31,2	92,8	115,2	- 22,41	-167,9	0,0	0,0	92,8	22,4	0,0
Abr	24,3	11,0	30,0	91,0	106,8	- 15,78	-183,7	0,0	0,0	91,0	15,8	0,0
Mai	23,5	10,4	30,6	45,3	98,5	- 53,21	-236,9	0,0	0,0	45,3	53,2	0,0
Jun	22,5	9,7	29,4	33,2	83,1	- 49,87	-286,8	0,0	0,0	33,2	49,9	0,0
Jul	22,1	9,5	30,3	23,1	81,1	- 58,03	-344,8	0,0	0,0	23,1	58,0	0,0
Ago	22,4	9,7	30,6	9,9	85,3	- 75,41	-420,2	0,0	0,0	9,9	75,4	0,0
Set	23,4	10,3	30,0	2,8	95,3	- 92,55	-512,8	0,0	0,0	2,8	92,5	0,0
Out	24,4	11,0	31,5	5,6	113,5	- 107,9	-620,7	0,0	0,0	5,6	107,9	0,0
Nov	25,0	11,4	30,9	6,0	119,8	- 113,7	-734,5	0,0	0,0	6,0	113,8	0,0
Dez	25,4	11,7	32,4	13,2	131,7	- 118,5	-853,0	0,0	0,0	13,2	118,5	0,0
Ano	24,0	129,0		415,1	1268,0	- 852,9				415,1	852,9	0,0

Em que: T = Temperatura média climática; I = índice térmico; F = fator de correção; P = Precipitação; ETp = Evapotranspiração potencia; P-ETp = Quantidade de água que permanece no solo; NEG AC = Negativa acumulada; ARM = (Armazenamento de água) representado a quantidade de água ainda existente no solo; ALT = representa a variação da quantidade de água armazenada no solo; ETr = Evaporação real; DEF = Deficiência Hídrica e EXC = Excedente Hídrico.

Foram encontrados para a Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado os seguintes valores médios anuais: Evapotranspiração real – ETr = 415,1 mm , Deficiência hídrica – DEF = 852,9 mm e Excedente hídrico - EXC = 0,0 mm , conforme pode ser visualizado na Tabela 4.7.

Observa-se que, em qualquer mês do ano, há deficiência hídrica, resultante de um fluxo de entrada de água, pela precipitação pluvial, inferior ao de saída (evapotranspiração). Essa condição resulta num déficit médio anual da ordem de 852,9 mm, o que mostra, portanto, que a área apresenta deficiência hídrica em todo o ano.

As relações entre os totais anuais dos excedentes e das deficiências hídricas mensais podem influenciar as condições de umidade. As razões entre esses elementos e a evapotranspiração resultam nos índices climáticos (índice de Aridez – I_a , índice de umidade - I_u e índice hídrico – I_h). Com base no índice de umidade (I_u), Thornthwaite (1948) definiu os tipos de clima e com os índices de aridez e hídrico os subtipos.

A definição do grau de aridez de uma região, por exemplo, depende da quantidade de água advinda da chuva e da sua perda máxima possível, através da evapotranspiração potencial. Acumulando-se os totais mensais da deficiência e do excedente (Tabela 4.8) e dividindo-se pela evapotranspiração potencial resultou nos índices de aridez e umidade de 0,67 (ou 67,3%) e 0,0, respectivamente, sendo o índice hídrico a relação entre os índices já citados, cujo resultado foi - 41.

Esses resultados permitem enquadrar a Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado num tipo de clima **Árido**, com evapotranspiração anual superior a 1.140 mm, apresentando pequeno ou nenhum excesso de água e com 27,8% da evapotranspiração potencial anual concentrada no trimestre mais quente (janeiro, fevereiro e março), obtendo-se a seguinte fórmula climática: **EA'Da'**, conforme a classificação climática de Thornthwaite (1948).

Ainda, com relação à análise da precipitação, constata-se uma elevada variabilidade quanto aos volumes precipitados, e também é possível observar um discreto aumento dos valores anuais. Há uma tendência discreta de aumento desses valores nos últimos anos, mas sem a identificação de um período sazonal predominantemente com as maiores ocorrências (Fig. 5.34), merecendo monitoramento para conclusões futuras.

