

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

ROBSON DUARTE BARRETO

**USO E OCUPAÇÃO DO SOLO ÀS MARGENS DO RIO SÃO FRANCISCO NO
MUNICÍPIO DE PETROLINA-PE: IMPACTOS AMBIENTAIS NO CANAL
FLUVIAL**

RECIFE-PE
2015

ROBSON DUARTE BARRETO

**USO E OCUPAÇÃO DO SOLO ÀS MARGENS DO RIO SÃO FRANCISCO NO
MUNICÍPIO DE PETROLINA-PE: IMPACTOS AMBIENTAIS NO CANAL
FLUVIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Fernando de Oliveira Mota Filho

Coorientador: Prof. Dr. Ranyére Silva Nóbrega

Catálogo na fonte
Bibliotecário Rodrigo Fernando Galvão de Siqueira, CRB4-1689

B273u Barreto, Robson Duarte.
Uso e ocupação do solo às margens do Rio São Francisco no Município de Petrolina-PE: impactos ambientais no canal fluvial / Robson Duarte Barreto. – Recife: O autor, 2015.
110 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Fernando de Oliveira Mota Filho.
Coorientador: Prof. Dr. Ranyére Silva Nóbrega
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2015.
Inclui referências.

1. Geografia. 2. Impactos ambientais. 3. Solo – uso - planejamento. 4. São Francisco, Rio (PE). 5. Petrolina (PE). I. Mota Filho, Fernando de Oliveira (Orientador). II. Nóbrega, Ranyére Silva (Coorientador). III. Título.

910 CDD (22.ed.) UFPE (BCFCH2015-67)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO DE
FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS DEPARTAMENTO DE
CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM GEOGRAFIA



ROBSON DUARTE BARRETO

**“USO E OCUPAÇÃO DO SOLO ÀS MARGENS DO RIO SÃO FRANCISCO, NO
MUNICÍPIO DE PETROLINA-PE: IMPACTOS AMBIENTAIS NO CANAL FLUVIAL”**

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora:

Orientador: _____
PROF. FERNANDO DE OLIVEIRA MOTA FILHO (PPGEO-UFPE)

2º Examinador: _____
PROFA. ROSA ESTER ROSSINI (USP)

3º Examinador: _____
PROFA. TALITHA LUCENA DE VASCONCELOS (UNIFAP)

**RECIFE – PE
13/04/2015**

A minha esposa Rita e filhas Jéssica e Juliana,
meus pais Adélio e Elvira e irmãos Rosângela,
Rogério, Robério(*in memoriam*) e Juninho. Amo
vocês.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A DEUS, sempre em primeiro lugar, pois sei que em vários momentos difíceis deste curso de mestrado, quando me senti cansado, desmotivado, e incompreendido foi sua presença iluminada que me trouxe forças para vencer quaisquer que fossem os obstáculos.

Aos meus pais, que me deram origem, educação e formação.

À Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) pela oportunidade oferecida.

Ao meu orientador, Professor Dr. Fernando de Oliveira Mota Filho, pela compreensão, paciência, bom humor e valiosa ajuda.

Ao meu Coorientador, Professor Dr. Ranyére Silva Nóbrega, também pela valiosa ajuda.

Aos professores e educadores da UFPE e em especial a Coordenadora Professora Dr^a Eugênia Cristina Gonçalves Pereira, ao apoio financeiro na participação em congresso em Minas Gerais.

A FACEPE pelo apoio financeiro através da bolsa de estudo.

Ao Eduardo e Eucilene, da Secretaria do Curso de Pós-graduação em Geografia, pela atenção e carinho.

Ao professor Dr. Osvaldo Girão, pela sugestão, atenção e apoio na elaboração do pré projeto de pesquisa.

A CODEVASF - 3^a Superintendência Regional Petrolina-PE, pelo fornecimento de dados aerofotográficos, através do Sr. Plutarco responsável pela mapoteca desta unidade.

A Paulinho da EMBRAPA Semiárido unidade Petrolina, pela ajuda nas dúvidas quanto ao trabalho com ArcGis e Google Earth.

Aos meus colegas do curso de Mestrado em Geografia, e aos demais com quem compartilhei o inspirador ambiente universitário.

Ao Sr. Leleco, pescador experiente que me acompanhou nessa jornada nos trabalhos de campo.

A mestranda em Engenharia Agrícola Fernanda Campos Alencar e ao Professor Dr. Augusto Miguel Nascimento Lima em permitir o uso do laboratório de química do solo unidade campus de ciências agrárias da UNIVASF.

Ao meu irmão Rogério pela ajuda nas traduções dos resumos para o inglês.

Enfim a todos, ribeirinhos ou não do São Francisco, que contribuíram direta e indiretamente nessa caminhada de dois anos.

Boato Ribeirinho
Nilton Freitas, Wilson Duarte Wilson Freitas.

*Corre um boato na beira do rio
Que o velho Chico pode morrer
Virar riacho e correr pro nada*

*Viajando por temporada
Quando a chuva do meu Deus
Dará chegar, dará chegar*

*Já dizia Frei Luiz de Xique-Xique
Quão chique é ter
Um rio pra nadar a correr
Quão chique é ter
Um rio pra pescar e pra beber*

*Não deixe morrer
Não deixe o rio morrer
Se não o que será de mim
Que só tenho esse rio pra viver*

*Que será
Que será de mim
Que será de José será fim
Qual será o destino do menino
Que nasceu e cresceu aprendendo a pescar Surubim*

*Não deixe morrer
Não deixe o rio morrer
Se não morre o ribeirinho
De fome, de sede, de sei lá o quê
Se não morre o ribeirinho
De fome, de sede, de sei lá o quê.*

RESUMO

A atual situação geoambiental da calha fluvial do São Francisco expõe profundas transformações provocadas pela ação antrópica ao longo dos últimos séculos comprometendo a qualidade ambiental. Essas transformações da paisagem têm acarretado impactos ambientais no canal fluvial e são descritos nesse estudo tais como, o desmatamento das suas margens, o uso intenso das águas pelas gigantescas obras de engenharia, o crescimento e a concentração populacional, superexploração dos solos por meio da especulação imobiliária, aplicação de técnicas inapropriadas pelos grandes empreendimentos voltados para o uso e ocupação do solo. Como estudo de caso, foi selecionado o município de Petrolina-PE, localizado no extremo sudoeste do estado de Pernambuco, na Mesorregião do Sertão do São Francisco, com população estimada de 319.893 habitantes (IBGE, 2013), isso devido às intensas atividades produtivas e a crescente demanda por espaço urbano, que expõem sérios problemas de gestão dos resíduos domésticos, industriais e agropecuários, e a ausência de infraestrutura de saneamento básico às margens do rio. Com isso, boa parte da população convive com a deficiente infraestrutura em saneamento básico e inconstante oferta de água potável. Uma realidade paradoxal na área de estudo é a produção do espaço geográfico nas zonas urbana e rural às margens do rio, onde são crescentes os empreendimentos imobiliários em forma de condomínios horizontais, considerados como novos modelos de urbanização que vem surgindo não somente em grandes metrópoles, mas disseminados em cidades pequenas e médias de todo país. Há também a disseminação dos condomínios verticais fechados, concentrados no espaço urbano da orla fluvial, também destinados à classe média alta. Foi verificado também a implantação de empreendimentos públicos, nas esferas federal, estadual e municipal, e outros empreendimentos privados a exemplo de bares e restaurantes, estes em sua grande maioria na zona urbana. As construtoras e o setor imobiliário especulativo além de não demonstrar nenhuma preocupação com os impactos ambientais diretos (obras de engenharia) e indiretos (lixo, sedimentos e esgoto) na calha fluvial fazem uso dos informes publicitários e procuram atrair o consumidor se utilizando da vista panorâmica e privilegiada do rio São Francisco. Essa transformação criou também um acesso restrito ao rio tanto para os moradores dos condomínios quanto dos demais empreendimentos, formando assim novas áreas nobres na cidade. Portanto esses empreendimentos estão em situação irregular, isto é, em desacordo com as Leis Federais e Municipais, principalmente ao destino final dos efluentes sendo jogados direto no rio, prejudicando a qualidade ambiental da região. A Dialética da Natureza é a proposta como método de estudo que analisou essa complexa relação sociedade-natureza. Os levantamentos bibliográficos e cartográficos de dados primários e secundários, materiais e confecção de produtos cartográficos e trabalhos de campo foram os procedimentos metodológicos para a observação e identificação dos impactos ambientais presentes na margem do rio que expõe a situação geoambiental dessa importante unidade da bacia hidrográfica do São Francisco. Nesse sentido, foram realizados os seguintes diagnósticos: análises da água e do solo, vegetação, uso e ocupação do solo. Os procedimentos de ensaio das características físicas, biológicas e inorgânicas das amostras de água, coletadas em seis pontos estratégicos, foram baseados no *Standard Methods*, registrados por meio de quatorze parâmetros. Os procedimentos de ensaio das amostras de solo foram baseados no método LQA-PT-015/APHA, método 3120, com o objetivo de detectar a presença de metais pesados às margens do rio nos fundos do único curtume da cidade. O diagnóstico da ação antrópica na área de estudo estão registrados através de ilustrações fotográficas georeferenciadas e da elaboração de mapas temáticos referentes à topografia, geomorfologia, clima, distribuição da cobertura vegetal, uso, ocupação e evolução urbana.

PALAVRAS-CHAVES:Município de Petrolina - PE. Rio São Francisco. Ocupação do solo.Impactos ambientais.Canal fluvial.

ABSTRACT

The current geo-environmental situation of the fluvial channel of the San Francisco river evidences deep transformations provoked by the anthropic action through the last centuries compromising the quality of the environment. These landscape transformations have led to environmental impacts in the fluvial channel and are described in this paper such as, the deforestation at its banks, an intense usage of the water by gigantic engineering works require, the growth and concentration of the population, over-exploration of land through the real state market, application of inappropriate techniques for large enterprises focused on the use and occupation of land. As case study, the city of Petrolina was selected, located in the far southwest of Pernambuco, in the dry area of the river with an estimate population of 319.893 inhabitants (IBGE, 2013), that due to the intense productive activities and the rising demand for urban space, that expose serious problems in the administration of domestic, industrial and agricultural waste and the absence of basic drainage system in the banks of the river. Thus, great part of the population lives in a defficient infrastructure in basic sanitation and a unstable offer of drinkable water. A paradoxal reality in the area of study is the production of geographical space in both urban and rural areas at the banks of the river, where there is a considerable growth in the real state enterprise through the construction of high buildings that are considered as new model of urbanization which have been rising not only in large cities but also reaching small and medium size cities throughout the country. There is also a spreading of private condominiums of high buildings located in the fluvial area, that are destined to the middle and upper classes. An implantation of public enterprises was also identified, in federal, state and municipal spheres, and also others of private matter such as bars, restaurants, these mostly located in urban areas. Construction companies and the speculative real state business show no signs of preoccupation with the environmental impacts as far as , both direct (engineering works) and indirect (garbage, sediment and sewage) it the fluvial canal taking advantage of advertisement that seeks to attract the consumer through the privileged view of the San Francisco river. This transformation criated also a restrict access to the river to both the inhabitants of such private condominiums and enterprises forming new noble areas in the city. Therefore these enterprises are at an irregular situation, that is, not in agreement with federal and municipal laws, mainly due to the effluents being dumped directly into the river, damaging the environmental quality of the region. The dialectic of nature is the approach as a method of study that analyses this complexed relation between society and nature. The bibliographic and cartographic surveying of primary and secondary data, materials of confection of cartographic products and field work were the methodological procedures for the observation and identification of the present environmental impacts at the banks of the river that expose geo-environmental situation of this important watershed of the San Francisco river. Thus, the following diagnosis were found: analysis of the water and soil, vegetation, use and occupation of the land. The procedures of practice of the biological, physical and inorganic characteristics of water samples collected from six strategic points, were based on the "Standard Methods", registered through fourteen parameters. The procedure of the practice of soil samples were based on the LQA-PT-015/APHA, method 3120, as aim to detect the presence of heavy metals at the riverfronts of the river at the back at a local tannery. The diagnosis of the anthropic action in the area of study are registered through photographic illustrations with geo-referenced in the elaboration of thematic maps with reference to topography, geomorphology, climate, distribution of vegetation cover, use, occupation and urban evolution.

Key words: Petrolina city-PE. San Francisco river. Occupation of land.Environmental impacts.Fluvial Channel.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do rio São Francisco	32
Figura 2: Aspectos climabotânicos	33
Figura 3: Posição geográfica do município de Petrolina-PE na bacia do rio São Francisco	38
Figura 4: Sub bacias do rio São Francisco em Petrolina-PE.....	39
Figura 5: Associação de solos no município de Petrolina-PE.....	41
Figura 6: Expansão urbana do município de Petrolina-PE entre 1950 e 2014	43
Figura 7: Evolução populacional em Petrolina-PE	47
Figura 8: Localização da Área de Estudo no Município de Petrolina-PE	49
Figura 9: Uso e ocupação do solo na área de estudo em Petrolina-PE.....	50
Figura 10: Solos da Área de Estudo no Município de Petrolina-PE.....	51
Figura 11: Verticalização na orla fluvial I, núcleo urbano inicial	54
Figura 12: (A e B) Projeto de ampliação da Orla III em 2012. (C e D) Alguns bares e restaurantes na Orla I em 2014	55
Figura 13: Alguns condomínios horizontais: (A, B, C) Zona rural; (D, E, F) Zona urbana	56
Figura 14: (A) Em destaque no Setor Leste áreas dos terrenos disponíveis de antigas chácaras e sítios à margem do rio no ano de 1972. (B) Abaixo imagem da atual situação da ocupação do solo no mesmo local	57
Figura 15: (A e B) Construções dos muros estendidos até próximo ao rio. (C) Atracadouro com sinalização através das boias	58
Figura 16: Alguns dos empreendimentos instalados às margens do rio (Setor Leste)....	59
Figura 17: (A) Entrada para um dos portos e restaurantes à margem da Estrada da Tapera; (B) Mesas e cadeiras de um dos bares na beira do rio; (C, D, E) Outras atividades econômicas das chácaras: criação de animais e cultivo de fruteiras; (F) Espaço para eventos festivos	60
Figura 18: (A) Um dos acessos ao DIPC; (B) Nova estação de tratamento de água da COMPESA; (C) Penitenciária Dr. Edvaldo Gomes; (D) Porto fluvial de Petrolina; (E) Espaço Ciência e Cultura da UNIVASF.....	62
Figura 19: (A) Caixa de metal que recebe a mistura de água e areia do fundo rio, localizada à montante do antigo núcleo urbana da cidade de Petrolina; (B) Uma das dragas utilizadas na extração de areia do fundo do rio; (C) Tanque de areia de uma das empresas localizada à jusante do antigo núcleo urbano, do lado direito da foto a Penitenciária	63

Figura 20: (A) Entrada principal do único clube recreativo na zona rural. (B e C) Entrada principal de dois clubes recreativos na zona urbana	63
Figura 21: (A) Entrada de uma das propriedades particulares. (B) Empresa de produção de mudas frutíferas. (C) Uma das chácaras que promove eventos festivos. Ambas na zona rural. (D) Entrada de uma das chácaras localizada na av. Jatobá. (E) Pequeno cultivo de banana às margens do rio na zona urbana. (F) Criação de animais de grande porte às margens do rio também na zona urbana.....	64
Figura 22: (A) Torre de transmissão instalada próxima ao rio. (B) Neossolo Flúvico exposto por causa do desmatamento. No círculo vermelho trator trabalhando no local. (C) Orla I no núcleo antigo da cidade. (D) Tubulação da nova estação de tratamento de esgoto da COMPESA. (E) Estação elevatória de esgoto da COMPESA. (F) Margem do rio nos fundos da penitenciária. (G) Ausência de vegetação ciliar em propriedade na zona rural	66
Figura 23: (A) Caixa de metal de uma empresa instalada a poucos metros do rio. (B) Tanque improvisado recebendo o material do leito do rio no setor leste. (C) Armazenagem da areia processada e circulação de máquinas pesadas.....	67
Figura 24: (A) Propriedade particular na zona rural em área de chacara com rampa. (B) Atracadouro elevado feito em madeira e metal em área de chacara na zona rural. (C) Propriedade particular na zona rural com rampa pavimentada. (D) Clube de campo na zona urbana, a seta mostra dique feito com pedras e cimento dando suporte ao atracadouro. (E) Seta indicando sistema de captação de água em propriedade particular na zona rural. (F) Ausência de vegetação ciliar em propriedade particular na zona rural. (G) Seta indicando dique em propriedade particular. (H) Seta indica ponte que liga Petrolina e Juazeiro e a falta de vegetação.....	67
Figura 25: (A) Trecho na zona rural. Setas indicam margens desmatadas e canal de água servida da irrigação. (B) Trecho na zona urbana, setor norte. Setas indicam um loteamento ao fundo. (C) Desembocadura do riacho Porteiras. A seta indica o rio São Francisco.....	68
Figura 26: (A) Canal de esgoto do “Alto Cheiroso” a céu aberto em bairro próximo do centro da cidade. (B) Trecho entre um condomínio e o ECC da UNIVASF. (C) Desembocadura vista de outro ângulo.....	69
Figura 27: (A e B) Obra inacabada próxima a desembocadura do canal do “Alto Cheiroso”. (C e D) Obra da COMPESA de ampliação do esgotamento sanitário.....	70
Figura 28: (A) Tubulação de esgoto de bares e restaurantes na Orla II. (B) Apesar das manilhas em concreto o esgoto de um condomínio horizontal na zona urbana segue a céu aberto direto para o rio. (C) Bueiro do esgotamento na região central da cidade. (D) A seta	

indica a tubulação em PVC do curtume instalado às margens do rio. (E) A seta amarela indica uma manilha e a preta a tubulação de esgoto submersa de uma propriedade particular na zona rural. (F) A mesma situação em uma propriedade particular na zona urbana.....	71
Figura 29: (A) Lixo e desmatamento na Orla I. (B) Lixo e despejo de esgoto direto no rio na Orla I. (C) Lixo em bosque de algaroba a poucos metros do rio na Orla II. (D) Garrafas jogadas em área desmatada na Orla II. (E) Lixo e desmatamento em uma propriedade particular na zona urbana no setor leste. (F) Despejo de cascas de coco na zona rural.....	72
Figura 30: (A, B e C) Início, meio e fim de uma voçoroca próxima a estação elevatória de esgoto da COMPESA. (D) Barrancas desmatadas nos fundos de uma propriedade. (E) Várzea com solo exposto no interior do novo condomínio na zona urbana no setor leste. (F) Desmatamento em propriedade particular na zona rural. (G) Chácaras com o solo de várzea desnudo e degradado pela implantação de pastagem.....	73
Figura 31: (A) Área desmatada e salinizada na Orla II. (B) Salinização em área próxima ao curtume. (C) Salinização em chácara na zona urbana setor leste. (D) Salinização em área de várzea na zona rural.....	74
Figura 32: (A) Primeiro e segundo dique na orla I. (B) Dique na orla II, área desmatada com despejo de esgoto	77
Figura 33: (A) Cheia de 2007. (B) Nível do rio normal em 2012	78
Figura 34: Informes publicitários dos condomínios verticais	79
Figura 35: (A) Construção de condomínio vertical na orla I. (B) Escritório de vendas de um dos condomínios na orla II, ao fundo o edifício em construção. (C) Área sendo preparada para um novo empreendimento na orla II	80
Figura 36: (A, B) Muro de um condomínio ao lado do curtume. (C, D) Faixas do rio privatizadas com placas impedindo o acesso	82
Figura 37: (A, B, C) Infestação de plantas exóticas invasoras na zona urbana. (D) Desmatamento há poucos metros do rio feito pela COMPESA para instalação de tubulação de esgoto. (E, F) Plantas exóticas no interior de chácaras na zona rural	83
Figura 38: Localização geográfica dos pontos de coleta de água bruta	86
Figura 39: (A) A seta amarela o sentido da correnteza, os círculos pontilhados os locais de despejo de esgoto, o maior riacho das Porteiras, o menor canal de esgoto no interior do DIPIC, entre eles círculos a Zona Portuária atual. (B, C, D) Ponto inicial, e exemplar das plantas bioindicadora	91
Figura 40: (A) Limites do curtume; seta azul a correnteza; setas amarelas os locais de coleta. (B) Às margens do rio fora do curtume. (C) Estado físico do solo: úmido e com camada	

superficial salinizada. (D) Às margens do rio nos fundos do curtume

96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Localização geográfica dos pontos de coleta de água para análise	87
Tabela 2: Relatório dos ensaios das amostras de água bruta	88
Tabela 3: Localização geográfica dos pontos de coleta de solo para análise	95
Tabela 4: Relatório dos parâmetros por mg/kg	97

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AD Diper - Agência de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco

AMMA - Agência Municipal de Meio Ambiente

ANA - Agência Nacional de Águas

BHRSF - Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba

CONAMA - Conselho Nacional do Meio ambiente

DIPC - Distrito Industrial Paulo Coelho
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FJP - Fundação João Pinheiro
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INFRAERO - Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária
IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ITEP - Instituto de Tecnologia de Pernambuco
PDEG - Penitenciária Dr. Edvaldo Gomes
PDP - Plano Diretor Participativo
PMP - Prefeitura Municipal de Petrolina
PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PVC - policloreto de vinila
SDEC - Secretaria de Desenvolvimento de Pernambuco
SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SIG - Sistema de Informação Geográfica
UNIVASF - Universidade Federal do Vale do São Francisco
ZAPE - Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco
ZIS - Zona Industrial e de Serviços

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	17
1.1. Objetivo geral	22
1.2. Objetivos específicos	22
1.3.Método	22
1.4.Materiais	23
1.5. Procedimentos Metodológicos	24
2. REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL	27
3. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO	31

3.1. Localização e caracterização geográfica	31
3.2. Situação geoambiental	32
3.3. Uso e ocupação do solo e impactos ambientais	33
3.4. Relação sociedade-natureza no submédio do São Francisco	36
4.PETROLINA-PE: breve histórico da evolução urbana e socioeconômica	38
4.1. Localização e caracterização geográfica	38
4.2. Desenvolvimento urbano	42
4.3. Evolução demográfica e perfil socioeconômico	45
5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO EM PETROLINA-PE	48
6. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA ÁREA DE ESTUDO	53
7.IMPACTOS AMBIENTAIS NO CANAL FLUVIAL	65
7.1. Impactos ambientais diretos	65
7.2. Impactos ambientais indiretos	68
8. RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
8.1. Relatórios de ensaios das amostras de água bruta	87
8.1.1. Nitrogênio Total	89
8.1.2. Fósforo Total	89
8.1.3. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	91
8.1.4. Oxigênio Dissolvido (OD)	92
8.1.5. Condutividade elétrica	92
8.1.6. Potencial Hidrogeniônico (pH)	93
8.1.7. Turbidez	93
8.1.8. Parâmetros biológicos	93
8.1.9. Parâmetros inorgânicos	94
8.2. Relatórios de ensaios das amostras de solo	95
8.3. Possíveis consequências dos impactos ambientais na área de estudo	99
CONSIDERAÇÕES FINAIS	101
REFERÊNCIAS	104

1. INTRODUÇÃO

Há milênios ao longo de sua história a humanidade quase sempre procurou se fixar às margens dos cursos d'água. Não foi diferente no território brasileiro rico em bacias hidrográficas.

Com grande contribuição histórica e econômica para o país e por atravessar uma região semiárida o rio São Francisco teve seu processo de penetração, colonização e ocupação através de suas margens. Além de fornecer água, o insumo vital aos seres vivos, serviu e serve ao longo desses cinco séculos como referência para investimentos diversos, deste a criação de gado no início, a pequena e grande produção agrícola irrigada, a instalação de hidroelétricas para atender a demanda cada vez maior com o advento da industrialização e conseqüente urbanização, e em recentes projetos governamentais suprir as necessidades de água de outras bacias no interior do Nordeste Setentrional através da transposição de suas águas.

Em mais de meio século de estudos voltados para a dinâmica fluvial, a evolução dos estudos de cunho histórico voltados para morfometria dos canais, tenta responder a ampliação e intensificação dos impactos humanos, e como tais mudanças ocorrem e afetam a morfologia do canal e mesmo a morfologia urbana de cidades ribeirinhas.

No Brasil, percebe-se que a preservação da mata ciliar e seus limites submarginais não são respeitados em zonas urbanas e rurais, onde empreendimentos são instalados, muitas vezes em situações de irregularidade, em desacordo com as Leis Federais e Municipais, estes promovem a erradicação da vegetação ripária (impactos ambientais diretos) e, posteriormente, fazem dos rios o destino final dos efluentes residenciais, industriais, agropecuários (impactos ambientais indiretos) isto é, muita carga sedimentar proveniente da crescente expansão urbana e do preparo do solo no meio rural, prejudicando a qualidade ambiental de áreas ribeirinhas.

Os impactos humanos nos sistemas fluviais constituem uma importante área de estudo no campo da Geomorfologia Fluvial moderna. Práticas como as alterações nos sistemas de captação no meio rural, incluindo atividades agrícolas e pastoris, desmatamentos, corte em encostas, efeitos diretos e indiretos do processo de urbanização e mudanças práticas na conservação da dinâmica do ambiente físico, podem causar alterações no fornecimento de água e de sedimentos para um canal fluvial e, portanto, ocorrer ajustamentos morfológicos para a dinâmica fluvial (GREGORY, 2006).

As alterações hidrológicas associadas com a urbanização têm sido extensivamente estudadas a partir da segunda metade do século XX, e os resultados a partir destes estudos têm mostrado claramente que o desenvolvimento urbano, e a conseqüente ampliação da

impermeabilização dos solos, levam a inundações maiores e mais frequentes nas áreas de planícies fluviais ocupadas (CHIN, 2006).

Para Chin (2006), com relação à expansão dos ambientes urbanos, o crescimento e desenvolvimento das cidades transformaram as paisagens fluviais em toda a superfície da Terra, alterando regimes hidrológicos e sedimentológicos.

Apesar da abrangência e intensificação da utilização dos rios nos últimos séculos, foi a partir da década de 1950 que este tema ganhou uma abordagem ampla nos estudos voltados para os impactos antrópicos sobre sistemas ambientais naturais, tendo na Geomorfologia Fluvial o principal campo de estudo voltado para a dinâmica dos cursos fluviais e das bacias hidrográficas (CUNHA, S. 2001a; GREGORY, 2006).

Os impactos humanos nos sistemas fluviais constituem uma importante área de estudo em geomorfologia fluvial moderna, alteração de captação, incluindo pastagens, desmatamento, corte, urbanização e mudanças práticas na conservação, podem causar alterações no fornecimento de água e sedimentos para o canal e, portanto, ocorrer ajustamento morfológico (WARNER, 1984 *apud* K. J. GREGORY, 2006).

Outro ponto a considerar é o aumento do volume e da velocidade de água que chegam aos canais fluviais, em decorrência de uma maior impermeabilização, em detrimento da infiltração. E os canais fluviais que estão inseridos em espaços urbanos são verdadeiros depósitos naturais de resíduos, onde o seu despejo direto nas águas é um dos fatores de maior impactabilidade socioambiental, sobretudo na obstrução da drenagem, assoreamento dos rios e contaminação de suas águas (CUNHA, S. 2008).Christofoletti (1981, p.20) reforça afirmando que “muitas atividades humanas podem aumentar ou diminuir a quantidade de água escoada superficialmente, tendo conseqüências no regime fluvial e na intensidade das cheias”.

Cunha, S., (2012) afirma que os impactos ambientais diretos que degradam os canais fluviais também estão relacionados às atividades mineradoras e as demais obras de engenharia, como a canalização, barramentos para controle de vazão, construção de pontes e diques. O lixo, sedimentos e esgotos são exemplos de impactos ambientais indiretos e que sem as condições mínimas de saneamento, oriundos da bacia de drenagem causam a degradação dos canais.

A ação humana nos últimos séculos vem deteriorando os ambientes naturais em benefício da crescente demanda por espaços ocupados, e a serem ocupados, causando danos aos solos, à cobertura vegetal natural e acelerando a degradação dos recursos naturais,

levando ao comprometimento da qualidade de vida de populações afetadas por tal deterioração (PALMIERI e LARACH, 2006).

Os processos naturais como a pedogênese e os derivados da morfogênese, como a lixiviação dos solos, erosão, deslizamentos, modificações no regime hidrológico e da cobertura vegetal, dentre outros, são implícitos da dinâmica do meio natural, não sendo necessária a intervenção humana. Entretanto, quando ocorre o desmatamento, ou construções de empreendimentos que transformam o ambiente natural, esses processos naturais, tendem a serem acelerados e intensificados e, nesse caso, as consequências para a sociedade são quase sempre desastrosas (GUERRA e CUNHA, S., 2006).

No referente à questão de ocupação de áreas ribeirinhas, ou próximas a estas, Guerra e Cunha, S., (2006) afirmam que:

“A ocupação desordenada do solo em bacias hidrográficas, com rápidas mudanças decorrentes das políticas e dos incentivos governamentais, agrava seus desequilíbrios. Dentre as atividades que causam degradação podem ser citadas as práticas agrícolas, desmatamento, mineração, superpastoreio e urbanização. (...)” (p.360).

Contraditoriamente aos incentivos governamentais, Corrêa (1989) diz que a elaboração de leis e normas vinculadas ao uso do solo, as normas do zoneamento e o código de obras são alguns dos atributos do Estado.

No Brasil, o perfil de ordenamento territorial estabelecido ao longo da história de políticas sustentadas pela economia de mercado, resultou uma forma de uso e ocupação espacial com reflexos desastrosos ao meio ambiente. Até hoje, os moldes dessa política da gestão, promove “a apropriação do espaço, legitimando os interesses econômicos, incorrendo em mudanças diversas pela privatização da natureza e sua “ideologização” como legitimação, justificando a estiolação ambiental em nome do progresso” (NASCIMENTO, 2006).

O papel do homem na mudança da dinâmica de canais fluviais intensificou-se nos últimos 4.000 anos, quando a ocupação, e a conseqüente utilização de ambientes fluviais como recurso natural, passou a promover uma crescente e abrangente degradação de tais ambientes.

Desta forma, a escolha do tema em questão se deu em face da necessidade de reconhecer à evolução do uso e ocupação do solo as margens do rio São Francisco em Petrolina-PE, assim como as origens e conseqüências de impactos ambientais diretos e indiretos sobre o canal fluvial em questão.

Desde a segunda metade da década de 1960, o Vale do São Francisco recebeu insumos do governo federal para que o desenvolvimento de novas práticas fosse estabelecido com

êxito. Nessa perspectiva, a agricultura irrigada e a geração de energia foram eleitas como os principais produtos do desenvolvimento local, o que proporcionou a organização do espaço produtivo da região, transformando essa área numa espécie de ponto luminoso da economia regional (GOMES, 2007).

Em pouco mais de um século, mudou completamente sua posição no contexto regional. Sampaio (1905) ao visitá-la em expedição subindo o rio chegou ao Vale do submédio São Francisco em Juazeiro-BA em outubro de 1879. Considerada o “empório do sertão” a vila era uma importante zona de influência comercial. Ele relatou que a região apesar da distância, de não possuir ainda vias férreas e rodovias, era um centro de ativas transações comerciais que ligava os estados do Piauí e Maranhão e por via fluvial ao estado de Minas Gerais pela então hidrovia e que ia ao oceano chegando aos estados de Pernambuco, Sergipe e Alagoas. Apesar da “estrada fluvial” que desce de Minas e vai ao litoral, mantinha com o porto da Bahia uma ligação comercial transportada em lombos de burros que levava cerca de “quinze dias de marcha regular”, e que ainda assim por conta da distância e dos meios de transporte trazendo dificuldades chegavam a região mercadorias europeias com preços razoáveis.

Quatro dias instalado em Juazeiro, resolveu visitar Petrolina e relatou em seu diário que o lugar era um povoado insignificante, modesto a própria categoria de vila. Algumas casas de feia construção ao longo de poucas ruas estreitas, desalinhas e areientas, e uma igreja de modesta aparência, pouco comércio, população escassa, e que todos informavam ser um povoado muito novo e destinado a grande futuro. Todavia o geógrafo vislumbrou um cenário muito pessimista com relação às possibilidades de desenvolvimento desta localidade, tendo em vista as condições de semiaridez dos sertões onde ela se encontra situada (SOUZA e CALDAS, 2009).

O desenho atual desta cidade, no entanto, aparenta outra realidade: possui amplas avenidas, dispõe de obeliscos e grandes estátuas que lhes dão um aspecto moderno, dinâmico e uma certa imponência, ou seja, a partir dos anos 1960 foi implantado o seu Plano Diretor, a fim de ordenar a ocupação do solo urbano (SOUZA e CALDAS, 2009).

A cidade de Petrolina, segundo Souza e Caldas (2009), é um exemplo da convergência de diversas atividades econômicas que, aproveitando-se das particularidades do clima semiárido, da disponibilidade de terra e toda uma infraestrutura voltada para os grandes negócios, concentrou renda e o poder regional no último século.

Reconhecida nacionalmente pela implantação de projetos voltados para fruticultura irrigada, e conseqüente exportação de frutas tropicais, destacando-se a manga, a uva, a goiaba,

a melancia e o melão, a cidade de Petrolina, recentemente, com o advento da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), além da notoriedade adquirida pelo processo de exportação de frutas tropicais cultivadas em pleno semiárido, passou a se constituir em um pólo universitário de referência para o interior nordestino.

A ausência de planejamento e gestão voltados para manutenção de um equilíbrio dinâmico ao ambiente natural propicia a gênese de vários problemas de ordem ambiental, que expõem os agravos ambientais presentes na área ribeirinha do São Francisco.

O estudo se fez necessário às margens do rio para responder tais inquietações, partindo da identificação e analisadas origens, evolução e consequências dos impactos ambientais diretos e indiretos sobre o canal fluvial do São Francisco, em confronto com o processo de crescimento socioeconômico embasado nas problemáticas ambientais derivadas de tal crescimento. Bem como, na extensão e características desses impactos ambientais tanto nas zonas urbana quanto na zona rural e na relação da atividade antrópica com o processo de evolução do uso e ocupação do solo que vem desencadeando impactos ao ambiente físico nas margens do rio.

A primeira hipótese levantada partiu dos problemas de ordem ambiental presentes na área ribeirinha do São Francisco que deixam transparecer a ausência de planejamento e gestão públicos. A segunda hipótese formulada foi que a intensificação dos impactos humanos na área ribeirinha do São Francisco comprova o desrespeito às leis ambientais.

A partir das hipóteses foi estruturado o problema partindo do método da Dialética da Natureza em que se levantou a seguinte questão: Quais os impactos ou fatores associados às mudanças das bases técnicas produtivas, o crescimento populacional e a ausência de infraestrutura de saneamento básico, que afetam e comprometem a qualidade ambiental às margens do São Francisco no município de Petrolina-PE?

Do problema acima citado surgiram, também, outras questões importantes para a condução do trabalho tais como:

- a) Com o crescimento urbano e as atividades agrícolas em seu entorno o rio funciona como receptor de resíduos domésticos, agrícolas e/ou agroquímicos e sedimentos, contribuindo para o assoreamento e eutrofização comprometendo o equilíbrio natural e modificando a qualidade da água do rio;
- b) A orla fluvial da cidade de Petrolina poderá expor impactos relacionados aos resíduos de propriedades agrícolas;
- c) O carreamento de material sedimentar para o leito do rio São Francisco, seja pela intensidade e recorrência das chuvas no verão (dezembro-março), ou pelo mau

uso da água e da mecanização inadequada, pode ter efeito negativo na dinâmica fluvial.

O estudo de caso é o método de procedimento e quanto à forma de abordagem é uma pesquisa aplicada do tipo descritiva e explicativa.

1.1. Objetivo geral

Identificar e analisar os impactos ao ambiente físico na margem do rio São Francisco causados pelo processo de uso e ocupação do solo.

1.2. Objetivos específicos

- a. Relacionar as atividades antrópicas com o processo de evolução do uso e ocupação do solo à margem do rio São Francisco.
- b. Mapear e especificar os impactos ambientais às margens do rio São Francisco no município de Petrolina.
- c. Analisar o processo de crescimento socioespacial e suas consequências no surgimento dos problemas ambientais.
- d. Levantar e caracterizar os impactos ambientais à margem do rio São Francisco na extensão das zonas urbana e rural do município de Petrolina.
- e. Identificar e analisar as origens, evolução e consequências dos impactos ambientais diretos e indiretos sobre o canal fluvial.

1.3.Método

Até o século XIX, as relações entre a sociedade e a natureza eram interpretadas, sob a influência da produção capitalista, pela “concepção de uma natureza objeto, fonte ilimitada de recursos à disposição do homem” (BERNARDES & FERREIRA, 2012). Sustentadas por essa concepção, assistiu-se a uma exploração sem medidas dos recursos naturais, cujos efeitos danosos a esta e reflexos diretos ao homem fez romper a dicotomia sociedade/natureza. É entre as décadas de 1960 e 1970 que emerge uma reflexão quanto à insustentabilidade dos moldes do crescimento sem o conhecimento e controle das fontes naturais que o sustentava.

Surge assim a necessidade de se discutir o meio ambiente, suas potencialidades e fragilidades e, especialmente, como lidar com elas.

As discussões da problemática ambiental remetem a uma revisão do conceito de valoração da natureza ao refletir que “à medida que os homens incorporam suas forças à natureza trabalhada esta adquire uma nova qualidade social enquanto valores de uso” (BERNARDES & FERREIRA, 2012). Muitos estudos revelam que a relação sociedade/natureza está condicionada pelo nível de desenvolvimento das forças produtivas e do modo de relação que lhes correspondem ao longo de uma vida histórica. Infelizmente, as relações sociais de produção e as funções territoriais determinadas nos espaços concorrem para a aceleração dos problemas ambientais, uma vez que respondem ao modelo de desenvolvimento econômico e padrões de ocupação do espaço. É por meio dos níveis técnicos e científicos desses padrões que a sociedade vai “imprimindo” sua marca no espaço, formando assim o que chamamos de paisagens, as mais distintas e contrastantes em todo o mundo.