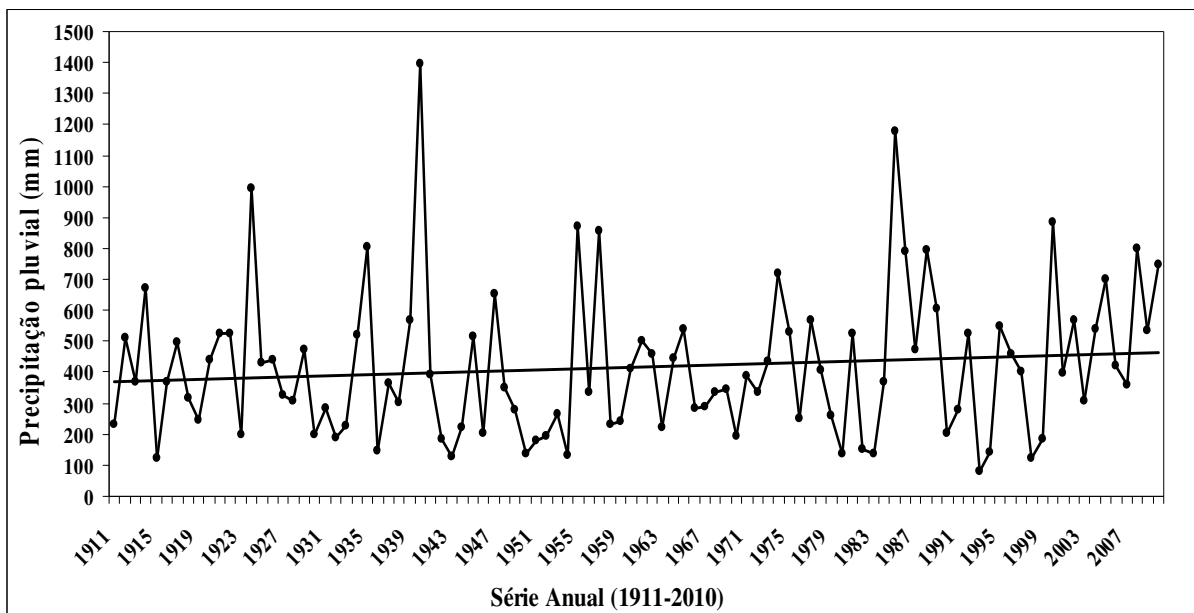


Figura 5.34 - Precipitação pluviométrica anual do período: 1911-2010. Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado, São João do Cariri, PB.

Para caracterizar melhor o regime pluviométrico da região, foram analisados os anos em que foram registrados os eventos extremos: o ano mais seco e o mais chuvoso da série. Observa-se na Figura 5.35 que no ano mais chuvoso, no mês de maio choveu quase o equivalente a média para a região (415,1 mm) diminuindo significativamente nos meses posteriores, evidenciando a variabilidade interanual da

chuva. Neste ano choveu o equivalente a 1.394mm, ou seja, três vezes mais do que o valor médio esperado. No ano mais seco, choveu o equivalente a 82,6 mm durante o ano inteiro, ficando evidente a falta de confiabilidade nos valores esperados de precipitação para a região. Na análise decadal, observou-se também grande variabilidade, sendo a década de 40 a mais seca e a década de 2000 a mais chuvosa.

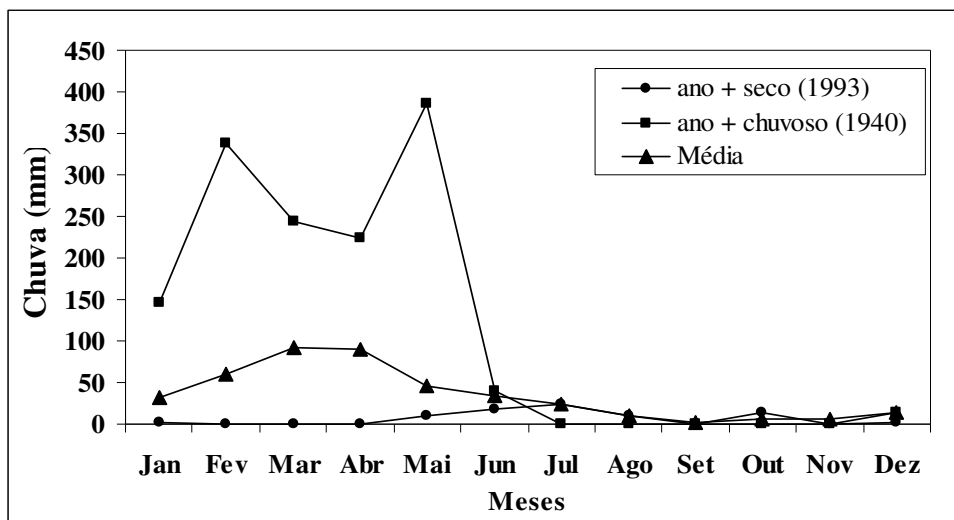


Figura 5.35 - Distribuição mensal da chuva no ano mais chuvoso e no mais seco, comparada com a média. Microbacia do Riacho Namorado-PB. Período 1911-2010.

A identificação de aptidão climática de culturas constitui-se em ferramenta importante no processo de tomada de decisão, permitindo, a partir das análises das variabilidades climáticas locais a delimitação de regiões com diferentes aptidões climáticas aos diversos tipos de cultivos. Com os resultados do Balanço Hídrico Climático e o conhecimento das exigências das principais espécies cultivadas na região semiárida do nordeste, elaborou-se o evapopluviograma (Fig. 5.36) para a efetivação da Aptidão Agroclimática das culturas para o município de São João do Cariri-PB.

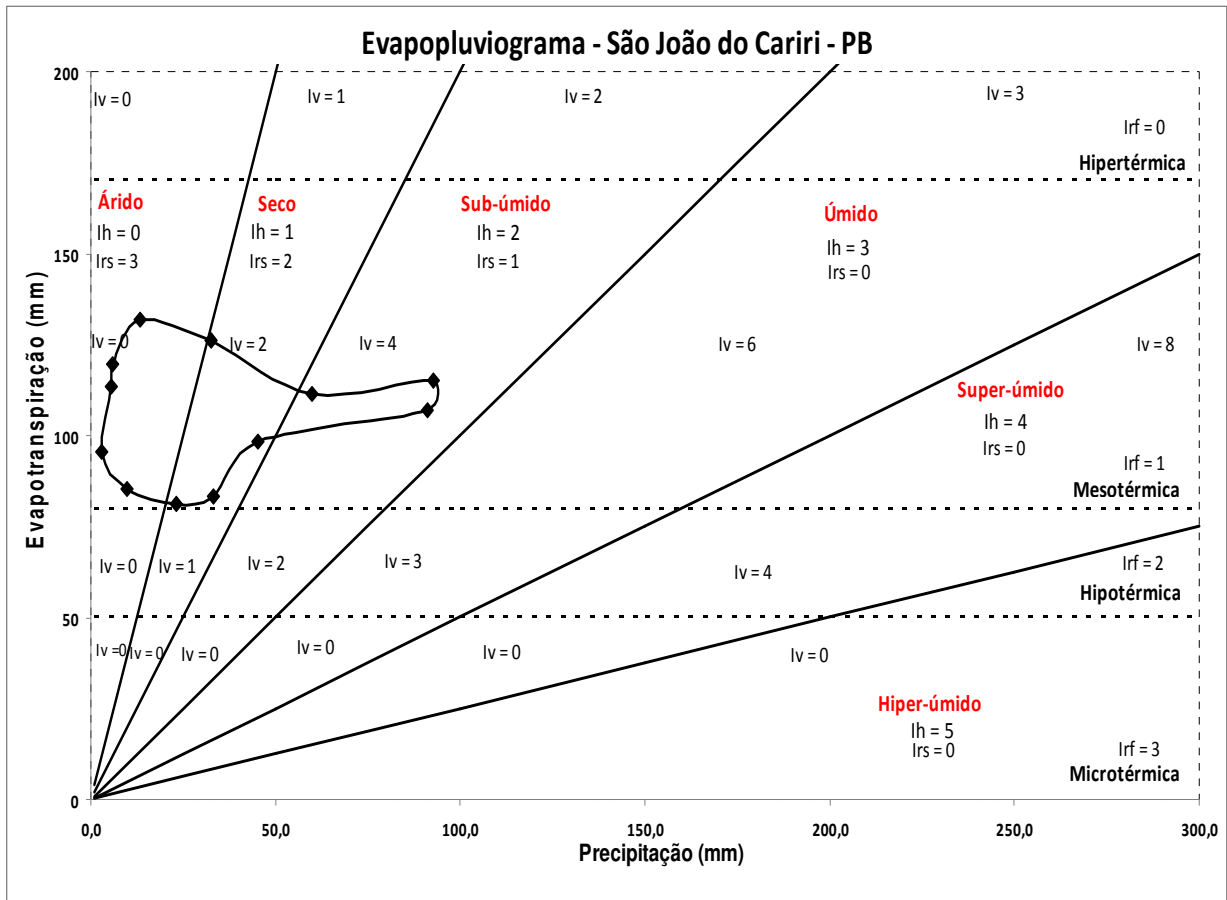


Figura 5.36 – Evapopluviograma para o município de São João do Cariri – PB.

Nesse evapopluviograma pode ser observada a distribuição do par de elementos (precipitação - evapotranspiração potencial), nos seis setores hídricos e nas quatro faixas térmicas, caracterizando muito bem o potencial climatológico do local. Com base nos resultados do balanço hídrico e no evapopluviograma correspondente, foram identificadas as culturas mais indicadas, do ponto de vista agroclimático, para o local, classificando a aptidão plena, restrita, moderada e inaptidão das mesmas.

Através da concentração dos pontos (precipitação e evapotranspiração) nos setores e faixas térmicas, obteve-se os índices de vegetação, de repouso por seca e de repouso por frio para a localidade de São João do Cariri (PB), são eles:

$I_h = \text{Índice hídrico} = (5 \times 0 + 4 \times 1 + 3 \times 2) = 10$. Este valor do índice hídrico somente é usado para a classificação do clima da região. Para efeito de identificação da aptidão climática das culturas, utiliza-se o índice hídrico (I_h) obtido com base no balanço hídrico climático;

$I_v = \text{Índice de vegetação} = (5 \times 0 + 4 \times 2 + 3 \times 4) = 20$;

$I_{rs} = \text{Índice de repouso por seca} = (5 \times 3 + 4 \times 2 + 3 \times 1) = 26$;

Comparando as faixas de aptidão: plena, moderada, restrita e inaptidão das culturas, com os valores de DEF e dos índices I_h , I_v , I_{rs} e I_{rf} , observou-se que a região no município de

São João do Cariri-PB apresenta aptidão **plena** apenas para a cultura do Sorgo; aptidão **restrita** para o feijão, algodão herbáceo e mandioca; **inaptidão** para a mamona, milho, sisal e nenhuma aptidão **moderada**.

A aptidão plena identificada para a cultura do sorgo, devido ao índice de vegetação, está relacionada as condições hídricas satisfatórias apenas em alguns meses (curta estação chuvosa) para a região, contribuindo para o desenvolvimento natural de uma parte do ciclo da cultura, sendo necessárias intervenções posteriores para combater as restrições hídricas.

Para as culturas de aptidão restrita recomenda-se a utilização do suprimento de água com irrigação para os seus desenvolvimentos satisfatórios. Como a maioria das culturas mostrou-se inapta devido aos condicionantes climáticos, a vocação agrícola natural da região é muito limitada, ainda que as culturas de sequeiro sejam práticas tradicionais na área de estudo e no município, muitas vezes culminando em perdas totais devido à escassez hídrica.

Para o município de Monteiro, na microrregião do cariri ocidental paraibano, Silva, *et al.* (2006) observaram uma aptidão moderada para as culturas de abacaxi, algodão, caju e cana-de-açúcar, e aptidão restrita para as culturas de banana e mamona.

Com base nessa comparação, salienta-se que Nascimento & Alves (2008) identificaram que, do ponto de vista ecoclimático, o município de São João do Cariri é mais eco-seco do que o município de Monteiro, localizados, respectivamente, no Cariri Oriental e Ocidental do estado da Paraíba.