O presente estudo traz como forma de interpretação que fundamenta a linha de pensamento o método da Dialética da Natureza, que avaliou a questão da relação sociedade-natureza. O método dialético da natureza é a análise da produção do espaço a partir das relações entre a sociedade e o meio natural. Incorpora as ações antrópicas como elementos que influenciam o quadro físico que se abrange num olhar ao nosso redor, constituída por um conjunto de elementos criados pela natureza e pelo homem, e que reflete a problemática integração entre a sociedade e a natureza (MENDONÇA, 2011). Bernardes & Ferreira(2012, p.18) afirmam que “A dialética homem/natureza está na base do processo de desenvolvimento e transformação das sociedades humanas”. Ainda segundo eles “Na concepção marxista, a relação do homem com a natureza é sempre dialética: o homem enforma a natureza ao mesmo tempo em que esta o enforma”. (p. 19).

1.4. Materiais

Para a realização deste estudo foram utilizados os seguintes materiais:

- a. *Hardware*: Windows 7, Processador Intel(R) Pentium(R) Dual CPU T3200 2,00 GHz, Memória RAM 3,00 GB, HD 160 Gb, Placa de Vídeo com 32 Mb, Monitor com resolução 1280x1024 - 32 Bits, Conexão com banda larga, Monitor colorido Sync Master 793V Modelo Positivo.

- b. *Softwares*: ArcGis Desktop 9.3 básico com os seguintes aplicativos: ArcMAP, ArcCATALOG e ArcTOOLBOX; Google Earth; Word (Editor de textos);
- c. GPS map 62 SC GARMIN com câmera 5.0 *mega pixels*;
- d. Câmera fotográfica digital modelo Samsung 12.2 *mega pixels*;
- e. Material cartográfico: Base cartográfica digital IBGE (2010) Microrregião de Petrolina-PE na Escala 1:150.000; Base cartográfica digital IBGE (2007) Microrregião de Petrolina-PE na Escala 1:125.000; Base digital cartográfica do Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco – ZAPE (EMBRAPA, 2001); Base cartográfica digital do Ministério do Exército (1977) na Escala 1:100.000 Folhas SC.24-V-C-III e SC.24-V-D-I; Dados vetoriais de limite da bacia, uso e ocupação do solo, cobertura vegetal natural, classificação de solos e limites municipal e urbano;
- f. Imagens do satélite Landsat/ TM, do ano de 2005 e 2014, disponíveis no Google Earth;
- g. Trabalhos acadêmicos, livros, artigos e páginas eletrônicas relacionados ao tema da pesquisa;
- h. Fotografias aéreas: Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A. (1950) na Escala 1:25.000; Força Aérea Brasileira - FAB de 1972. Fotos essas de propriedade da Mapoteca da CODEVASF – 3ª Superintendência Regional Petrolina-PE.
- i. Aluguel de duas embarcações: uma canoa de pescador motorizada e um caiaque individual a remo;
- j. Dois veículos próprios: um carro popular 1.0 e uma motocicleta 100 cilindradas.

1.5. Procedimentos Metodológicos

Como metodologia deste trabalho, inicialmente foi feito um levantamento bibliográfico sobre diagnóstico ambiental em bacias hidrográficas e uma síntese da atual situação geoambiental da bacia hidrográfica do São Francisco. Como também consultas a Constituição, Estatuto da Cidade, Plano Diretor Municipal de Petrolina-PE e às principais legislações ambientais que regem as políticas nacionais, e classificação das características ambientais da área de estudo.

A análise atual dos principais impactos ambientais às margens do São Francisco no município de Petrolina-PE foi realizada a partir de pesquisas de campo, que ficaram registrados por meio de ilustrações fotográficas georeferenciadas e da elaboração de mapas

temáticos referentes à topografia, geomorfologia, clima, distribuição da cobertura vegetal, evolução urbana e uso antrópico.

O interior da área de estudo agrega as zonas urbana e rural e possui 1.420,43 ha, ou seja, 14,2 Km² com 18,4 Km de margem de rio a maior parte na zona urbana, percorridos ao longo do ano para o diagnóstico ambiental, que compreende a faixa lindeira do São Francisco no município de Petrolina-PE. Foi necessário o conhecimento individualizado dos diversos usos e formas de ocupação do solo sua evolução e consequências dos impactos ambientais diretos e indiretos sobre o canal fluvial, assim como uma avaliação destes de forma integrada. Nesse sentido, foram realizados os seguintes diagnósticos: análises da água e do solo em pontos estratégicos, vegetação, uso e ocupação do solo.

As amostras de água foram coletadas em seis pontos estratégicos sob influência antrópica, no período de estiagem da região, entre agosto e outubro de 2014. As coletas foram acompanhadas por técnicos e as análises feitas no laboratório do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) em Petrolina-PE. Os procedimentos de ensaio das amostras foram baseados no *Standard Methods* 22^a Edição de 2012. Os parâmetros analisados foram: Nitrogênio total, Fósforo total, D.B.O5 (Demanda Bioquímica de Oxigênio), Oxigênio Dissolvido - OD, Condutividade Elétrica, pH, Turbidez, Coliformes Totais, Coliformes Termotolerantes, Escherichia Coli, Cromo (Cr), Chumbo (Pb), Cádmio (Cd) e Níquel (Ni).

As amostras do solo foram coletadas, preservadas e transportadas sob nossa responsabilidade. Com uma pá de corte, foram retiradas amostras únicas na camada superficial (0 - 20 cm) em ambiente de Neossolo Flúvico com superfície salinizada, em dois pontos próximos ao curtiúme, acondicionadas em sacos plásticos limpos com capacidade para 2 kg e etiquetadas. Em seguida encaminhadas para o laboratório da UNIVASF unidade agrária em Petrolina-PE. No laboratório as duas amostras foram acondicionadas em recipiente de vidro e pesadas em balança com leitura digital, em seguida colocadas em estufa de secagem e esterilização com renovação de ar, durante 26 horas, a 65°C. Após esse tempo destorreada com uso de marreta emborrachada sobre papel jornal e novamente acondicionada em sacos plásticos. Dois dias após as amostras foram encaminhadas e deixadas sob a responsabilidade dos técnicos do Laboratório de Química Analítica do Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP) em Recife-PE. Segundo o laboratório os procedimentos de ensaio das amostras foram baseados no método LQA-PT-015/APHA, método 3120. 22^a Ed. Foram analisados os teores totais dos seguintes metais: Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Ferro (Fe) e Zinco (Zn).

Para a confecção dos mapas temáticos, foram utilizados GPS map 62 SC GARMIN, plantas baixas da microrregião de Petrolina-PE de 1977, 2007 e 2010, Base digital cartográfica do Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco – ZAPE (EMBRAPA, 2001), fotografias aéreas digitalizadas de 1950 e 1972 da cidade de Petrolina-PE, Imagens do satélite Landsat/ TM, do ano de 2005 e 2014; tais mapas temáticos foram elaborados utilizando-se os softwares ArcGis 9.3 e Google Earth.

O ArcView foi a versão utilizada composta pelos seguintes aplicativos: ArcMap, ArcCatalog e ArcToolBox. A elaboração de mapas temáticos foi executada com a utilização de arquivos *Shapefile (shp)* do tipo polígono, linha e ponto, baixados na internet dos sítios do IBGE, MMA, ANA. Também foram produzidos arquivos *kml* e *kmz* no *software* do Google Earth arquivos estes transferidos e trabalhados para o aplicativo ArcMap onde o cruzamento e tratamento de dados do desenho cartográfico fez a ligação das feições cartográficas digitais com o banco de dados do GPS map 62 SC GARMIN colhidos em campo.

O ArcGis 9.3 é um conjunto de softwares de Sistema de Informação Geográfica (SIG), que fornece ferramentas baseadas em padrões para realização de análise espacial, armazenamento, manipulação, processamento de dados geográficos e mapeamento (SILVA & MACHADO, 2010).

O ArcGis 9.3 é comercializado nas formas principais que são: ArcInfo, ArcView e ArcEditor. Esses três conjuntos de programas funcionam todos em uma mesma plataforma (ou núcleo de atividades), diferindo apenas por apresentarem funções simples (ArcView) até o que apresenta funções completas (ArcInfo) cada uma dessas versões comercializadas é composta pelos três aplicativos ArcMap, ArcCatalog e ArcToolBox (SEBEM & MONGUILHOT, 2010).

Google Earth é um programa desenvolvido e distribuído pelo Google e apresenta um modelo tridimensional do globo terrestre, constituído a partir de imagens de satélite obtidas em fontes diversas, fotografia aérea e Sistemas de Informação Geográfica (SIG). O programa gera mapas bidimensionais e foto de satélite, identifica lugares, construções, cidades, paisagens, entre outros elementos presentes na geografia do mundo, permite dar zoom para visualizar detalhes, inclinar ou girar uma imagem, marca os locais, mede a distância entre pontos, traça trajetos ou rotas e até mesmo permite uma visão tridimensional de uma determinada localidade. Também é possível ver mapas antigos (SEBEM & MONGUILHOT, 2010).

2. REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL

A geografia como ciência social tem como objeto de estudo a sociedade, e as categorias para analisar o espaço geográfico é através das seguintes noções espaciais: paisagem, região, espaço, lugar e território. Todos esses conceitos, sempre consideram a ação do homem sobre a superfície terrestre (CORRÊA, 2011).

Os recortes ou as especificidades das abordagens geográficas aos estudos da relação sociedade-natureza aqui investigadas tem como categorias de análise paisagem e espaço.

A categoria paisagem como recorte espacial na Geografia aparece na abordagem dos aspectos relacionados à dinâmica da natureza e às atividades humanas em constante evolução. O passado e o presente estão contidos na paisagem em espaços distintos. Mas isso não quer dizer que o estudo esteja limitado à análise do cenário porque a paisagem por si só não traz a apreciação da (re) produção e (re)organização do espaço geográfico. Por isso a categoria espaço aparece numa perspectiva crítica como análise na investigação dos problemas socioambientais que afetam negativamente ou positivamente a relação sociedade-natureza, isto é, da formação sócio-espacial. Corrêa (2011) diz que “uma sociedade só se torna concreta através de seu espaço, do espaço que ela produz e, por outro lado, o espaço só é inteligível através da sociedade”.

Segundo Milton Santos, (2008) “O espaço deve ser considerado como uma totalidade, a exemplo da própria sociedade que lhe dá vida”. Ele insiste na necessidade de elaborar uma periodização a partir da compreensão do presente para analisar, a cada momento histórico, a combinação de variáveis que compõe determinado subespaço. A procura por entender a dialética espacial está presente também na definição do espaço como campo de força, incluindo o conflito entre o velho e o novo, entre as forças externas e internas, entre o Estado e o mercado. O autor evidencia o espaço como variável a partir de seus elementos (homens, firmas, instituições, o meio ecológico e as infraestruturas) quantitativos e qualitativos, partindo de uma análise histórica. Para ele o que interessa é o fato de que cada momento histórico, cada elemento muda seu papel e a sua posição no sistema temporal e no sistema espacial e, a cada momento, o valor de cada qual deve ser tomado da sua relação com os demais elementos e com o todo. E em suas relações dialéticas o espaço pode ser analisado adotando como ponto de partida as categorias estrutura, processo, função e forma.

Na dialética relação sociedade-natureza Mendonça (2012) relata que nas periferias urbanas em países em desenvolvimento o espaço esta dividido entre homens, depósitos de

lixo, esgotos a céu aberto, erosões. E que os rios são transformados em verdadeiros esgotos a céu aberto com elevados níveis de poluição das águas, e que destas mesmas águas se servem.

Quanto aos conceitos relativos às partes que compõe uma bacia hidrográfica e a atuação antropogênica buscamos aqueles que estão presentes na área de estudo.

Cunha, S., (2012) afirma que ao longo da história da humanidade os rios têm sido utilizados como vias de penetração e conseqüente surgimento de aglomerados urbanos e áreas cultivadas. Com isso os rios hoje expõem as condições naturais e as atividades humanas, a depender da intensidade, alterações, efeitos e/ou impactos no comportamento da descarga e poluição das águas. Considerando as características naturais e ambientais Guerra & Guerra (2011) definem rio como uma corrente líquida resultante da concentração do lençol de água num vale. Podem originar-se das chuvas, da junção de vários filetes, de fontes, do derretimento de neve e geleiras ou emissários de lagos. Pode ser definido pelo talvegue, vertentes e terraços. Constitui parte do lençol de água numa calha, parte que compõe uma rede hidrográfica. Suas cabeceiras são o ponto inicial do seu curso e que ao longo deste recebem vários afluentes. Sua forma ou tipo de vale é estabelecida pelas margens e vertentes. Podem desaguar no mar, lago ou outro rio. Quanto ao regime são perenes, ou seja, está sempre transportando o deflúvio da bacia. Como no caso da região do sertão nordestino os rios em sua grande maioria podem ser intermitentes ou temporários onde suas águas correm durante a época das chuvas e o leito fica seco na estiagem. Quanto as características da desembocadura em estuário muitas vezes por um longo canal, ou em delta constituído por várias ilhas fluviais.

O canal fluvial como componente vulnerável a ação antrópica da área de estudo, Guerra & Guerra (2011, p.107) diz que em condições naturais é “Local por onde escoam as águas fluviais. Os canais apresentam-se em diferentes formas na superfície terrestre, podendo ser classificados em: meandrante, anastomosado, reto, deltaico, ramificado, reticulado e irregular”.

As margens também modificadas pelas atividades humanas na área de estudo, especialmente pelo manejo inadequado dos solos urbano e rural, segundo Guerra & Guerra (2011) é a faixa de terras emersas ou firmes junto às águas de um rio, lago ou lagoa. São denominadas de esquerda e direita, tomando-se sempre como orientação o sentido da corrente. O observador de costas para montante, isto é, as cabeceiras, terá do seu lado direito a margem direita, o lado oposto, a margem esquerda.

Os problemas socioambientais em Petrolina-PE por conta do uso e ocupação do solo às margens do São Francisco esta impressa de forma dialética através dos impactos ambientais. Para Guerra & Guerra (2011, p.350) impacto ambiental é uma “expressão utilizada

para caracterizar uma série de modificações causadas ao meio ambiente, influenciando na estabilidade dos ecossistemas”. Além de comprometer os ecossistemas e a qualidade de vida da sociedade, afirmam ainda que os impactos ambientais podem ser negativos ou positivos, mas por conta do avanço da sociedade sobre os ambientes naturais quase sempre esta implícito que os impactos ambientais são na maioria das vezes negativos. E de acordo com a resolução do CONAMA nº. 001/86 art. 1º pode-se definir como:

(...) sendo qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente, afetam: I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II – as atividades sociais e econômicas; III – a biota; IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V – a qualidade dos recursos ambientais.

Para garantir as gerações presentes e futuras o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado como cita o art. 225 da Constituição Federal. Buscamos o enquadramento jurídico dos impactos ambientais com base na legislação Federal, Estadual e Municipal que protegem judicialmente o ambiente e a forma como são executadas.

O Congresso Nacional aprovou a Lei nº 10.257, em vigor desde 10 de outubro de 2001, conhecida como Estatuto da Cidade. Esta Lei estabelece as diretrizes gerais da política urbana brasileira, fornecendo instrumentos urbanísticos para o desenvolvimento das funções sociais, do uso e da gestão da cidade. Isso por conta de dois aspectos da urbanização brasileira, manifestados especialmente a partir da segunda metade do século XX como o crescimento desordenado das cidades no período, que provocaram o aumento da ocupação de áreas de risco, como encostas e várzeas. Além disso, surgiram desafios relacionados à demanda por água tratada, coleta de lixo e esgoto, exigindo serviços além da capacidade imediata do poder público. Para atender todas essas demandas houve a necessidade de produzir uma lei para orientar a política urbana do país.

Nos Dispositivos Constitucionais do Estatuto da Cidade Lei nº 10.257/2001 em seu Art. 23, diz que é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas; preservar as florestas, a fauna e a flora; promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico; registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios. No Art. 30 no inciso VIII da mesma Lei são de competência dos Municípios: promover, no que couber adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano. No Capítulo I

das Diretrizes Gerais em seu Art. 2º A política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar a poluição e a degradação ambiental. O Art. 4º desta Lei garante como instrumento para o planejamento municipal, em especial o Plano Diretor a disciplina do parcelamento do uso e da ocupação do solo e o zoneamento ambiental.

O Plano Diretor, instrumento de planejamento urbano que consta da Constituição de 1988, foi reforçado no Estatuto da Cidade e é obrigatório para algumas categorias de municípios brasileiros. Com isso a Lei 1.875/2006 em vigência sobre o Plano Diretor participativo do município de Petrolina-PE, em seu Art. 3º em alguns de seus objetivos da política de desenvolvimento municipal consiste no atendimento às seguintes demandas: a valorização, a proteção e a preservação do meio ambiente e da paisagem, promovendo o uso adequado dos recursos naturais; A identificação de áreas de preservação ambiental e o desenvolvimento de ações para o manejo sustentável; A ordenação e controle do uso e ocupação do solo com vistas a respeitar e valorizar a permeabilidade do solo e o uso adequado dos espaços públicos; O ordenamento construtivo de forma a regular as relações de vizinhança, a distância entre as edificações, a proximidade dos usos incômodos e os impactos dos empreendimentos de grande porte; O controle das densidades de uso e ocupação do solo de forma a promover a valorização imobiliária de forma equilibrada na área urbana; O incentivo do uso do solo na área rural direcionado às atividades agro-familiares e cooperativas ligadas à produção primária através da ação pública integrada e planejada. O Art. 4º inciso IV da função social da cidade e da propriedade urbana o Poder Público Municipal de Petrolina deverá cumprir e garantir à população: A proteção ambiental, com conservação e recuperação do ambiente natural, para mantê-lo sadio e ecologicamente equilibrado. No Art. 5º a propriedade urbana cumpre a sua função social quando atende às exigências fundamentais da ordenação da cidade, assegurando o atendimento das necessidades dos cidadãos quanto à qualidade de vida, à justiça social e ao desenvolvimento das atividades econômicas, respeitadas as diretrizes previstas na Lei do Estatuto da Cidade citada anteriormente, quando for utilizada para: Proteção e preservação do meio ambiente; Usos e ocupações de solo adequados aos termos da legislação e compatíveis com a infraestrutura urbana disponível.

3. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

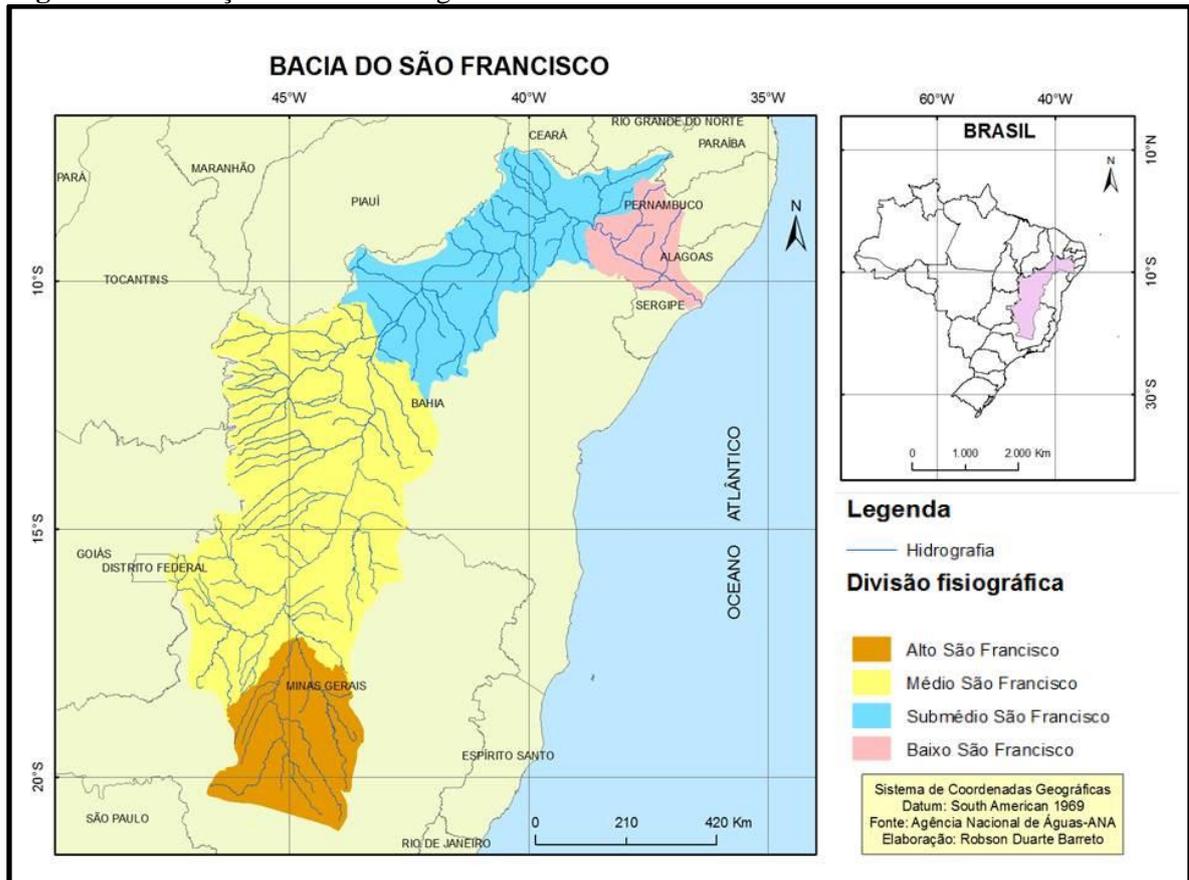
O curso principal do rio São Francisco tem extensões de 2.814 km entre as cabeceiras, no município de São Roque de Minas (MG), e de 2.863 km pelo rio Samburá, no município de Medeiros (MG) e a foz, entre os estados de Alagoas e Sergipe, onde se observa uma vazão média anual de 2.980 m³/s, o que corresponde a uma descarga média anual da ordem de 94 bilhões de m³ (CODEVASF, 2014). O Vale do São Francisco estende-se pelos estados de Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Sergipe, Alagoas, Goiás e o Distrito Federal, inseridos nas regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste. A área total é de 619.543,94 km², onde se distribuem 505 municípios com população de 18.218.575 habitantes (IBGE, 2011). Desses municípios, 409 se inserem totalmente dentro do vale e os 96 restantes estão parcialmente inseridos, ou seja, seus territórios ultrapassam os limites estabelecidos (CODEVASF, 2014).

Rio dos Currais, rio da Unidade Nacional, Velho Chico, o São Francisco é o maior rio totalmente brasileiro e exerceu importância histórica na ocupação e no desenvolvimento do Nordeste brasileiro. Durante muito tempo, foi o principal meio de comunicação, com uso de embarcações movidas a vapor, entre o Sudeste e o Nordeste e possibilitou a evolução das atividades econômicas na região, como a mineração, a criação de gado, a implantação de indústrias, a agricultura em suas margens e a agricultura irrigada (GONDIMFILHO, *et al.*, 2012). Para Chaconet *et al.*, (2012, p.254) “Por contar com um rio integrador, de grande influência nos fluxos humanos do Nordeste, a Bacia do São Francisco vem sendo degradada desde os tempos do Brasil Colônia, concentrando boa parte das atividades produtivas da região nas suas margens.”

3.1. Localização e caracterização geográfica

A bacia hidrográfica do São Francisco divide-se, de acordo com seu Plano Decenal de Recursos Hídricos (ANA, *et al.*, 2004 *apud* GONDIMFILHO, *et al.*, 2012), em quatro regiões fisiográficas (Figura 1): Alto São Francisco (da nascente até a cidade mineira de Pirapora, com 702 km de extensão); Médio São Francisco (de Pirapora até a cidade baiana de Remanso, com 1.230 km de extensão); Submédio São Francisco (de Remanso até a cidade baiana de Paulo Afonso, com 550 km de extensão); e Baixo São Francisco (de Paulo Afonso até a foz, com 214 km de extensão).

Figural:Localização da bacia hidrográfica do rio São Francisco.

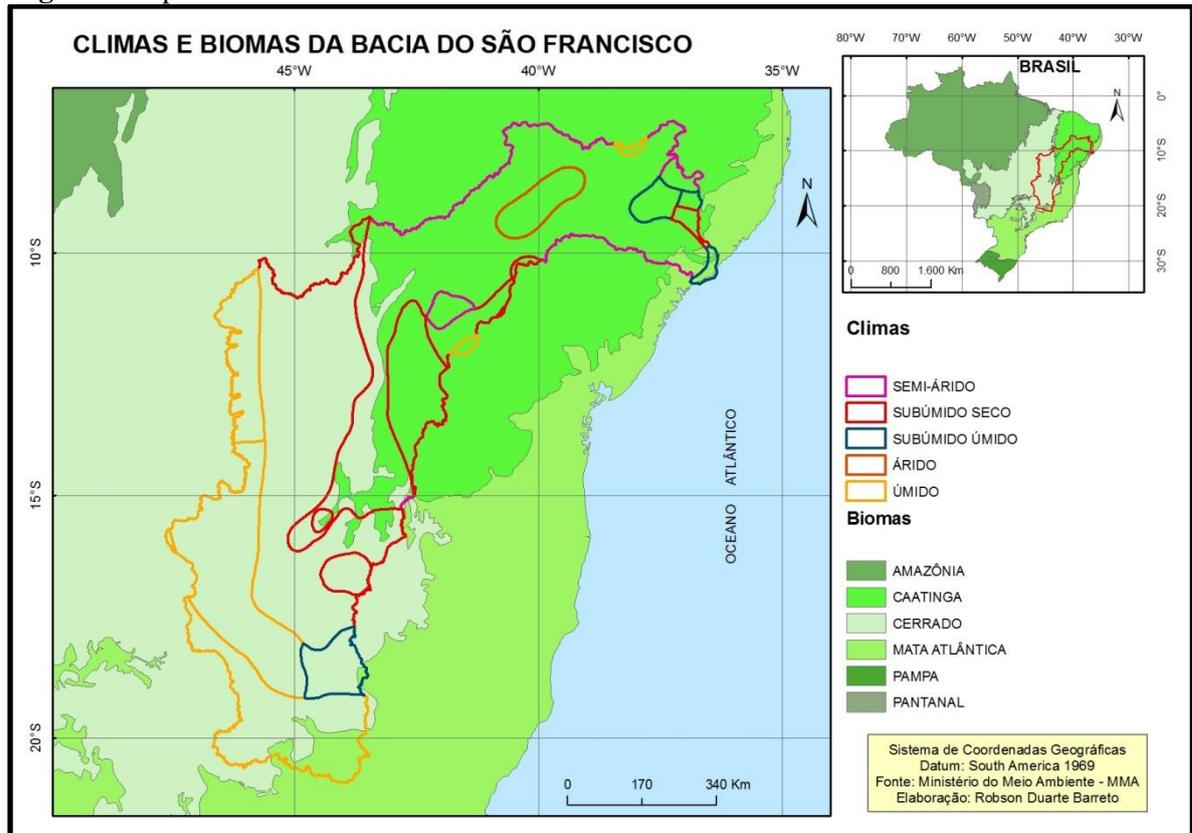


Elaboração: BARRETO, 2014, com adaptações.

3.2. Situação geambiental

A normal climatológica, que compreende o período de 1961 a 1990, indica uma precipitação média de 1.036 mm, variando de menos de 600 mm, na região semiárida, a 1.400 mm nas nascentes, no Alto São Francisco. As diferenças nos níveis de precipitação acabam por caracterizar uma passagem do clima subúmido para o Semiárido (Figura 2), apresentando uma diversidade de paisagens e biomas que vão desde a Caatinga, ao norte, passando pelo Cerrado (bioma predominante) e indo até a floresta estacional semidecidual, ao sul (Figura 2). No período de 1961 a 2007, apresentou média anual de precipitação de 1.003 mm, a menor entre as regiões hidrográficas brasileiras (ANA, 2009 *apud* GONDIMFILHO, *et al.*, 2012).

Figura 2: Aspectos climabotânicos.



Elaboração: BARRETO, 2014.

Lerner (2006) esclarece que 60% da bacia do São Francisco situa-se na região Semiárida e que 50% do Semiárido localiza-se na bacia do São Francisco. Outro aspecto importante é que 90 % das vazões do São Francisco são geradas nos estados de Minas Gerais e Bahia, em sua maioria em rios de domínio estadual.

3.3. Uso e ocupação do solo e impactos ambientais

A ocupação do rio São Francisco ao longo dos séculos através dos vários ciclos econômicos, a construção de hidroelétricas, das ferrovias e dos polos de irrigação deixaram menos de 4% de sua mata original, agravando severamente os processos erosivos nas margens, provocando o assoreamento do rio e tornando-o inviável como hidrovía (SIQUEIRA FILHO, 2012).

A partir de dados do IBGE no ano de 2011, GondimFilho(2012) concluiu que a população inserida na bacia do São Francisco chegou aos 14,1 milhões de habitantes, com

acentuados contrastes sociais, econômicos e culturais, abrangendo áreas de riqueza e alta densidade demográfica e áreas de pobreza crítica, com população bastante dispersa.

Na região das cabeceiras, há forte urbanização e significativa industrialização da economia. A Região Metropolitana de Belo Horizonte concentra 35% da população em menos de 1% da área da bacia. Por isso, na região do Alto São Francisco, observa-se os melhores indicadores de desenvolvimento social e econômico da bacia.

Por outro lado, 80% dos municípios da bacia são de pequeno porte, com população inferior a 30.000 habitantes. Especificamente, na região do Semiárido, onde estão 218 municípios com sede na BHRSF (Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco) e residem cerca de 5.000.000 de habitantes, 40% da população se encontram dispersos na zona rural. As regiões do Submédio e Baixo São Francisco, inseridas no Semiárido, apresentam índices de desenvolvimento humano que revelam a outra realidade brasileira, com localidades em situação de extrema carência e miséria. (GONDIMFILHO, 2012. p. 163).

No Alto São Francisco, o fator determinante é a alta concentração urbana e industrial, com produção e lançamento de grandes quantidades de efluentes. No Médio e Submédio, o principal problema é a reduzida capacidade de autodepuração dos rios devido à intermitência, conflitando com outros usos, como o abastecimento humano e a irrigação. (GONDIMFILHO, 2012. p. 175).

As grandes obras de engenharia como as usinas hidroelétricas, que necessitam de grandes barramentos, por exemplo, são responsáveis pelos maiores impactos ambientais diretos no canal fluvial. Lerner (2006) diz que no rio São Francisco existe basicamente dois tipos – as barragens com reservatório, que se caracterizam pela possibilidade de controlar cheias e regularizar o rio a jusante das mesmas, e as barragens sem reservatório, conhecidas como usinas a fio d'água. A maior área de drenagem ocorre no trecho entre Três Marias e Sobradinho. Além de evitar inundações à jusante, exercem fundamental papel estratégico, para a geração de energia hidroelétrica, durante todo o ano, nas usinas a jusante de Sobradinho, isto é, Itaparica, Moxotó, Complexo de Paulo Afonso e Xingó.

Siqueira Filho (2012) cita autores que trazem relatos históricos de que depois das usinas construídas pela Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF).

Foi-se para sempre o fenômeno da piracema e seus incríveis peixes migradores (SATO *et al.*, 1988; GODINHO & GODINHO, 2003), assim como as enchentes que regulavam a biota aquática antes do advento das barragens (LUZ *et al.*, 2010). As comunidades ribeirinhas conhecidas como “beraderos” por séculos conviveram com os ciclos naturais de enchentes do rio, e, adaptadas a eles construíram sua história (ESTRELA, 2010 *apud* SIQUEIRA FILHO, 2012. p. 27).

Determinadas plantas aquáticas praticamente desapareceram com a construção das hidroelétricas do Rio São Francisco. Espécies da bizarra família Podostemaceae,

muitas vezes confundidas com musgos (briófitas), são plantas reófitas, isto é, típicas de ambientes de águas velozes, encachoeiradas. Indicadoras da fragilidade dos ambientes aquáticos, seu ciclo reprodutivo está associado intimamente aos movimentos naturais de enchentes do rio (SOBRAL-LEITE *et al.*, 2011 *apud* SIQUEIRA FILHO, 2012. p. 35-37).

O rio tinha um ciclo de enchentes natural e dinâmico, que favorecia novos aportes de nutrientes em áreas de vazantes, e também a renovação da vida aquática, especialmente na porção estuarina, em Piaçabuçu, próximo à divisa de Alagoas e Sergipe (SIQUEIRA FILHO, 2012). As áreas de várzea são caracterizadas por Guerra & Guerra (2011, p.633) como “terrenos baixos e mais ou menos planos que se encontram junto às margens dos rios. Constituem, a rigor, na linguagem geomorfológica, o leito maior dos rios”. Os mesmos afirmam que em certas regiões essas áreas são aproveitadas para agricultura, como no Brasil em especial no caso da região do São Francisco denominado de cultura de vazante.

GondimFilho, *et al.*, (2012) afirma que a calha do rio São Francisco situada em seu alto curso, apresenta bons níveis de saneamento básico. Os indicadores de saneamento verificados nessa região dissimulam a realidade da bacia e não revelam os graves problemas nas regiões do Médio, Submédio e Baixo São Francisco, que acolhem elevado percentual de população dispersa e sem atendimento. A coleta de esgoto é ainda deficitária e discrepante entre as regiões. Enquanto no Alto São Francisco quase 80% da população urbana é atendido com coleta de esgoto, no Baixo São Francisco pouco mais de 23% recebem esse serviço. No Médio e no Submédio, a coleta de esgoto chega a 35% e 58% da população urbana, respectivamente. A coleta de lixo chega a mais de 90% da população urbana no Alto e a mais de 80% no Médio, Submédio e Baixo São Francisco. Apesar dos níveis razoáveis de coleta, apenas cerca de 7% dos municípios dão tratamento e disposição final adequado aos resíduos sólidos urbanos. Na região do Submédio especificamente na cidade de Petrolina-PE, Siqueira Filho (2012, p. 28) constatou que “residências que valem meio milhão de reais e contam com alta tecnologia de segurança e mobiliário luxuoso foram concebidas com sistemas hidrossanitários arcaicos, que contaminam o lençol freático e o próprio rio”.

Uma grande obra de engenharia que esta em andamento e que provocará grande impacto direto na calha do rio é a transferência das águas através do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.

A transposição consiste, portanto, na integração da bacia do maior rio perene da região Nordeste às bacias dos rios intermitentes de Pernambuco, da Paraíba, do Rio Grande do Norte e do Ceará (SILVA, 2005 *apud* LERNER, 2006).

Por possuir cerca de 70% do total de água doce do Nordeste em sua bacia, concentrado principalmente no leito perene, e pelo fato de se localizar relativamente próximo a região com escassez hídrica, o São Francisco foi escolhido pelo Ministério da Integração Nacional para ser o doador hídrico do projeto de transposição (GOMES, 2005 *apud* LERNER, 2006).

Na tentativa de amenizar os impactos ambientais indiretos na calha fluvial do rio Nunes (2012) relata que:

[...] medidas compensatórias à bacia doadora têm se concretizado por meio do Programa de Revitalização do Rio São Francisco, que até 2010 havia investido 273 milhões em projetos de recuperação ambiental, com destaque para a construção de um grande número de estações de tratamento de esgotos nos municípios situados ao longo da calha do rio. (p. 389, 390)

Tudo isso mais os impactos ambientais diretos levantados por Ferreira Cunha, *et al.*, (2009, 2011) na região do Submédio às margens do São Francisco nos municípios dos estados da Bahia e Pernambuco, exercem forte pressão sobre as áreas de vegetação ciliar, bem como em áreas de vegetação primária, para a implantação de projetos agrícolas, assentamentos rurais e implantação de chácaras, contribuindo para a degradação dos solos e vegetação, cujo fenômeno está ligado à ausência de um manejo adequado e respeito à legislação ambiental.

Siqueira Filho (2012, p.31) admite que: “As fontes de pressão e ameaça à integridade física e biológica do São Francisco são complexas e difusas e exigem ações multidisciplinares de longo prazo para que se possa gerar mudanças de cenário em escala regional”. Com isso o autor chega a prever a “extinção inexorável do rio São Francisco” (p.28). E que a geração atual não se preocupou em documentar a diversidade biológica e agir através de políticas públicas para promover a conservação dos ecossistemas naturais. E ainda: que custará caro para a sociedade atual e futura a revitalização, mesmo porque diante do que foi constatada a restauração original é praticamente impossível.

3.4. Relação sociedade-natureza no submédio do São Francisco

Siqueira Filho, (2012, p.28) constatou que: “nas margens do São Francisco, entre Petrolina e Juazeiro, houve um aumento significativo do preço da terra devido à especulação imobiliária desenfreada”.

Ferreira Cunha, *et al.*, (2009, 2011) avaliou e quantificou o uso atual das terras em áreas de influência urbana, sob cultivos e pastagem natural nos municípios inseridos no submédio do São Francisco nos estados da Bahia (Casa Nova, Sobradinho, Juazeiro e Curaçá)

e Pernambuco (Petrolina, Lagoa Grande e Santa Maria da Boa Vista). Nos dois estados as áreas analisadas eram exploradas e ocupadas sem obedecer às leis ambientais o que contribuiu para o assoreamento do rio. Nas áreas degradadas, decorrentes do processo de ocupação da zona ripária foram observados solos altamente degradados - salinizados, decapitados e grandes ambientes abandonados, pois já não eram adequados ao uso. Verificou-se que toda a vegetação ciliar havia sido retirada para dar lugar a áreas de cultivos e de pastagem – criação de animais. Essas áreas estavam ocupadas por algaroba (*Prosopis juliflora*) demonstrando sua resistência em suportar a salinização dos Neossolos e Cambissolosflúvicos que margeiam todo o rio.