6. CONCLUSÕES

A avaliação das características físicas e socioambientais da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado, no município de São João do Cariri-PB, permite concluir que:

1) A microbacia hidrográfica do Riacho Namorado é pouco extensa, com mediana densidade de drenagem e o curso d'água principal é pequeno. A hierarquia fluvial é de 2º ordem com baixa amplitude hipsométrica e o relevo é predominantemente plano e suave ondulado;

2) O Índice de erosividade apresenta boa correlação ($R^2 = 0,987$) com o coeficiente de precipitação para a área da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado, evidenciando maior erosividade nos meses que coincidem com o trimestre mais chuvoso;

3) O Diagnóstico Socioambiental apresenta faixa etária da população equilibrada e nível de escolaridade baixo. As famílias são proprietárias das terras e residentes a mais de dez anos na região; utilizam lenha como fonte energética, as fontes principais de água são cisternas e açudes e os resíduos sólidos são queimados ou eliminados livremente no ambiente. A agricultura e a pecuária são as principais atividades econômicas das propriedades, a renda é composta por apenas um salário mínimo e a produção é basicamente para a subsistência das famílias;

4) Os múltiplos usos da água na microbacia hidrográfica são: irrigação, agricultura de vazante, dessedentação de animais e abastecimento humano;

5) Do ponto de vista agroclimático, a microbacia hidrográfica apresenta aptidão plena apenas para a cultura do Sorgo; aptidão restrita para as culturas do feijão, algodão herbáceo e mandioca; inaptidão para as culturas da mamona, milho, sisal e nenhuma aptidão moderada.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. **Escritos Ecológicos**. 2. ed. São Paulo: Lazuli, 2006. 167 p.
- AESA. Agência Executiva de Gestão das águas do estado da Paraíba. **Monitoramento dos Volumes dos Açudes (Tabelas e Gráficos)**. Disponível em: < http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/jsp/monitoramento/volumes_acudes/indexVolumesAcudes.jsp > Acesso em: 20 jan. 2011.
- ALBUQUERQUE, A. W. FILHO, G. M.; SANTOS, J. R.; COSTA, J. P. V.; SOUZA, J. L. Determinação de fatores da equação universal de perda de solo em Sumé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.2, p.153-160, 2005.
- ALMEIDA H. A. & SILVA, L. Determinação das características hídricas da microbacia de drenagem da barragem Vaca Brava. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 16, n. 1, p.77-86, 2008.
- _____ ; PEREIRA, F. C. Captação de água de chuva: uma alternativa para escassez de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju/SE. **Anais...** Aracaju, 1 CD-ROM.
- ALMEIDA, N. V.; CUNHA, S. B. da; NASCIMENTO, F. R.; APOLINÁRIO, Otávia. Caracterização Fisiográfica da Bacia Hidrográfica do Riacho Desterro no cariri e alto sertão paraibano. In: III ENCONTRO LATINO AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA; I ENCONTRO IBERO AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA; I ENCONTRO IBERO AMERICANO DO QUATERNÁRIO E VIII SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 2010, Recife/PE. **Anais...**: Ed. da UFPE, 2010. 1 CD-ROM.
- ALVES, T. L. B.; ARAUJO, A. R.; ALVES, A. N.; FERREIRA, A. C.; NOBREGA, J. E. da. Diagnóstico Ambiental da Microbacia Hidrográfica do Rio do Saco, Santa Luzia – PB. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 02, p. 401-417, 2011.
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: informe 2011**. Disponível em: < <http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx> >. Acesso em: 10 out. 2011.
- ANDRADE, L. A. de. Gestão e Conservação de Recursos Naturais: Uma abordagem técnica dos seus desafios e concepções. Areia: UFPB. **Agropecuária Técnica**, v. 24, n. 2, p. 77-86, 2003.
- ASSAD, E. D. **Chuva no Cerrado. Análise e Especialização**. Brasília: Embrapa Cerrados/SPI, 1994. 423 p.
- AYOADE, J. O. **Introdução a Climatologia para os Trópicos**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. 332 p.

BARACUHY, J. G. V. **Manejo Integrado de micro bacias no semi-arido nordestino: estudo de um caso.** 2001, 221 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2001.

BARBOSA, G. S. O Desafio do Desenvolvimento Sustentável. **Revista Visões**, v. 1, n. 4, p. 11, 2008.

BARROS, S. V. A. **Otimização dos usos múltiplos em pequenos açudes na bacia do Açude de Sumé-PB.** 2010, 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico em bacias hidrográficas: modelo e aplicação.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994. 112 p.

BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** 7. ed. São Paulo: Ícone, 2010. 355p

BOTELLHO, R. G. M. & SILVA, A. S. da. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil.** Rio e Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 153 – 188.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil. 1988.** Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm>. Acesso em: 25 mar. 2011.

_____. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Política Nacional do Meio Ambiente.** Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 14 abr. 2011.

_____. Decreto nº 94.076, de 5 de março de 1987. **Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas.** Disponível em < www.mp.sp.gov.br/...decretos/Decreto%20n%C2%94076-87.htm>. Acesso em: 28 mar. 2011.

_____. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Política Nacional de Recursos Hídricos.** Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em: 25 mar. 2011.

_____. Resolução nº 196, de 10 de Outubro de 1996. **Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos.** Disponível em:< <http://www.datasus.gov.br/conselho/resol96/RES19696.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

_____. Lei nº 11.445, de 5 De janeiro de 2007. **Estabelece Diretrizes nacionais para o saneamento básico.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 26 abr. 2011.

- _____. Ministério da Integração Nacional. **Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial para Redelimitação do Semiárido Nordeste e do Polígono das Secas**. Brasília, DF, 2005. 33 p.
- CADIER, Eric. **Hidrologia das pequenas bacias do nordeste semiárido: transposição hidrológica**. Recife: SUDENE, DPG. PRN. HME, 1994. 469 p.
- CHISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo. Edgard Blücher, 1980. 188 p.
- CHAVES, L. H. G.; CHAVES, I. B.; VASCONCELOS, A. C. F.; SILVA, A. P. P. (2002) **Salinidade das Águas Superficiais e Suas Relações com a Natureza dos Solos na Bacia Escola do Açude Namorado e Diagnóstico do Uso e Degradação das Terras - RELATÓRIO TÉCNICO**, UFPB, Campina Grande, v. 1, 114 p.
- CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 61-82, 2008.
- CPRM, Serviço Geológico do Brasil – **Projeto Cadastro de Fontes de abastecimento por água subterrânea – Diagnóstico de Fontes do município de São João do Cariri/ PB**. Recife: CPRM/ PRODEEM, 2005, 19 p.
- FERNANDES NETO, S. **Planejamento do uso racional dos recursos naturais da microbacia hidrográfica do Riacho Val Paraíso-PB, através de mapeamento geoambiental**. 2009. 106 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) - Campina Grande/PB: Universidade Federal de Campina Grande, 2009.
- FERREIRA, D. S.; RIBEIRO, C. A. D.; XAVIER, A. C.; CECILIO, R. A.; CASTRO, F. da S. Utilização de dados de sensoriamento remoto para obtenção das características físicas da Bacia Hidrográfica do Córrego João Pedro em Linhares – Espírito Santo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. 8. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: 2007, 1 CD-ROM.
- FITZ, P. R. **Cartografia Básica**. São Paulo: Oficina de textos, 2008. 143 p.
- FLORENZANO, T. G. Iniciação em Sensoriamento Remoto. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 101 p.
- FONSECA NETO, F de D.; BRAGA, A. L.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, J; C de. Uso dos Sistemas de Informações Geográficas na Determinação das Características Físicas de uma Bacia Hidrográfica In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. 8. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: 2007, 1 CD-ROM.
- FOSTER, G. R.; McCOOL, D. K.; RENARD, K. G. & MOLDENAHUER, W. C. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. **Journal of Soil and Water Conservation**, 36 (6), 355-359, nov./dec., 1981.

- GEORGE, P. **O Homem na Terra: A geografia em ação**. Rio de Janeiro: Edições 70, 1989, 183 p.
- GIONGO, P. R. **Estimativa do balanço de radiação com técnicas de Sensoriamento remoto e dados de superfície**. Dissertação. 92 f. Mestrado em Engenharia Agrícola. Recife/PE: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2002.
- GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 392 p.
- GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. 472 p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/censo2010/>>. Acesso em: 14 abr. 2011.
- _____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 14 abr. 2011.
- IPA. Instituto Agrônomo de Pernambuco. **Cochonilha - Praga da palma forrageira**. Disponível em:< <http://www.ipa.br/resp8.php>>. Acesso em: 20 set. 2011.
- LAMONICA, M. N. **Impactos e reestruturação da gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio São João – RJ**. Dissertação de Mestrado. 112 f. Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2002.
- LEAL, A. C.; GUIMARÃES, E. Gestão das Águas e Educação Ambiental. In: SEABRA, Giovanni (Org.). **Educação Ambiental**. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2009. p. 93-106.
- LEFF, H. **Saber Ambiental: Sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis: Vozes, 2001. 344 p.
- LEFF, H. (Coord,) **A Complexidade Ambiental**. São Paulo: Cortez, 2003. 342 p.
- LILLESAND, T. M. e KIEFER, R. W. **Remote Sensing And Image Interpretation**. 5 ed. IE-WILEY, 2003. 784 p.
- LIMA, E. R. V. de. **Erosão do solo: fatores condicionantes e modelagem matemática**. Ano 2, n. 1, p. 46. LOGEPA, UFPB, jan./jun 2003.
- LIMA, V. L. A. de. & FARIAS, M. S. S. de. Recursos Hídricos. In: Rocha *et al.*, **Manejo Ecológico integrado de bacias hidrográficas no semiárido brasileiro**. Campina Grande: Eprgraf, 2011. p. 186 – 276.
- LOMBARDI NETO, F. & MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP). **Bragantia**, Campinas, 51(2), p. 189-196, dez. 1992.