Outro ponto preocupante é a ocupação do solo que não leva em consideração o regime de cheias do rio, e que apesar das hidroelétricas regularem a vazão das águas a montante, as ocupações podem ser afetadas por enchentes provocadas por períodos de chuvas atípicos na bacia do rio São Francisco e que isso pode provocar destruição por alagamentos. Os terraços fluviais ou aluviais que sofrem a ocupação irregular foi definida por Christofolletti (1981, p.253) como “antigas planícies de inundação que foram abandonadas, compostas por material detrítico aluvial, com estruturas sedimentares que refletem os mecanismos e os processos deposicionais do leito fluvial”. Já Guerra & Guerra (2011, p. 601, 607) definiram os terraços fluviais ou aluviais como:

“depósitos aluviais que se encontram nas encostas de um vale, isto é, com superfície horizontal ou levemente inclinada, constituída por depósito sedimentar, ou superfície topográfica modelada pela erosão fluvial, marinha ou lacustre e aparecem com mais frequência ao longo dos rios, na borda dos lagos e lagoas e ao longo do litoral.”

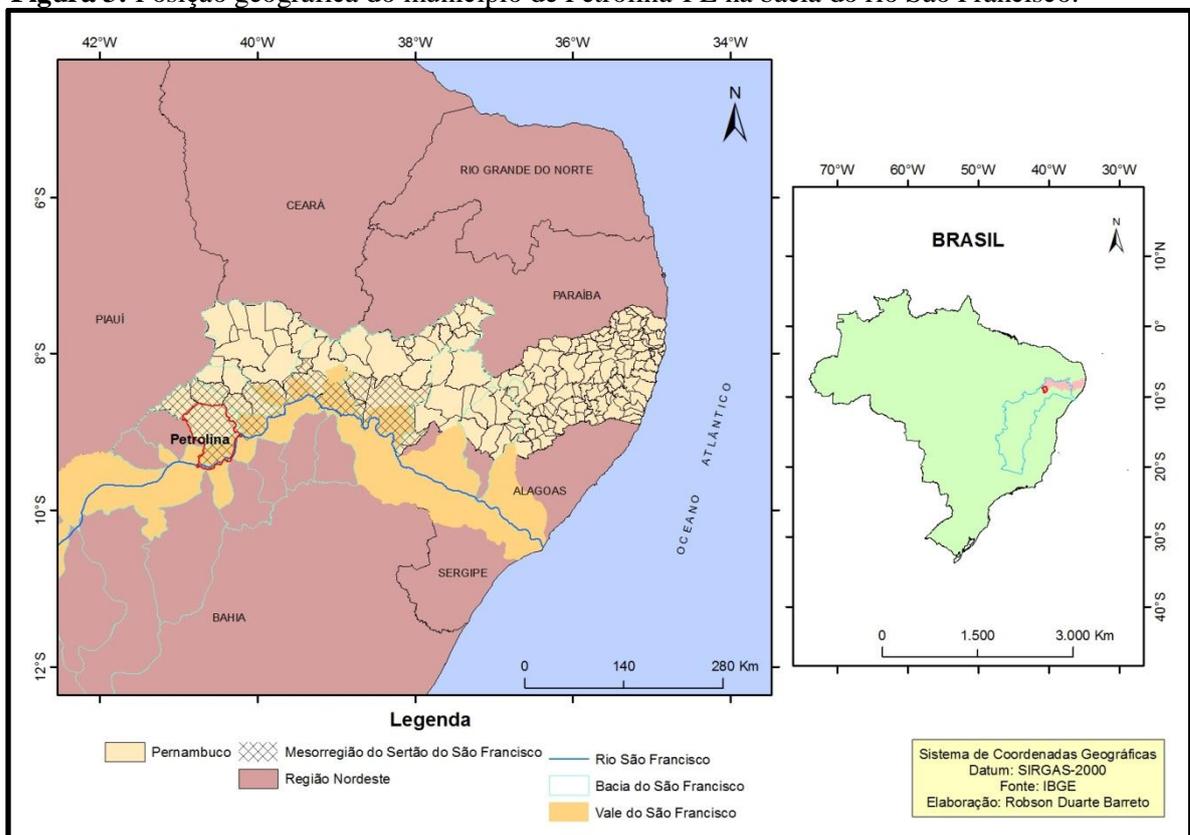
A degradação ambiental analisada por Ferreira Cunha, *et al.*, (2009, 2011) na região do submédio às margens do São Francisco nos municípios dos estados da Bahia e Pernambuco, não deixou dúvidas de que a falta de conhecimento por parte dos ribeirinhos de práticas de manejo conservacionistas, baixo controle e fiscalização dos órgãos competentes, foram fatores decisivos no aumento dos desmatamentos e queimadas da vegetação ciliar, cujo ritmo se modifica claramente em função dos processos de ocupação e organização de atividades, respaldados por políticas públicas e projetos governamentais.

4.PETROLINA-PE: breve histórico da evolução urbana e socioeconômica

4.1. Localização e caracterização geográfica

O município de Petrolina-PE, está localizado no extremo sudoeste do estado de Pernambuco, na Mesorregião do Sertão do São Francisco, (Figura 3), entre as coordenadas 8° 62' 35" e 9° 48' 29" Latitude Sul e 40° 20' 81" e 40° 95' 90" Longitude Oeste. Faz divisa com os municípios: Juazeiro - BA ao Sul separado pelo rio São Francisco, a Oeste com Casa Nova-BA, a Nordeste com Lagoa Grande-PE, Afrânio-PE localizado a Noroeste e ao Norte com Dormentes-PE. É a maior divisão administrativa da Mesorregião do Sertão do São Francisco como do estado de Pernambuco. O município está exatamente no centro da região conhecida como Polígono das secas - reconhecida pela legislação como sujeita a repetidas estiagens e, conseqüentemente, objeto de especiais providências do setor público - estando a uma altitude média de 376 metros. Está localizado à margem esquerda do rio São Francisco na região denominada Submédio São Francisco- uma das quatro regiões fisiogeográficas do vale do São Francisco e abrange áreas dos estados da Bahia e Pernambuco.

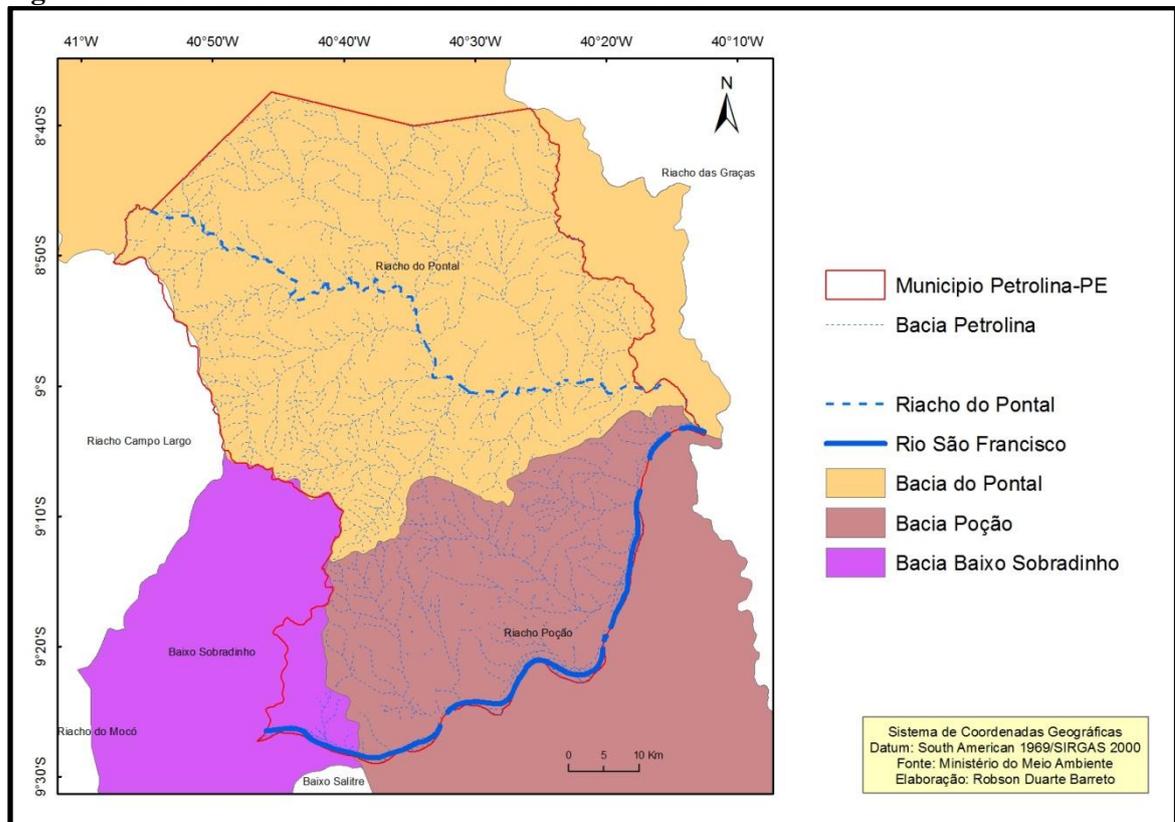
Figura 3: Posição geográfica do município de Petrolina-PE na bacia do rio São Francisco.



Elaboração: BARRETO, 2014.

O município de Petrolina está inserido na bacia hidrográfica do rio São Francisco, do rio Pontal e do grupo de bacias de pequenos rios interiores. Com base no mapa municipal estatístico na escala de 1: 150.000 (IBGE, 2010) todos seus cursos d'água, com exceção do São Francisco são considerados intermitentes e tem como padrão de drenagem o dendrítico, como mostra a (Figura 4). Guerra & Guerra (2011, p.518) diz que a rede de drenagem dendrítica é “aquela que apresenta a disposição dos rios formando um esgalhamento. É comum nos terrenos argilosos e também em rochas cristalinas como o granito”.

Figura4: Sub bacias do rio São Francisco em Petrolina-PE.



Elaboração: BARRETO, 2014.

Petrolina por estar no sertão de Pernambuco, Araújo Filho *et al.*, (2000) diz que a região está nos degraus da estrutura geológica do Pré-Cambriano, com algumas áreas de recobrimento pedimentar no extremo oeste com tabuleiros interioranos, proveniente de materiais que descem da Borborema e da Chapada do Araripe na direção da calha do rio São Francisco, que constitui a rede de drenagem desta região, onde predominam pediplanos, com declividades entre 1 a 8%. Existem também, áreas de pediplanos em evolução, que apresentam ondulações mais acentuadas, com declives de 8 a 30%. Os *inselbergues* com perfis íngremes e rochosos marcam presença inseridos nas superfícies dos pediplanos. Ele

afirma que é comum encontrar seixos rolados nos terraços e interflúvios das cabeceiras fluviais, evidências de um período climático mais úmido, em épocas pretéritas.

O clima predominante da região que o município de Petrolina-PE está inserido é o Semiárido, com temperatura média anual de 27°C, que na Classificação Climática de Köppen-Geiger é do tipo BShw. Em função das características de clima e temperatura associadas a localização geográfica intertropical e a limpidez atmosférica na maior parte do ano, a evapotranspiração potencial é muito alta, sobretudo na parte norte do vale, sendo da ordem de 3.000 mm anuais (BURGOS; CAVALCANTI, 1990 *apud* FERREIRA CUNHA, *et al.*, 2009). Também é alta a insolação e baixa a umidade relativa do ar. O período seco é predominante, com cerca de 6 a 8 meses, podendo atingir até 11 meses nas áreas de maior aridez. A precipitação pluviométrica média anual é da ordem de 400 mm a 650 mm (CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 1989 *apud* FERREIRA CUNHA, *et al.*, 2009), que ocorre de forma irregular e concentrada em 2 a 3 meses do ano - novembro, dezembro e janeiro - podendo ocorrer chuvas intensas - 120 mm a 130 mm - num período de 24 horas.

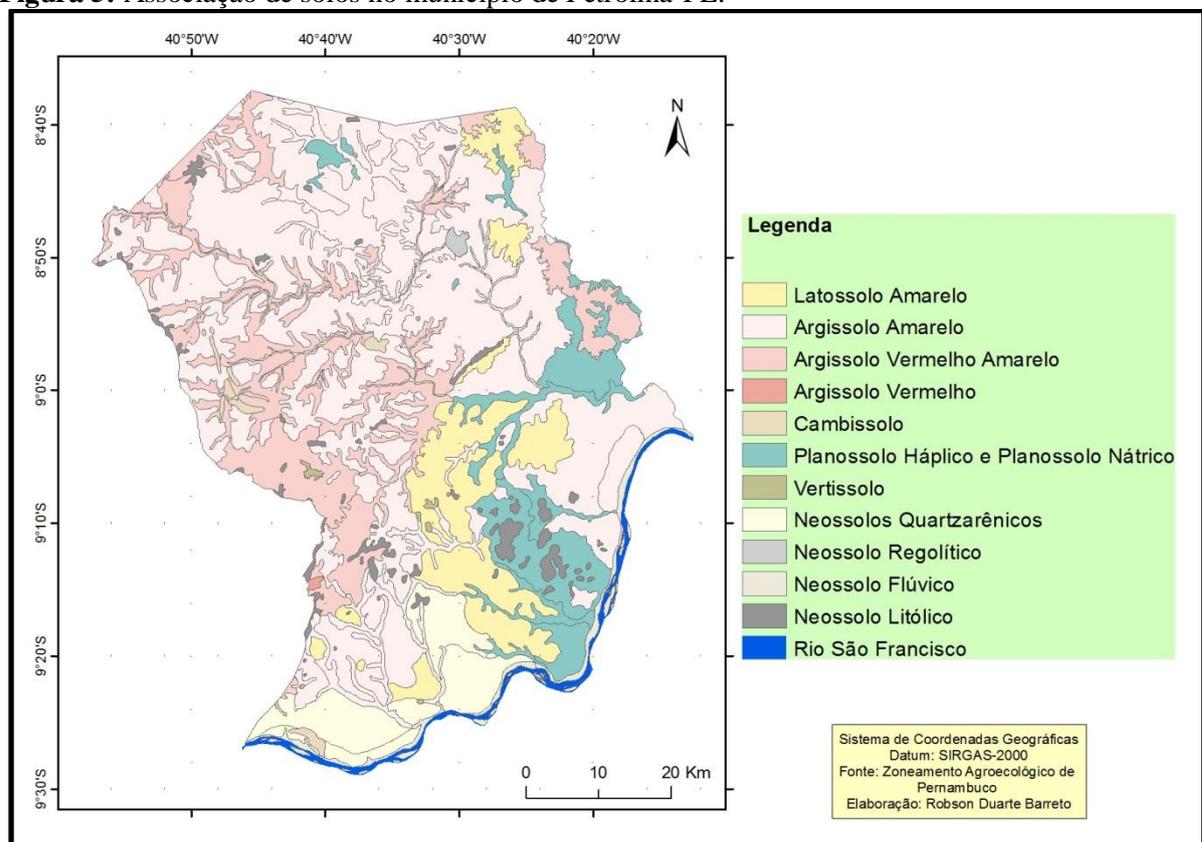
A vegetação predominante é do bioma Caatinga no interior do município, é constituída por formações xerófilas, lenhosas, decíduais, normalmente espinhosas, com presença de plantas suculentas, tanto com padrão arbóreo como arbustivo, pouco densa a densa e com estrato herbáceo estacional (ANDRADE-LIMA, 1992 *apud* FERREIRA CUNHA, *et al.*, 2009). O porte mais elevado é definido pelas braúnas (*Schinopsis brasiliensis*), que podem alcançar até 20 m de altura. Também podem ser encontradas espécies de porte significativo como a faveleira (*Cnidoscolus phyllacanthus*), imbirassu (*Psuedobombax simplicifolium*), aroeira (*Astronium urundeuva*) e imburana-de-cambão (*Bursera leptophloeos*).

A espécie de maior predominância na região é a jurema-preta (*Mimosa hostilis*), seguida pelo caroá (*Neoglaziovia variegata*), quebra-faca (*Cróton sp*), mororó (*Bauhinia cheilantha*), pinhão brabo (*Jatropha pohliana*) (BURGOS; CAVALCANTI, 1990 *apud* FERREIRA CUNHA, *et al.*, 2009).

Entre as cactáceas são encontradas espécies como o xique-xique (*Pilosocereus gounellei*), palmatória-de-espinho (*Opuntia palmadora*), coroa de frade (*Melocactus bahiensis*), rabo-de-raposa (*Arrojadoa rhodantha*), mandacarus (*Cereus jamacaru*), facheiros (*Pilosocereus pachycladus*) e quipás (*Opuntia inamoena*). Em áreas abaciadas e passíveis de alagamento em alguns meses do ano, relacionadas com os Vertissolos Hidromórficos onde a vegetação é menos densa, ocorrem espécies esparsas como o “alagadiço”, “jurema-preta” e “unha-de-gato”, ambas do gênero *Mimosa* (BURGOS; CAVALCANTI, 1990 *apud* FERREIRA CUNHA, *et al.*, 2009).

Em estudo feito por Ferreira Cunha, *et al.*, (2009) no município de Petrolina foram observados solos pertencentes a diversas classes (Figura 5), desde solos jovens - Neossolos Litólicos, Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Regolíticos, Cambissolos, Planossolos, Neossolos Flúvicos e Vertissolos - a solos muito evoluídos - Latossolos, Argissolos. O referido autor relata que acobertura pedológica está intimamente relacionada com o clima, material de origem, vegetação e o relevo. O autor chama a atenção para os Planossolos e os Argissolos abrupto que são altamente suscetíveis aos processos erosivos, principalmente quando manejados sem práticas conservacionistas.

Figura 5: Associação de solos no município de Petrolina-PE.



Elaboração: BARRETO, 2014 a partir do ZAPE.