- MARINHO, C. F. C. E.; MONTEIRO, A. S.; ALMEIDA, H. A.; Perfil socioeconômico e ambiental das comunidades que circundam a microbacia hidrográfica do açude Epitácio Pessoa. In: XIX ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA. São Paulo: 2009 **Anais... XIX ENGA**. 1 CD-ROM.
- MARINHO, C. F. C. E. **Caracterização hídrica e morfométrica do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba**. 67 f. Monografia (Especialização em Geoambiência e Recursos Hídricos do Semiárido) Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2011.
- MARTINHO, V. J. P. Reflexões Sobre o Desenvolvimento Rural. **Millenium**, n. 19, p. 09, 2000.
- MEDEIROS, R. R. de. **Zoneamento agroclimático da flor tropical *Alpinia purpurata* no Estado de Pernambuco**. 2007. 48 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007.
- MELO, J. A. B. **Diagnóstico físico-conservacionista e das vulnerabilidades como subsídio ao ordenamento territorial da microbacia do riacho do Tronco, Boa Vista, PB**. 218 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.
- MENDONÇA, F. de A. **Geografia e Meio Ambiente**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 1993. 79 p.
- MENDONÇA, F. de A. **Geografia Física: Ciência Humana?** 4. ed. São Paulo: Contexto, 1996. 72 p.
- MILLER JR. G. T. **Ciência Ambiental**. Tradução: All Tasks. 11. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008. 501 p.
- MORAES, A. C. R. **Meio Ambiente e Ciências Humanas**. 4. ed. São Paulo: Annablume, 2005. 166 p.
- NASCIMENTO, S. S. & ALVES, J. J. A. Ecoclimatologia do Cariri Paraibano. **Rev. Geogr. Acadêmica**. v.2, n.3, p. 28-41, 2008.
- NASCIMENTO, W. M. & VILAÇA, M. G.. Bacias Hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento. **Revista eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**. Três Lagoas, n. 7, p. 102-121, 2008.
- OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ceres, 1981. 400 p.
- PAES-SILVA, A. P.; CHAVES, I. de B.; SAMPAIO, E. V.S.B. Cobertura vegetal da bacia hidrográfica do açude namorado no cariri oriental paraibano. **Agropecuária Técnica**. Areia, v. 4, n.1, 49 – 53, 2003.

- PEREIRA, R. A. **Impactos ambientais decorrentes das condições antropogênicas no município de São João do Cariri – PB**. 2008. 106 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.
- PHILIPPI JR A.; ALVES, A. C. **Curso Interdisciplinar de direito ambiental**. Barueri: Manole, 2005. 500 p.
- PIRES, F. R. M. Arcabouço Geológico. In: CUNHA, S. B. da & J. A. T. GUERRA. (Orgs.) **Geomorfologia do Brasil**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2009. 392 p.
- PISSARRA, T. C. T., POLITANO, W. e FERRAUDO, A. S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal (SP). **Rev. Bras. Ciênc. Solo**. Viçosa, v. 28(2), p. 297-305, 2004.
- PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas do Desenvolvimento Humano. 2000**. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/rdh/>>. Acesso em: 14 abr. 2011.
- REBOUÇAS, A da C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. **Estudos Avançados**. São Paulo, v.11, n. 29, p. 127 – 1554, 1997.
- ROCHA, J. S. M. **Manual integrado de bacias hidrográficas**. Santa Maria: Edições da UFSM, 1997, 446 p.
- ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. 8. ed. São Paulo: Contexto, 2005. 84 p.
- ROSA, P. R. **A relação erosão regressiva e assoreamento no fundo do vale: o caso do açude Namorado em São João do Cariri**. 2005. 60 f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.
- SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento: incluyente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2004. 152 p.
- SANTANA, D. P. **Manejo Integrado de bacias Hidrográficas**. Documentos EMBRAPA. Sete Lagoas, MG, 2003. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2003/documento/Doc_30.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2011.
- SANTOS, W. da S. **Zoneamento ecológico de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis Capitata* (Diptera: Tephritidae) em dois cenários climáticos no Brasil**. 2008. 96 f. Tese (Doutorado em Ciências) Universidade de São Paulo – Escola Agrícola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008.
- SILVA, Vicente P. R. da; PEREIRA, E. R. R.; AZEVEDO, P. V. de.; SOUSA, F. de A. S. de.; SOUSA, I. F. de. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Rev. bras. eng. agríc. ambient**. vol.15, n.2, p. 131-138, 2011.

- PAES-SILVA, A. P. P., CHAVES, I. de B. & SAMPAIO, E. V. S. B. Cobertura vegetal da bacia hidrográfica do açude Namorado no cariri oriental paraibano. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 24, n. 1, p. 47 – 59, 2003.
- SILVA, D. F.; BORGES, C.; SILVA, M. F. C. S. D.; CORREIA K. G. Zoneamento agroclimático e aptidão climática de culturas para Monteiro (PB). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBMET, 2006.
- SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E. e CAMARGO, P. B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: RiMA, 2004. 140 p.
- SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). **Brasil em Relevo**. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/pb/pb.htm>>. Acesso em: 14 abr. 2011.
- STRAHLER, Arthur N. Hypsometric (area-altitude) – analysis of erosion al topography. **Geol. Soc. America Bulletin**. 63:1117-1142, 1952.
- SUDENE, Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – **Carta Topográfica do Município de Juazeirinho, PB (SB-24-Z-D-II)**, 1972. Escala 1:100.000.
- TEIXEIRA, A. H. C.; SILVA, B. B.; Balanço Hídrico Seriado de Petrolina, Pernambuco. **Revista Bahia Agrícola**, Bahia, v.3, n.3, p. 15-16, 1999.
- TELES, M. M. F. **Cobertura vegetal do município de São João do Cariri - PB: I – Distribuição espacial da Caatinga II – Uso de lenha como fonte de energia**. 2005, 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.
- TUCCI, C. E. M. **Hidrologia - ciência e aplicação**. Editora da Universidade (UFRGS) /Edusp/ ABRH. Porto Alegre, 1997, 944 p.
- TUNDISI, J. G. A Bacia Hidrográfica como Laboratório Experimental para o Ensino de Ciências, Geografia e Educação Ambiental. In: MASCARENHAS, S. & SANTOS, S. A. M. dos. **O Estudo de Bacias Hidrográficas: Uma estratégia para Educação Ambiental**. São Carlos: Rima, 2002. p. 19-39.
- TUNDISI, J. G. Recursos Hídricos. São Carlos. **Revista Multiciência**, v.1, out. 2003.
- THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**. New York, v. 38, n.1, p. 55-94, 1948.
- THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, N.J.: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, publications in Climatology. v. 8, n. 1, 1955. 104 p.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1997, 91 p.