4.2. Desenvolvimento urbano

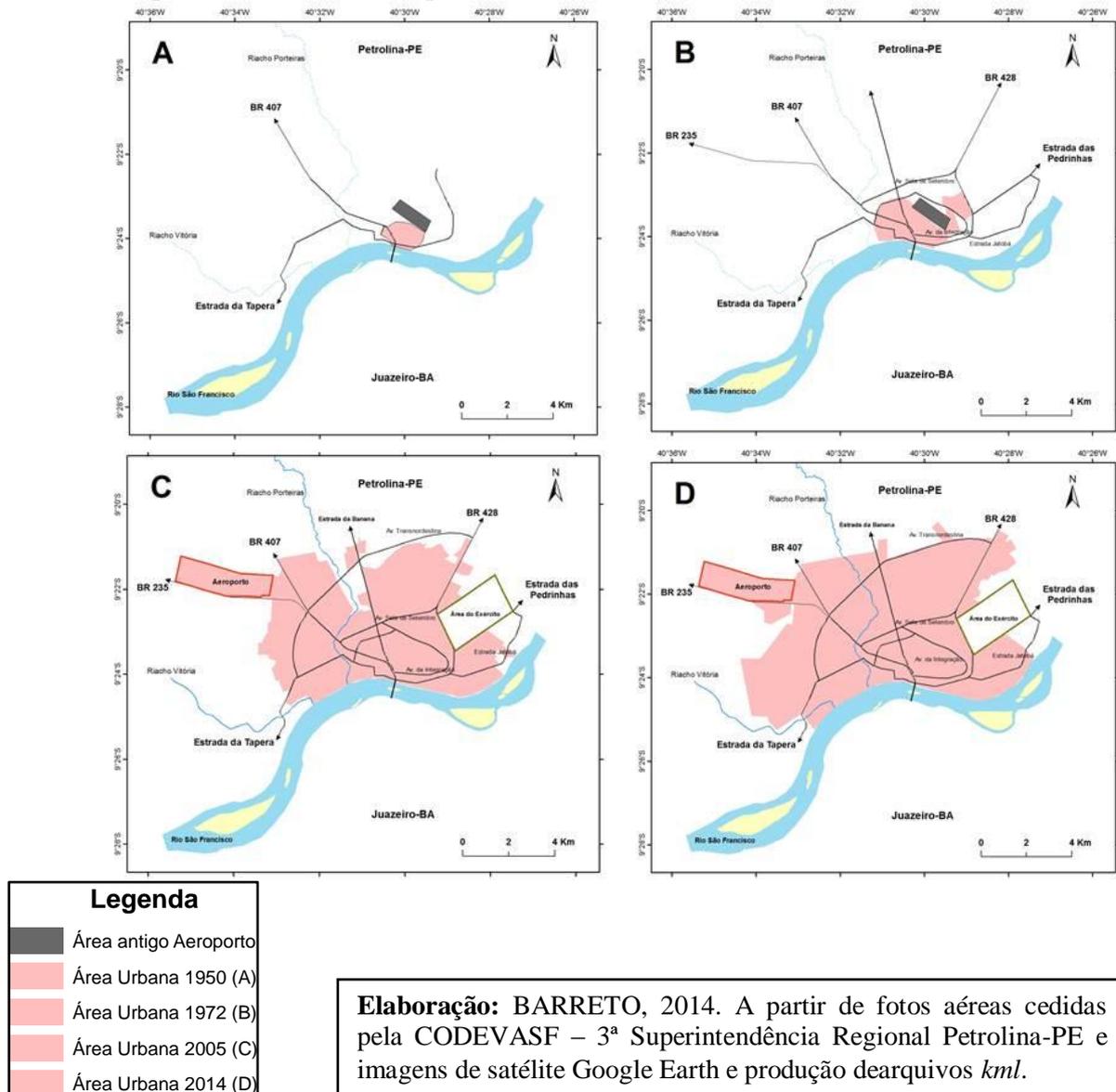
Unidos pela ponte Presidente Eurico Gaspar Dutra e separados pela divisa natural que é o rio São Francisco o município de Petrolina-PE tem como vizinho ao sul Juazeiro-BA com 214.748 habitantes segundo estimativas (IBGE, 2013). Considerando as estimativas populacionais juntos forma o maior aglomerado urbano no semiárido, com 534.641 habitantes, como também um dos maiores polos de agricultura irrigada do Brasil voltado especialmente para a produção de frutas tropicais para exportação e abastecimento do mercado interno.

A cidade de Petrolina é dividida em: Zona Norte, Oeste, Leste e Central (inclui a Zona Sul). Devido ao grande crescimento da cidade, surgiram novos bairros com o passar dos anos. Oficialmente, segundo registro do IBGE, Petrolina possui 54 bairros. Porém, o crescimento da cidade fez surgir novos bairros dentro da área demarcada dos bairros catalogados em levantamento feito no ano 2000 pelo IBGE.

Administrativamente, o município é composto pelos distritos: Sede, Curral Queimado, Rajada e pelos povoados de Cristália, Nova Descoberta, Tapera, Izacolândia, Pedrinhas, Uruás, Lagoa dos Carneiros, Caatinguinha, Caititu, Cruz de Salinas, Pau Ferro, Atalho, Caiçara, Barreto, Lagoa dos Cavalos, Barreiro, Varzinha, Lagoa da Pedra, Lajedo, Jatobá, Amargosa, Aranzel e Angico Alto (Sítio dos Moreira).

A configuração urbana atual partiu da nucleação populacional que se implantou inicialmente à margem do rio São Francisco, local onde se construiu a primeira igreja da cidade. No ano de 1895 foi elevada à categoria de cidade, sendo que o seu processo de crescimento se acentuou a partir de 1919 com a construção da rede ferroviária, que ligou Petrolina com a capital e o interior do Estado da Bahia e com o Estado do Piauí, e com a criação da Diocese e construção da Catedral, estilo neogótico, no período de 1924 a 1929. Surgiu aí o centro monumental da cidade, no qual foram edificados os colégios das Congregações Salesianas, de onde partiu a expansão urbana já com intervenções em nível de planejamento urbano, fases da expansão urbana podem ser observadas nas (Figura 6 - A, B, C e D). O traçado da área central é marcado por duas grandes avenidas que se cruzam ortogonalmente, sendo uma paralela ao rio São Francisco (acesso principal da cidade) e outra perpendicular que se caracteriza pela zona de comércio e serviços mais antiga da cidade, sendo que essas avenidas foram os principais eixos de expansão urbana.

Figura 6: Expansão urbana do município de Petrolina-PE entre 1950 e 2014.



Aos poucos a região abandonou o transporte hidroviário e ferroviário, e isso começou a mudar quase que duas décadas depois, no governo de Lomanto Júnior na Bahia com a construção da BR – 407, com quase 1.500 km de extensão ligando três estados Bahia, Pernambuco e Piauí, e no governo Nilo Coelho em Pernambuco com a construção das BR – 122 e 428 ligando a BR – 232, que dá acesso ao Recife, melhorando a ligação do interior do estado no sentido litoral ao sertão. Este fato foi determinante para alavancar o desenvolvimento de Petrolina, aumentando ainda mais os interesses comerciais na região, em vista do intenso tráfego que se verificou a partir da construção da referida ponte e que trouxe no mínimo, visibilidade dessa microrregião no cenário nacional.

No final da década de 1979 e início da década de 1980 a economia da microrregião de Petrolina, ganha outro grande investimento público, com a implantação da Barragem de Sobradinho na Bahia, criando condições de geração de energia elétrica diminuindo assim a dependência da energia produzida pela usina de Paulo Afonso, e de suprir através de bombeamento os projetos de irrigação com as águas do rio São Francisco. A formação do lago artificial da barragem de Sobradinho favoreceu a implantação do projeto de irrigação Senador Nilo Coelho, o segundo projeto de irrigação do município, o maior do polo Petrolina – Juazeiro e o mais próximo do núcleo urbano, provocando assim mais investimentos e mudanças no planejamento do município próximo a cidade.

O Aeroporto Internacional de Petrolina Senador Nilo Coelho é outro investimento público que fez com que a cidade se tornasse a mais importante ligação da região com os principais aeroportos do Brasil se firmando como um dos principais do Nordeste, encurtando a viagem para a capital pernambucana em uma hora, viagem essa que de ônibus leva em média nove horas. Esse investimento ganhou ainda maior impulso com a produção de frutas para exportação do Vale do São Francisco, maior exportador de frutas do Brasil e responsável pela maior taxa de crescimento econômico da região. Os investimentos que a Infraero, implantou em Petrolina, transformaram o aeroporto no segundo maior de Pernambuco e a pista de pouso e decolagem na segunda maior do Nordeste. Agora com 3.250 metros de extensão, a pista recebe grandes aviões cargueiros, com capacidade para até 110 toneladas. O Aeroporto de Petrolina atende a mais de 53 municípios nos estados de Pernambuco, Bahia e Piauí. A evolução do movimento anual de passageiros (embarque e desembarque) foi de 207.271 passageiros em 2009, em 2013 os números alcançaram 473. 482 mil passageiros segundo a Infraero. Já o movimento de cargas incluindo os Correios (carga e descarga) em 2009 foi de 2,44 toneladas, e em 2013 alcançou 3,98 toneladas (INFRAERO, 2014).

A concentração desses investimentos no polo e em especial na cidade de Petrolina fez da cidade um ponto centralizador de diversos serviços, prova disso é a dependência das populações dos municípios vizinhos como também dos municípios de outros estados vizinhos ao estado de Pernambuco, no que se refere à infraestrutura em transportes modernos como, por exemplo, o aeroporto, e rodovias estaduais que cortam a cidade ligando essas a outras rodovias federais que facilitam à ligação do município a capital pernambucana bem como as principais capitais nordestinas e do centro sul no transporte de passageiros e no escoamento da produção agrícola.

A partir de 1969, a Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF), órgão governamental da Administração Pública Federal ligada ao Ministério

da Integração, à época chamada de Comissão do Vale do São Francisco, iniciou os estudos para a criação de um polo de desenvolvimento econômico fundamentado na produção agropecuária. Até esta data a agricultura local era realizada, na sua maioria, como forma de subsistência sendo produzidos, basicamente, o milho, o feijão e a mandioca irrigados pelas precipitações de chuvas nos meses de inverno ou pela água captada diretamente do rio São Francisco nas áreas ribeirinhas.

A economia girava em torno, principalmente, da produção e comercialização de caprinos e bovinos de leite e corte como também do comércio de varejo e atacado dos bens de produção locais, haja vista a importância das duas cidades, Petrolina e Juazeiro, como entreposto na rota comercial do semiárido nordestino e da notada expressão econômica na região do vale do São Francisco.

4.3. Evolução demográfica e perfil socioeconômico

Com 4.561,9 km² o município possui segundo o último Censo 2010 uma população de 293.962 habitantes com densidade de 64,44 hab./km², destes, cerca de 219.215, ou seja, 74,5% da população vivem na zona urbana, e 74.747 na zona rural (IBGE, Censo 2010). A população estimada com data de referência em 1º julho de 2013 é de 319.893 habitantes (IBGE, 2013) esse último dado populacional eleva a densidade para 70,12 hab./km².

O município de Petrolina-PE é um importante centro regional que mantém forte atração populacional, juntamente com a vizinha Juazeiro-BA atuando como importante pólo de crescimento da produção agrícola irrigada. Nos últimos anos demonstra um intenso processo de mobilidade populacional para o centro urbano e seu entorno, motivados pela ideologia do desenvolvimento e das ofertas de produção desse espaço. Essa análise da mobilidade populacional está associada ao movimento de capitais na forma de investimentos nacionais e estrangeiros, mercadorias, e serviços que atendam a produção do espaço urbano e agrário.

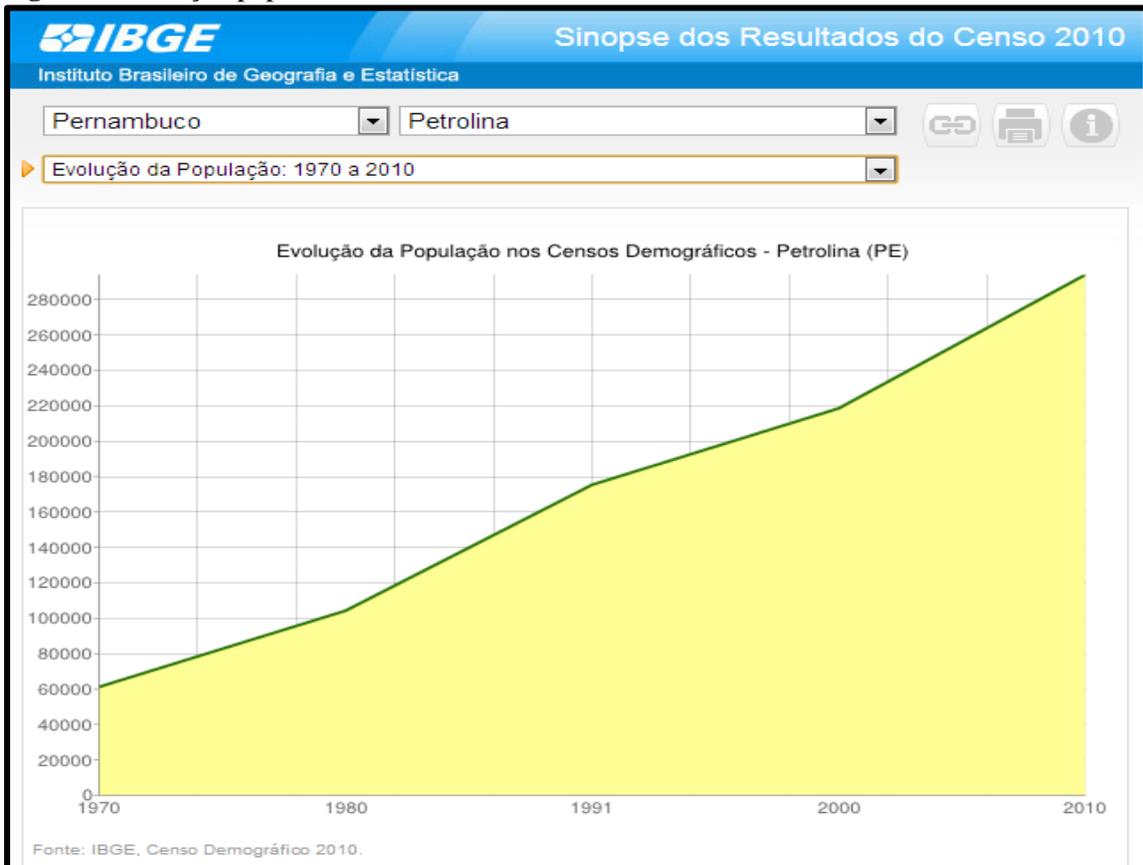
Na configuração atual, grande parte de seus moradores vieram de outros estados, mas o perfil de quem chega para ficar está mudando. O município atrai também a classe média de outras cidades e países, bem como grupos de movimentos sociais a exemplo dos sem-terra. A classe média em especial vem disposta a disputar nichos de mercados ainda virgens de concorrência. Nessa leva estão, sobretudo, agrônomos, profissionais liberais, professores

universitários, técnicos de várias áreas e comerciantes, profissionais estes que pegam carona na modernização da fruticultura irrigada.

A partir da implantação do Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho entorno da cidade de Petrolina, núcleos habitacionais populares foram construídos na periferia para atender a demanda migratória. Construídos especificamente numa área entre o núcleo urbano mais antigo e a área do perímetro irrigado Senador Nilo Coelho, núcleos esses próximos as rodovias estadual, federais e vicinais, parte dessas vias que hoje cortam a cidade foram duplicadas para atender o fluxo cada vez maior de veículos leves e pesados bem como ao aumento dos trabalhadores urbanos que se dirigem tanto ao centro comercial e financeiro da cidade, como também nas inter-relações cada vez maiores entre campo e cidade, com isso influenciando diretamente no fluxo populacional verificado na cidade.

Entre 2000 e 2010, a população de Petrolina teve uma taxa média de crescimento anual de 3,01%. Na década anterior, de 1991 a 2000, ataxa média de crescimento anual foi de 3,35%. No Estado, estas taxas foram de 1,01% entre 2000 e 2010 e 1,01% entre 1991 e 2000. Nopais, foram de 1,01% entre 2000 e 2010 e 1,02% entre 1991 e 2000(ATLASBRASIL, 2013). Petrolina demonstra com isso em duas décadas seguidas um crescimento populacional três vezes maior em relação ao estado de Pernambuco e ao Brasil.

Essa evolução populacional pode ser observada na (Figura7). Em 2000, a população do município representou 2,76% da população do estado, e 0,13% da população do País. Antigo ponto de encontro de tropeiros, Petrolina levou quase um século para chegar a 60 000 habitantes em 1970, e em quatro décadas viu sua população ser multiplicada por cinco entre as décadas de 1970 e 2010. O último Censo Demográfico do IBGE 2010 registrou 293.962 habitantes.

Figura 7: Evolução populacional em Petrolina-PE.

Fonte: www.ibge.gov.br

5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO EM PETROLINA-PE

A área de estudo (Figura 8) está localizada entre o Porto do Juarez (A) (9°24'58.83" S e 40°30'59.79" O) na Zona Rural e a Penitenciária Dr. Edvaldo Gomes (B) (9°23'31.20" S e 40°30'11.15" O) Zona Urbana Setor Leste.

Dos diversos usos e ocupação (Figura 9), além das margens do rio São Francisco entre Porto do Juarez (Zona Rural) e a Penitenciária (Zona Urbana), no interior da área de estudo foram identificados chácaras com atividades econômicas diversas, condomínios horizontais e verticais, bares, restaurantes, loteamentos imobiliários, clubes recreativos, o Distrito Industrial Paulo Coelho (DIPC), Porto fluvial, abatedouro, curtume, estações de captação para tratamento de água e esgoto da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), duas empresas de extração de areia do rio, Espaço de Ciências e Cultura da UNIVASF, áreas particulares sem uso, um grande canal de esgoto que converge para o rio drenando os resíduos domésticos de bairros da zona central da cidade, o riacho Vitória que drena parte das águas servidas do perímetro irrigado Nilo Coelho e o riacho Das Porteiras para onde também são lançadas as águas servidas do perímetro irrigado e recebe resíduos domésticos de bairros da zona norte e DIPC, empreendimentos em construção, e a maior parte da Zona de Preservação e Proteção Ambiental. A área de estudo possui 18,4 km entre os pontos (A) e (B) pela margem do rio. São 1.420,43 ha ou 14,2 km², a maior parte da área de estudo está na Zona Urbana do município.

Os solos predominantes nesta área são o Neossolo Flúvico próximo à margem do rio e os Neossolos Quartzarênicos (Figura 10).

Conforme a Lei Nº 1.875/06 do Plano Diretor Territorial Participativo do Município de Petrolina no interior desta área se encontra parte das duas macrozonas do território do Município de Petrolina, denominadas: I - Área Urbana e II - Área Rural.

A área de estudo é composta pelas Áreas Urbana e Rural. A Área Urbana está dividida em sete: Zona de Atividades Múltiplas (ZAM); Zonas Residenciais (ZR1, ZR2, ZR3, ZR4); Zona de Patrimônio Histórico (ZPH); Zona de Preservação e Proteção Ambiental (ZPA); Zonas de Interesse ao Desenvolvimento Urbano (ZIDU1 e ZIDU2); Zona Industrial e de Serviços (ZIS); Zona Portuária (ZP), classificadas em função das suas especificidades, dos padrões urbanísticos e paisagísticos, das tipologias construtivas, do sistema viário, dos recursos naturais, das potencialidades de cada localidade e da intensidade de ocupação desejada.

Por sua vez de, acordo com o Plano Diretor do município, a Área Rural está subdividida em três: Área Ribeirinha; Área Irrigada; Área de Sequeiro, conforme a função das características geográficas e de seu aproveitamento econômico. O interesse do estudo é pela Área Ribeirinha conforme os objetivos específicos do estudo. Na Área Rural está especificamente localizada a sudoeste, isto é, a montante da sede do município. São sete km pela margem do rio entre o limite da Zona Urbana (Setor Oeste) e o Porto do Juarez.