- VALERIANO, M. de M. Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM Para o território nacional: o projeto TOPODATA. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Goiânia, 2005, **Anais...XII**.
- VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Versão digital, 2. ed. Recife, 2006. 449 p.
- VIEIRA, P. F. & WEBER, J. (Orgs.) **Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2002. 500 p.
- VILAÇA, M. F.; GOMES, I.; MACHADO, M. L.; VIEIRA, L. M.; SIMÃO, M. L. R. Bacia Hidrográfica como unidade de Planejamento e Gestão: O estudo de caso do Ribeirão Conquista no município de Itaguara – MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 8, 2009. **Anais...** UFV, 2009. 1 CD-ROOM.
- VEIGA, Jose Eli da. **Desenvolvimento Sustentável: o desafio do século XXI**. Rio de Janeiro: Garamond, 2005. 226 p.

APÊNDICE A



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS
NÍVEL: MESTRADO



**Questionário Socioambiental aplicado aos (às) produtores (as) rurais da microbacia do
Riacho Namorado e circunvizinha, São João do Cariri-PB**

Número do questionário: _____

Microbacia: Riacho Namorado

Município: São João do Cariri-PB

Propriedade: _____

Tamanho da propriedade (ha): _____

Coordenadas geográficas: _____

Entrevistado (a): _____

Profissão: _____

A -- Variáveis Sociais

1. Demografia e Nível de instrução

1.1. Número total de pessoas na família

() 1 e 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 ou mais pessoas. Homens: ____ Mulheres:

1.2. Faixa etária dos membros da família (preencher com o número de pessoas para cada faixa)

Menos de 14 anos _____; entre 37 e 47 anos _____;

Entre 15 e 25 anos _____; entre 48 e 59 anos _____;

Entre 26 e 36 anos _____; acima de 60 anos _____

1.3. Há quanto tempo reside neste local?

() 1-2 anos () 5-10 () nativo () 2-5 () acima de 10 anos

1.4. Nível de instrução dos membros da família (preencher com o número de pessoas por faixa)

Analfabeto _____; () cursou o ensino médio incompleto _____;

Cursou até o 5º ano incompleto _____; () cursou o ensino médio completo _____;

Cursou até o 5º completo _____; () Outro _____

2. Habitação

2.1 Condição em relação à propriedade:

() proprietário () arrendatário () parceiro () meeiro () outra

2.2 Tipo de habitação

() taipa em mau estado () taipa em bom estado

Caprinos

() Não tem () Tem; Quantidade: _____

Ovinos

() Não tem () Tem; Quantidade: _____

Suínos

() Não tem () Tem; Quantidade: _____

Bovinos

() Não tem () Tem; Quantidade: _____

Aves

() Não tem () Tem; Quantidade: _____

Outros _____**2.2 Animais de trabalho****Equinos**

() Não tem () Tem; Quantidade: _____

Bois de carroça ou arado

() Não tem () Tem; Quantidade: _____

3. Uso econômico da vegetação

3.1 A propriedade ainda conserva que proporção da vegetação original (Caatinga)

() menos da metade () mais da metade Qual a nova ocupação?

3.2 De que forma utiliza a vegetação de caatinga na propriedade?

() Não utiliza () Utiliza para fazer carvão () utiliza para fazer cercados e lenha

() Utiliza para fazer lenha () Utiliza para fazer cercados

3.3 Qual a principal atividade da propriedade:

() Agricultura () Pecuária () Exploração Mineral Outra

4. Comercialização, crédito e rendimento.

4.1 Qual o valor da renda familiar ?

() Até um salário mínimo () de 1 a 2 salários mínimos () 3 a 4 salários mínimos

() 4 a 5 salários mínimos () acima de 5 salários mínimos

4.2 Recebe algum auxílio (bolsa) do governo federal?

() Sim () Não

Qual? _____

4.3 Mora com aposentado(s)?

() Sim () Não

4.4 Venda da Produção agrícola e pecuária

() Não faz (consumo de subsistência) () cooperativa () atravessador

() agroindústria () consumidor () Varejista

4.5 Fonte principal de crédito

() Não tem () Banco () Agiota () Cooperativa

C- Variáveis Tecnológicas

1. Recebe assistência técnica:

() Regular () Ocasional () não tem De quem? _____

2. Uso de Pesticidas e Agrotóxicos

() Não usa () Regularmente () Ocasionalmente () Controle biológico

3. Uso do solo em áreas de topografia acidentada

() Segue o declive (orientação normal do terreno) () Faz curvas de nível

4. Uso de irrigação

() Não usa () Regular () Ocasional Qual o método?

5. Possui máquinas agrícolas

() nenhuma () algumas () Todas

6. Realiza o beneficiamento de algum produto na propriedade?

() Não () Sim Qual?

7. Há algum tipo de artesanato?

() Não () Sim

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu, _____, autorizo a Universidade Federal de Campina Grande / Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, a utilizar, para propósitos acadêmicos, os dados oriundos da minha participação na pesquisa abaixo mencionada:

- 1. Título da Pesquisa:** Caracterização física e socioambiental da microbacia hidrográfica do Riacho “Namorado”, no município de São João do Cariri-PB.
- 2. Objetivo Geral:** Avaliar as características socioambientais dos residentes na Microbacia do Riacho Namorado e circunvizinhança.
- 3. Descrição da metodologia:** Aplicação de um questionário.
- 4. Desconfortos e Riscos:** Não se espera qualquer desconforto ou risco aos participantes da pesquisa. Todas as informações serão sigilosas e os entrevistados não serão identificados. A pesquisa será realizada na comunidade rural do município, na residência do entrevistado. Qualquer risco que possa ocorrer em decorrência da pesquisa será de inteira responsabilidade da equipe responsável.
- 5. Benefícios:** Fazer levantamento das condições de vida da população residente na Microbacia Hidrográfica do Riacho Namorado e circunvizinhança.
- 6. Informações:** Os participantes receberão respostas a qualquer pergunta e esclarecimento de qualquer dúvida que porventura surjam em decorrência da pesquisa.
- 7. Desistência:** O participante pode suspender sua participação a qualquer momento, sem que haja qualquer implicação adicional.
- 8. Aspecto Legal:** O presente trabalho segue as normas de pesquisa envolvendo seres humanos, atendendo a Resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério de Saúde - Brasília – DF.
- 9. Publicação dos resultados:** Os resultados obtidos podem ser apresentados em eventos e em publicações.

São João do Cariri/PB, _____ de _____ de 2011.

Assinatura

ANEXO A

TABELA II

Valores do fator F_j para diferentes latitudes (ϕ) no Hemisfério Sul.

ϕ	<u>J</u>	<u>F</u>	<u>M</u>	<u>A</u>	<u>M</u>	<u>J</u>	<u>J</u>	<u>A</u>	<u>S</u>	<u>O</u>	<u>N</u>	<u>D</u>
0°	31.2	28.2	31.2	30.3	31.2	30.5	31.2	31.2	30.3	31.2	30.3	31.2
1	31.2	38.2	31.2	30.3	31.2	30.3	31.2	31.2	30.3	31.2	30.3	31.2
2	31.5	38.2	31.2	30.3	30.9	30.0	31.2	31.2	30.3	31.2	30.6	31.5
3	31.5	28.5	31.2	30.3	30.9	30.0	30.9	31.2	30.0	31.2	30.6	31.5
4	31.8	28.5	31.2	30.0	30.9	29.7	30.9	30.9	30.0	31.5	30.6	31.8
5	31.8	28.5	31.3	30.0	30.6	39.7	30.6	30.9	30.0	31.5	30.9	31.8
6	31.8	28.8	31.2	30.0	30.6	29.4	30.6	30.9	30.0	31.5	30.9	32.1
7	32.1	28.8	31.2	30.0	30.6	29.4	30.3	30.6	30.0	31.5	30.9	32.4
8	32.1	28.8	31.5	29.7	30.3	29.1	30.0	30.6	30.0	31.8	31.2	32.4
9	32.4	29.1	31.5	29.7	30.3	29.1	30.0	30.6	30.0	31.8	31.2	32.7
10	32.4	29.1	21.5	29.7	30.3	28.8	30.0	30.3	30.0	31.8	31.5	33.0
11	32.7	29.9	31.5	29.7	30.0	28.8	29.7	30.3	30.0	31.8	31.5	33.0
12	32.7	29.1	31.5	29.7	30.0	28.5	29.7	30.0	30.0	31.8	31.8	33.3
13	33.0	29.4	31.5	29.4	29.7	28.5	29.4	30.0	30.0	32.1	31.8	33.3
14	33.3	29.4	31.5	29.4	29.7	28.2	29.4	30.0	30.0	32.1	32.1	33.6
15	33.6	29.4	31.5	29.4	29.4	28.2	29.0	30.0	30.0	32.1	32.1	33.6
16	33.6	29.0	31.5	29.4	29.4	27.9	29.1	30.0	30.0	32.1	32.1	33.9
17	33.9	29.7	31.5	29.4	29.1	27.9	28.8	29.7	30.0	32.1	32.4	33.9
18	33.9	29.7	31.5	29.1	29.1	27.6	28.8	29.7	30.0	32.4	32.4	34.2
19	34.2	30.0	31.5	29.1	28.8	27.6	28.5	29.7	30.0	32.4	32.7	34.2
20	34.2	30.0	31.5	29.1	28.8	27.3	28.5	29.7	30.0	32.4	32.7	34.5

21	24.5	30.0	31.5	29.1	28.8	29.3	28.2	29.7	30.0	32.4	32.7	34.5
22	34.5	30.0	31.5	29.1	28.5	27.0	28.2	29.4	30.0	32.7	33.0	24.8
23	34.6	30.3	31.5	28.8	28.5	26.7	29.9	29.4	30.0	32.7	33.0	35.1
24	35.1	30.3	31.5	28.8	28.2	26.7	27.9	29.4	30.0	32.3	33.3	35.1
25	32.4	29.1	31.5	28.8	28.2	26.4	27.9	29.4	30.0	33.3	33.3	35.4
26	32.7	29.9	31.5	28.8	28.2	26.4	27.6	29.1	30.0	33.0	33.6	35.4
27	32.7	29.1	31.5	28.8	27.9	26.1	27.6	29.1	30.0	33.3	33.6	35.7
28	33.0	29.4	31.5	28.5	27.9	25.8	27.3	29.1	30.0	33.3	33.9	36.0
29	33.3	29.4	31.5	28.5	27.6	25.8	27.3	29.8	30.0	33.3	33.9	36.0

Fonte: Thornthwaite (1948).