As categorias de uso e ocupação do solo também estão presentes nesta área de estudo e estão classificadas conforme o uso habitacional destinado à moradia unifamiliar e multifamiliar o uso não habitacional destinado ao exercício de atividades urbanas, comerciais, de serviços, industriais e outras e o uso misto aquele constituído de mais de um uso (habitacional e não habitacional) ou mais de uma atividade urbana (não habitacional e habitacional) dentro do mesmo lote.

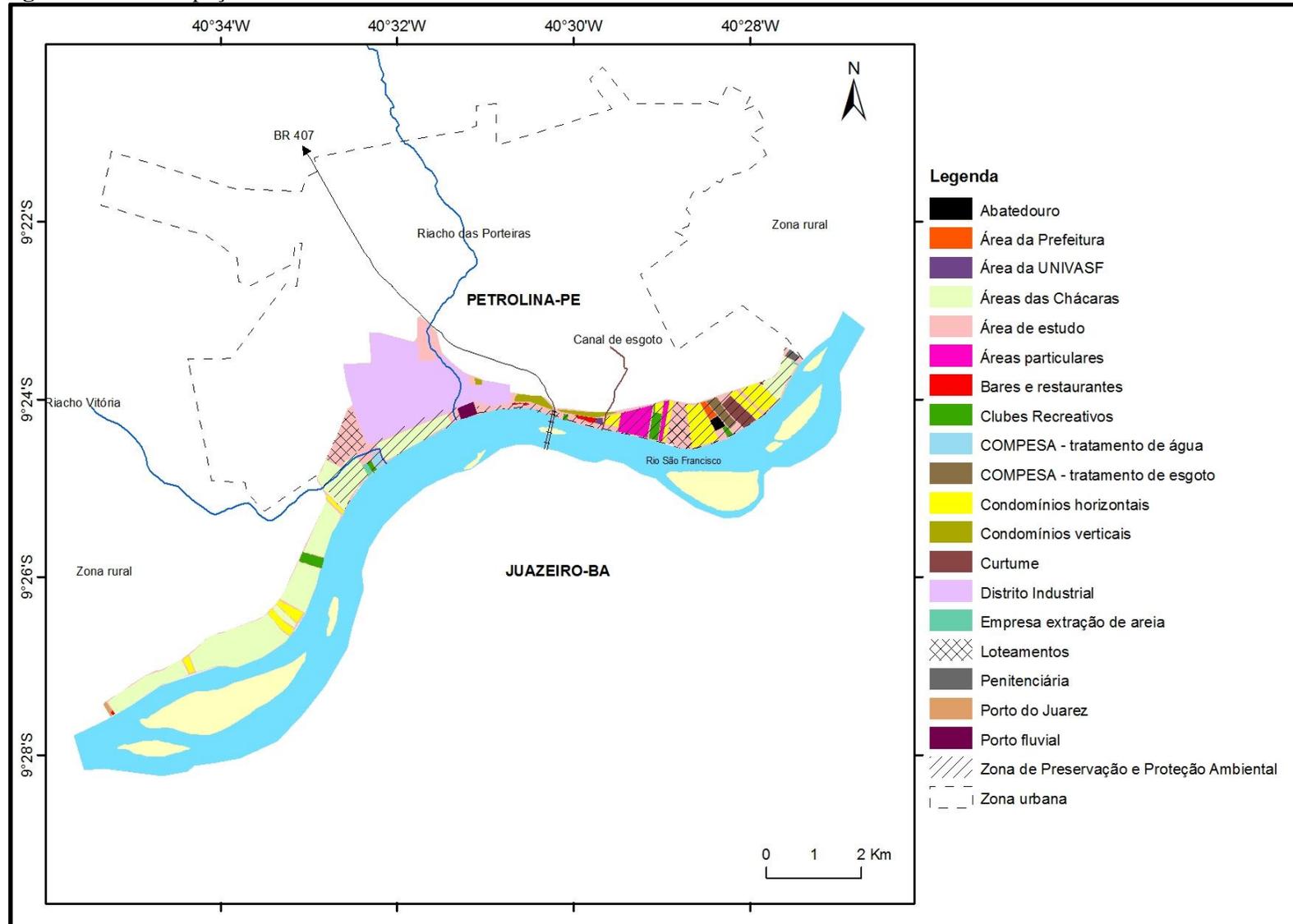
Detalhes sobre o Plano Diretor do município e suas divisões, os empreendimentos sejam públicos ou privados que estejam no interior da área de estudo serão posteriormente citados.

Figura 8: Localização da Área de Estudo no Município de Petrolina-PE.



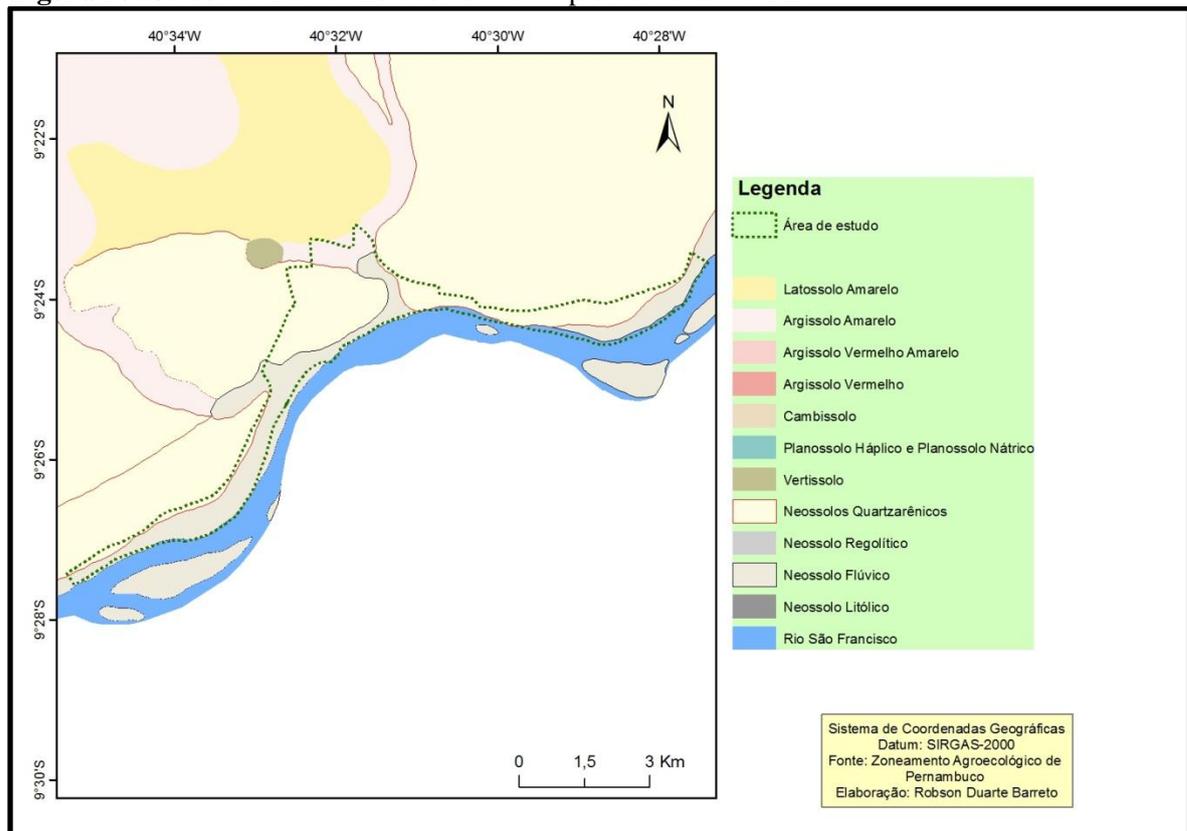
Elaboração: BARRETO, 2014, sobre imagem de satélite Google Earth de janeiro de 2014.

Figura 9: Uso e ocupação do solo na área de estudo em Petrolina-PE.



Elaboração: BARRETO, 2014, a partir da produção de arquivos *kml* através de imagem de satélite do Google Earth de janeiro de 2014.

Figura 10: Solos da Área de Estudo no Município de Petrolina-PE.



Elaboração: BARRETO, 2014, a partir do ZAPE e imagem de satélite do Google Earth de janeiro de 2014.

O município de Petrolina-PE está localizado no extremo sudoeste do estado de Pernambuco, na Mesorregião do Sertão do São Francisco. O desenvolvimento do estudo, a margem esquerda do rio São Francisco, foi a área escolhida, por ser este considerado, segundo os requisitos populacionais, um município de médio porte, com população estimada de 319.893 habitantes (IBGE, 2013), e densidade de 64,44 hab./km².

O município tem experimentado transformações significativas na sua configuração espacial, a partir de uma reestruturação dos vetores socioeconômicos, referentes aos investimentos voltados à agroindústria, agricultura irrigada, caprino e ovinocultura, indústria de transformação, além dos relacionados à prestação de serviços, comércio varejista e atacadista (GOMES, 2007).

Naszonas urbana e rural percebe-se que a preservação da mata ciliar e seus limites submarginais não são respeitados. Empreendimentos são instalados, muitas vezes em situações de irregularidade, em desacordo com as Leis Federais e Municipais, estes promovem a erradicação da vegetação ripária (impactos ambientais diretos) e, posteriormente, fazem dos rios o destino final dos efluentes residenciais, comerciais, industriais, agropecuários (impactos ambientais indiretos) isto é, muita carga sedimentar proveniente da

crescente expansão urbana e do uso inadequado e preparo do solo no meio rural, prejudicando a qualidade ambiental de áreas ribeirinhas.

Siqueira Filho(2012, p. 28) constatou que na cidade de Petrolina-PE “residências que valem meio milhão de reais e contam com alta tecnologia de segurança e mobiliário luxuoso foram concebidas com sistemas hidrosanitários arcaicos, que contaminam o lençol freático e o próprio rio”. O mesmo constatou também que os agentes imobiliários inflacionaram o preço da terra nas margens do São Francisco.

Com o crescimento urbano, bem como das atividades agrícolas em seu entorno, atualmente os riachos Vitória e das Porteiras funcionam como receptor de resíduos domésticos, da zona urbana, e agrícolas e/ou agroquímicos, bem como de sedimentos das áreas agricultáveis, se tornando tributários “perenizados” do rio São Francisco, contribuindo, desta forma, na eutrofização, comprometendo assim o equilíbrio natural e provocando impactos negativos no referente a qualidade da água do “Velho Chico”.

Assim, com a intensificação das atividades produtivas e a crescente demanda por espaço urbano, Petrolina enfrenta sérios problemas de gestão dos resíduos domésticos, industriais e agropecuários, associado ao crescimento populacional e a ausência de infraestrutura de saneamento básico, que está a comprometer a dinâmica natural do interflúvio, afetando a qualidade ambiental e dinâmica fluvial do rio São Francisco.

Petrolina tinha em 1970 cerca de 60 000 habitantes, entretanto em quatro décadas viu sua população ser multiplicada por cinco quando alcançou 293.962 habitantes (IBGE, 2010). A consequência desse crescimento acelerado é a deficiência em infraestrutura na oferta de água potável e saneamento básico. A Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) que é vinculada à Secretaria de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco, executora da política de saneamento e concessionária dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no âmbito do estado de Pernambuco com uma Gerência Regional em Petrolina, não conseguiu acompanhar esse crescimento acelerado da cidade. Ao longo desse período, não universalizou de forma sustentável os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no âmbito de sua atuação deixando insatisfeitos boa parte da população não só dos bairros periféricos recém criados como também não atendendo a demanda crescente de parte dos clientes do centro urbano mais antigo da cidade, enfim, não promoveu a melhoria contínua e a modernização dos serviços prestados.

6. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA ÁREA DE ESTUDO

O processo de ocupação em Petrolina se deu às margens do rio São Francisco. Aovisitá-la no final do século XIX Sampaio (1905) relatou em seu diário de viagem que o lugar era uma modesta vila com povoado insignificante. Testemunhou naquela época que a então vila era uma importante zona de influência comercial, e que não possuía ainda vias férreas e rodovias, era um centro de ativas transações comerciais que ligava aos estados do Piauí e Maranhão e ao sudeste por via fluvial ao estado de Minas Gerais e ao oceano chegando aos estados de Pernambuco, Sergipe e Alagoas. Apesar da “estrada fluvial” que desce de Minas e vai ao litoral, mantinha com o porto da Bahia uma ligação comercial transportada em lombos de burros, e que ainda assim por conta da distância e dos meios de transporte chegavam à região mercadorias vindas da Europa.

No início do século XX o núcleo urbano mantinha forte ligação com as atividades de comércio e serviços. O delineamento da cidade começa a se modificar com a inauguração em 1923 da via férrea entre Petrolina e Teresina-PI; três décadas depois, em 1954, foi inaugurada a ponte rodoferroviária Eurico Gaspar Dutra ligando a cidade vizinha de Juazeiro-BA. A inauguração da ponte “Presidente Dutra”, contribuiu também para reorganizar o uso do território na região.

Quase duas décadas depois o transporte hidroviário e ferroviário se torna *obsolescente*, com a construção da BR – 407 que liga a Bahia, Pernambuco ao Piauí e, com a construção das BR– 428 ligando a BR – 232 (em Pernambuco), que dá acesso ao Recife, melhorando a ligação do interior do estado no sentido litoral-sertão.

O atual desenho urbano da cidade de Petrolina retrata a forma como foi seu processo de desenvolvimento a partir do parcelamento do solo, e dela pôde-se obter um cenário da sua ocupação a partir do núcleo urbano inicial às margens do rio em meados do século XIX.

A ocupação e expansão urbana de Petrolina nos sentidos nordeste, noroeste, leste e oeste a partir do núcleo urbano inicial segue paralelas às vias planejadas e construídas. A exceção da orla fluvial I Setor Sul que mantém um adensamento a partir da verticalização em antigas avenidas paralela ao rio, que expõe a atual dinâmica imobiliária destinada à população de maior poder aquisitivo em uma das áreas mais valorizadas da cidade (Figura 11).

Figura11:Verticalização na orla fluvial I, núcleo urbano inicial.



Fotos: BARRETO, 2014. Pesquisa de campo 06/10/2014.

Para atender os momentos de lazer dos moradores locais, da cidade de Juazeiro-BA e dos turistas que chegam à região, a vista panorâmica do rio atraiu o interesse dos empresários do ramo de bares e restaurantes na Orla fluvial I núcleo urbano mais antigo da cidade. Esses empreendimentos também estão presentes na Orla II próximos do primeiro núcleo do Distrito Industrial. O acesso é facilitado pela Avenida Cardoso de Sá, duplicada nos dois sentidos. O poder público municipal na tentativa de ampliar a orla no sentido oeste do antigo núcleo habitacional lançou nos fundos de uma indústria têxtil o projeto conhecido como “Orla III”, mas em agosto de 2012 teve a obra embargada pelo Ministério Público Federal alegando que o projeto não respeitava a legislação ambiental (Figura 12).

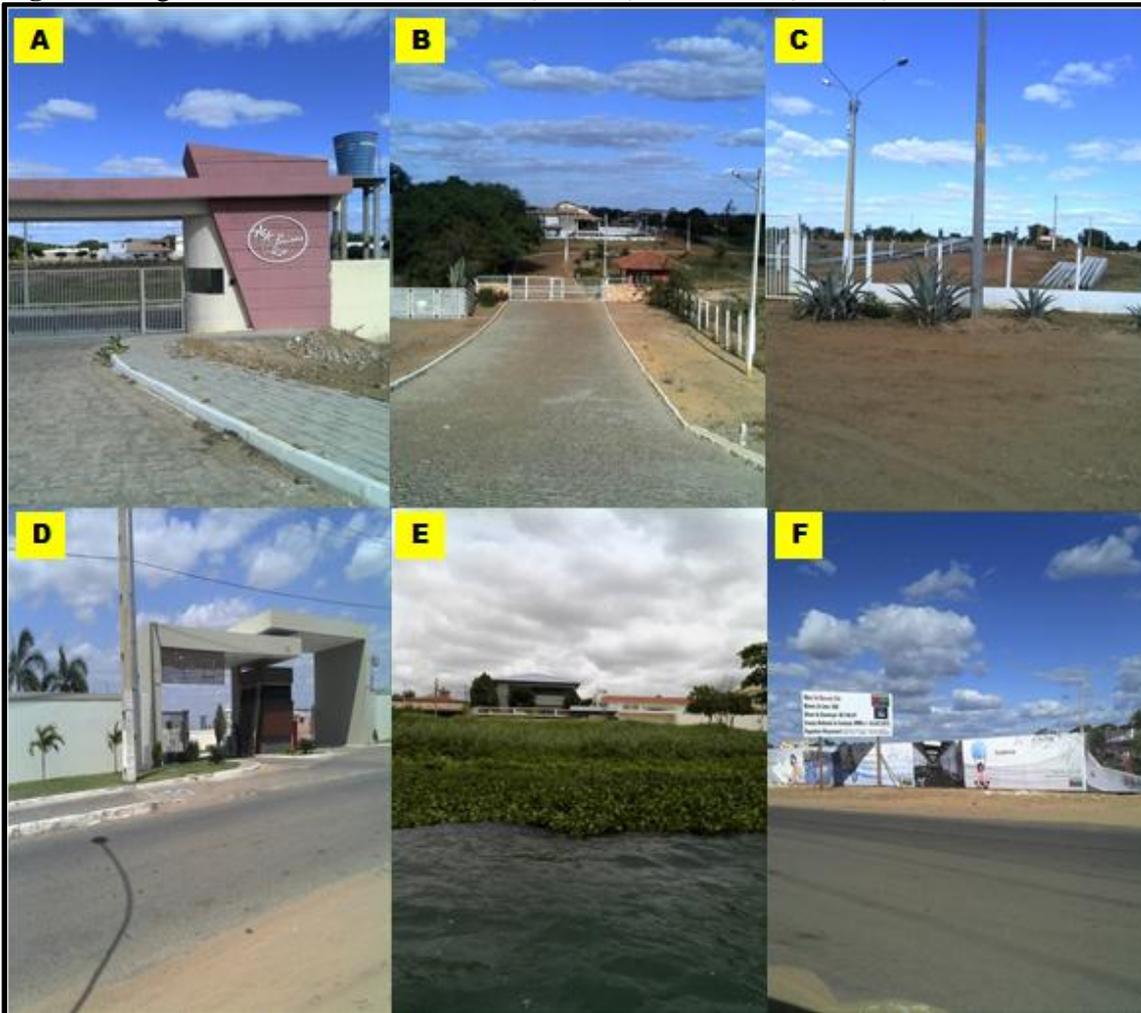
Figura12:(A e B) Projeto de ampliação da Orla III em 2012. (C e D) Alguns bares e restaurantes na Orla I em 2014.



Fotos: BARRETO, 2012, 2014. Pesquisa de campo (A e B) 07/07/2012, (C e D) 05/09/2014.

Outra importante mudança na paisagem urbana de Petrolina é o aumento dos investimentos e a procura por condomínios horizontais residenciais fechados na zona rural e urbana, destinados à classe média alta. A maioria está implantada próxima ao rio na zona urbana dentro da Zona de Preservação e Proteção Ambiental (ZPA) em ambiente de Neossolo Flúvico. Foram registrados dez desses empreendimentos. Quatro na zona rural com acesso pela rodovia vicinal Estrada da Tapera, com áreas que se estendem até à margem do rio. Os outros seis que estão na zona urbana apenas um está no setor sul, os demais estão concentrados no setor leste da cidade. Destes seis apenas dois não possuem suas áreas estendidas até à margem do rio (Figura 13).

Figura13: Alguns condomínios horizontais: (A, B, C) Zona rural; (D, E, F) Zona urbana.



Fotos: BARRETO, 2014. Pesquisa de campo (A, B, C) 07/07/2014, (D) 05/09/2014, (E) 06/10/2014, (F) 08/07/2014.

Quanto a ZPA por se tratar de uma área de sustentabilidade ambiental essa ocupação foi possível porque antes existiam terrenos disponíveis de antigas chácaras e sítios onde se praticava agricultura de vazante (Figura 14). O contexto dessa ocupação e das demais referidas nesse capítulo serão explicadas em resultados e discussão.

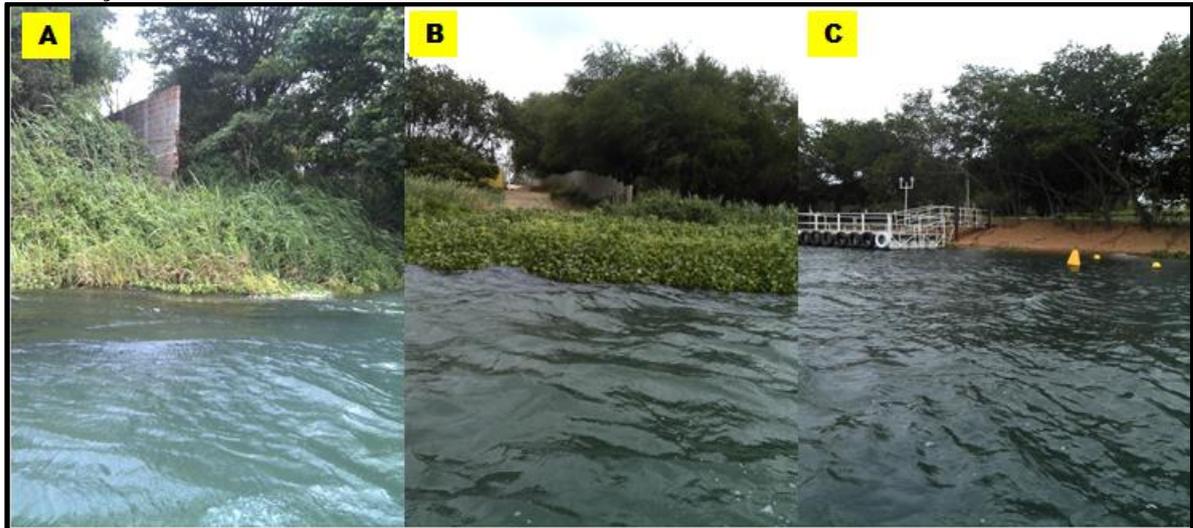
Figura14:(A) Em destaque no Setor Leste áreas dos terrenos disponíveis de antigas chácaras e sítios à margem do rio no ano de 1972. (B) Abaixo imagem da atual situação da ocupação do solo no mesmo local.



Fonte:(A) CODEVASF – 3ª Superintendência Regional Petrolina-PE. Foto da FAB – Força Aérea Brasileira. (B) Elaborado por BARRETO, 2014, sobre imagem de satélite do Google Earth de março de 2014.

As contradições anteriormente citadas deu margem a ocupações muito próximas ao rio desses empreendimentos identificados e mostrados no capítulo 5 (Figura9). Os que se encontram dentro da área de estudo possuem seus muros estendidos até próximo ao rio além de atracadouro para pequenas embarcações dos “condôminos”. Outros possuem sinalização com boias e placas proibindo a aproximação daqueles que não pertencem a tal empreendimento (Figura 15).

Figura15:(A e B) Construções dos muros estendidos até próximo ao rio. (C) Atracadouro com sinalização através das boias.



Fotos: BARRETO,2014. Pesquisa de campo 06/10/2014.

Juntos aos condomínios outros equipamentos estão instalados à margem do rio na área de estudo no Setor Leste na área urbana: o abatedouro, curtume, obras de estações elevatórias e de tratamento de esgoto da COMPESA, clubes recreativos, chácaras, a penitenciária, uma empresa que extrai areia do rio próximo à ilha do Jatobá, e uma área da Prefeitura Municipal de Petrolina (PMP) onde funcionam um centro de zoonose, um canteiro de obras e um depósito com veículos apreendidos pela polícia civil de Pernambuco todos dentro da Zona de Preservação e Proteção Ambiental (ZPA) em ambiente de Neossolo Flúvico conforme as figuras 9 e 10 no capítulo 5.

Em torno do abatedouro, da estação de tratamento de esgoto da COMPESA (ainda em construção) e do curtume estão instalados quatro condomínios, um loteamento já ocupado por residências, um clube recreativo e a área da PMP (Figura 16).

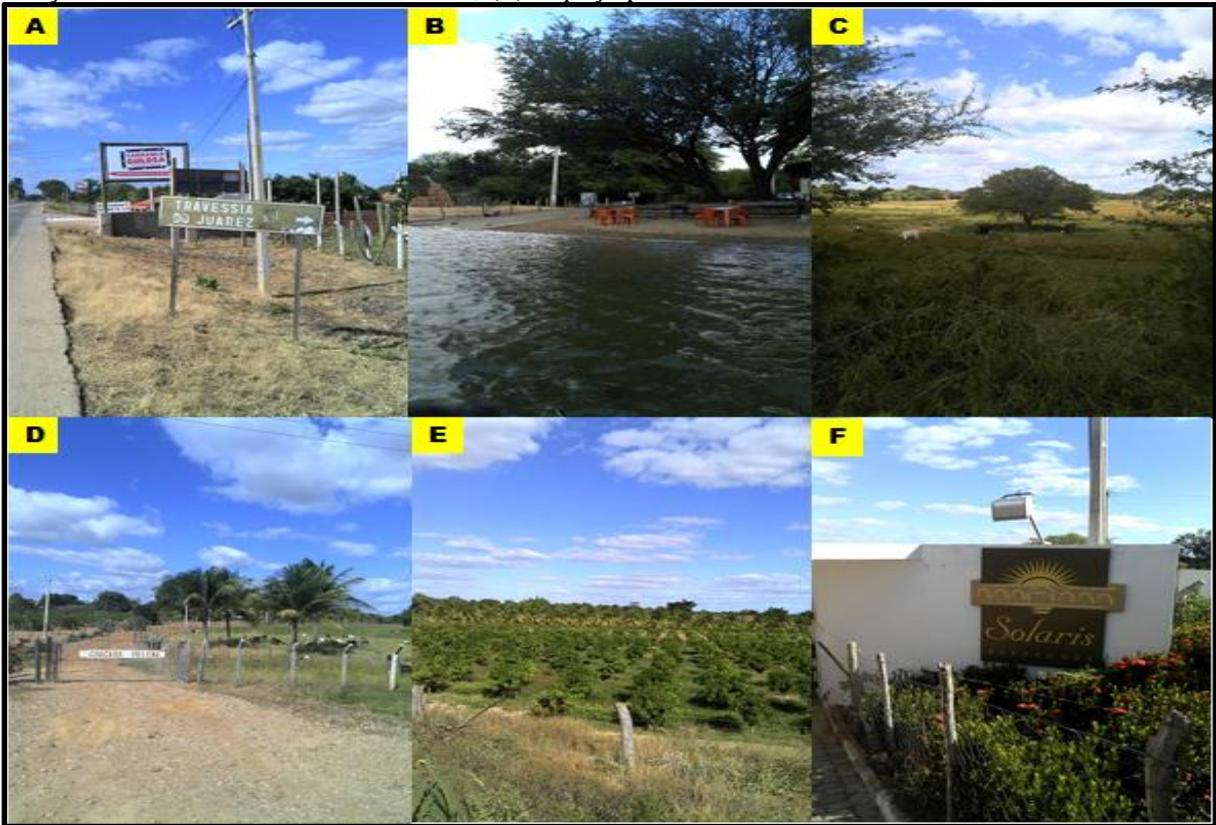
Figura16: Alguns dos empreendimentos instalados às margens do rio (Setor Leste).



Elaboração: BARRETO, 2014, sobre imagem de satélite do Google Earth de março de 2014.

Na zona rural dentro da área de estudo foram identificados outros bares e restaurantes muito mais próximos do rio. Os proprietários se aproveitam da vista proporcionada pelo rio para atrair sua clientela que chegam aos locais pela rodovia vicinal Estrada da Tapera como também em embarcações particulares tipo lancha. Nesse mesmo trajeto foram identificados outros empreendimentos particulares como um clube recreativo muito próximo ao rio, outros loteamentos em forma de condomínios horizontais, chácaras com atividades econômicas diversas, um grande loteamento com poucas habitações e pequenos portos fluviais para a travessia de moradores das ilhas do Massangano e Rodeador (Figura 17).

Figura17:(A) Entrada para um dos portos e restaurantes à margem da Estrada da Tapera; (B) Mesas e cadeiras de um dos bares na beira do rio; (C, D, E) Outras atividades econômicas das chácaras: criação de animais e cultivo de fruteiras; (F) Espaço para eventos festivos.



Fotos: BARRETO,2014. Pesquisa de campo (A, F) 07/07/2014, (B) 31/08/2014, (C, D, E) 08/07/2014.

Equipamentos da administração pública federal e estadual também estão presentes na área de estudo a exemplo do Distrito Industrial, COMPESA, Penitenciária, Porto fluvial e UNIVASF (Figura 18).O primeiro em ambiente de Neossolos Quartzarênicos e Flúvico, os três últimos em ambiente de Neossolo Flúvico ocupando a ZPA, (Figuras 9 e 10 do capítulo 5).

O Distrito Industrial Paulo Coelho — DIPC está localizado no setor oeste da cidade na Zona Industrial e de Serviços — ZIS conforme a Lei nº 1.875/06 do Plano Diretor Participativo (PDP) do atual zoneamento da área urbana de Petrolina. O DIPC é administrado pela Agência de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco — AD/Diper vinculada à Secretaria de Desenvolvimento Econômico(SDEC). Segundo a agência o espaço possui cerca de 500 hectares de área, com 51 empresas operando no local.

A Companhia Pernambucana de Saneamento — COMPESA vinculada ao Governo do Estado de Pernambuco por meio da Secretaria de Infraestrutura, possui dentro da área de estudo uma estação de captação, onde a água é bombeada para uma estação de tratamento no

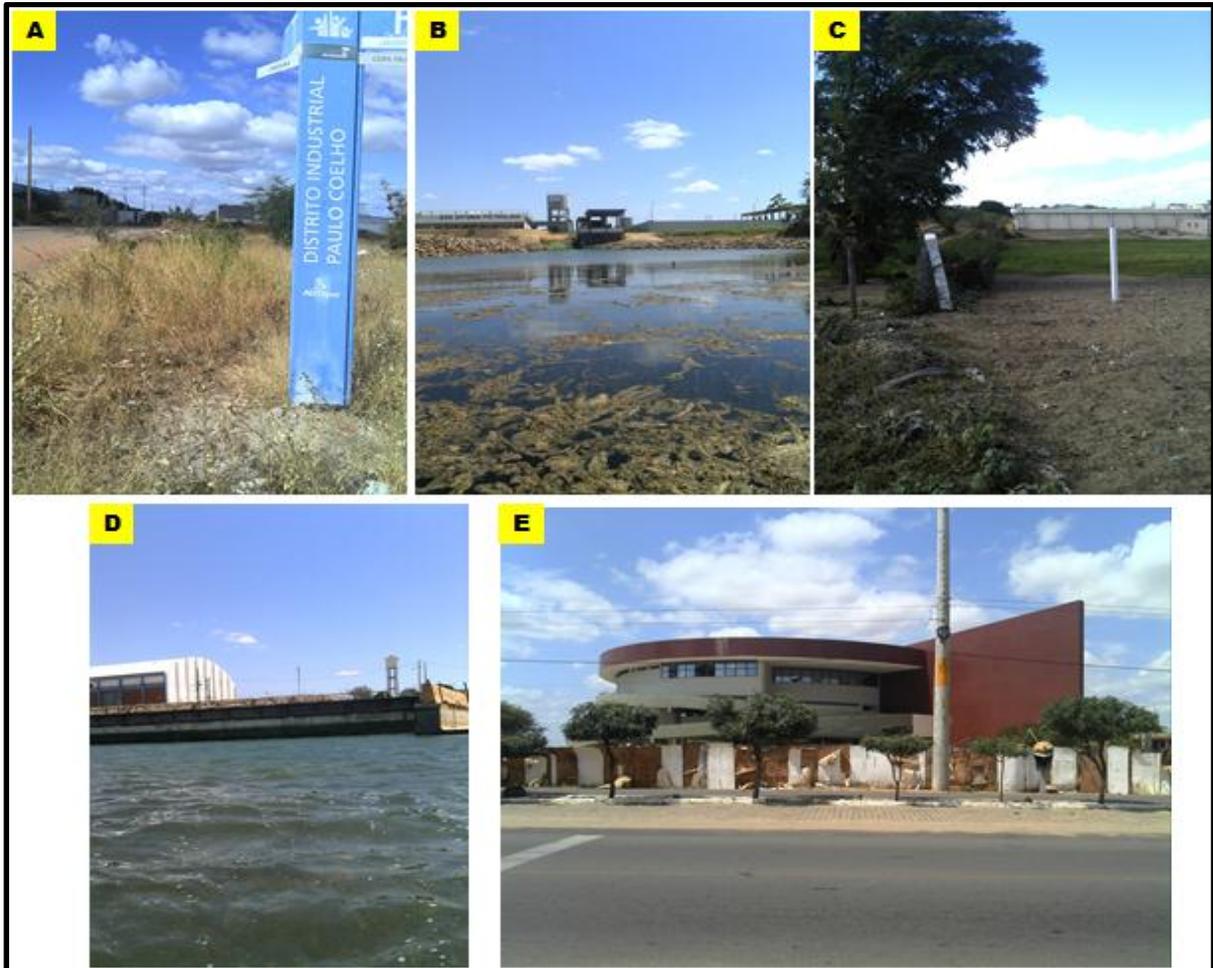
setor sul da cidade; uma estação de captação e tratamento de água no setor oeste; e, uma estação de tratamento de esgoto no setor leste. As duas últimas em construção às margens do rio. A empresa possui ainda estações elevatórias de esgoto nos dois setores para atender a demanda urbana. As estações encontram-se na ZPA, conforme a Lei nº 1.875/06 do (PDP), em ambiente de Neossolo Flúvico. Não foram localizadas obras da companhia na zona rural dentro da área de estudo.

A Penitenciária Dr. Edvaldo Gomes (PDEG) está instalada na av. Jatobá no bairro Henrique Leite no setor leste da cidade e dentro da ZPA conforme a Lei nº 1.875/06 do (PDP), à margem do rio. É considerada de segurança máxima, e esta vinculada a Secretaria de Desenvolvimento Social e Direitos Humanos do Governo de Pernambuco. A Penitenciária tem como vizinhas áreas de antigas chácaras e sítios que resistem à especulação imobiliária.

O Porto Fluvial de Petrolina está estabelecido na margem esquerda do rio São Francisco dentro da ZPA conforme a Lei nº 1.875/06 do (PDP) no setor oeste da cidade, entre o rio e o DIPC. O porto está vinculado à Secretaria de Desenvolvimento Econômico — SDEC. De acordo com a SDEC (2014) o Porto de Petrolina é parte integrante da Hidrovia do São Francisco. Sua área foi declarada como de utilidade pública ainda em 1969, ano em que as obras foram iniciadas, sendo concluídas três anos depois. Ainda segundo a SDEC desde 2007, o Governo de Pernambuco, através da Secretaria, vem dando uma atenção especial ao equipamento com foco no modal hidroviário/ferroviário, visando sua interligação à Ferrovia Transnordestina. Em 2009 foi iniciado o processo de regularização do porto junto à Agência Nacional de Transporte Aquaviário (Antaq) e então foi criada a empresa Porto Fluvial de Petrolina S/A, sociedade de economia mista.

A Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF possui dentro da área de estudo um edifício em construção destinado ao Espaço Ciência e Cultura — ECC localizado no setor sul na Av. Cardoso de Sá. Segundo a instituição o espaço é dedicado à divulgação e popularização da ciência. Faz parte da estrutura da Pró-Reitoria de Extensão - PROEX, e oferece serviços para escolas e público em geral. O edifício está dentro da ZPA conforme a Lei nº 1.875/06 do PDP, em ambiente de Neossolo Flúvico. Tem como vizinhos de frente um bar um hotel e outros prédios residenciais, ao fundo o rio, do lado direito do prédio o canal aberto de esgoto do “Alto Cheiroso”, e do lado esquerdo outros bares e restaurantes conforme mostrado na figura 9 do capítulo 5.

Figura18: (A) Um dos acessos ao DIPC; (B) Nova estação de tratamento de água da COMPESA; (C) Penitenciária Dr. Edvaldo Gomes; (D) Porto fluvial de Petrolina; (E) Espaço Ciência e Cultura da UNIVASF.



Fotos: BARRETO,2014. Pesquisa de campo (A, C) 08/07/2014, (B, D) 31/08/2014, (E) 05/09/2014.

Atividades de extração de areia do leito do rio com a utilização de dragas estão presentes na área de estudo (Figura 19). São dois pontos, um no setor oeste e o outro no setor leste, ambos na zona urbana em ambiente de Neossolo Flúvico dentro da ZPA, conforme mostrado anteriormente nas figuras 9 e 10 do capítulo 5.

Um dos pontos no setor oeste fica no limite da zona urbana, à montante do antigo núcleo urbano, próximo a áreas de antigas chácaras, um clube recreativo, um loteamento e a nova estação de tratamento de água da COMPESA.

O outro ponto no setor leste também fica no limite da zona urbana, à jusante do antigo núcleo urbano, vizinho à penitenciária e dentro da área de uma antiga chacara.

Figura19:(A) Caixa de metal que recebe a mistura de água e areia do fundo rio, localizada à montante do antigo núcleo urbana da cidade de Petrolina; (B) Uma das dragas utilizadas na extração de areia do fundo do rio; (C) Tanque de areia de uma das empresas localizada à jusante do antigo núcleo urbano, do lado direito da foto a Penitenciária.



Fotos: BARRETO,2014. Pesquisa de campo (A) 31/08/2014, (B, C) 08/07/2014.

Os clubes recreativos (Figura 20) localizados na área de estudo formam um total de cinco, destes apenas um está na zona rural fora da área da ZPA, a oeste do núcleo urbano mais antigo da cidade, com acesso pela rodovia vicinal Estrada da Tapera. Os outros quatro que estão na zona urbana ocupam a área da ZPA, com acesso pela av. Cardoso de Sá e av. Jatobá. Todos estão na margem do rio.

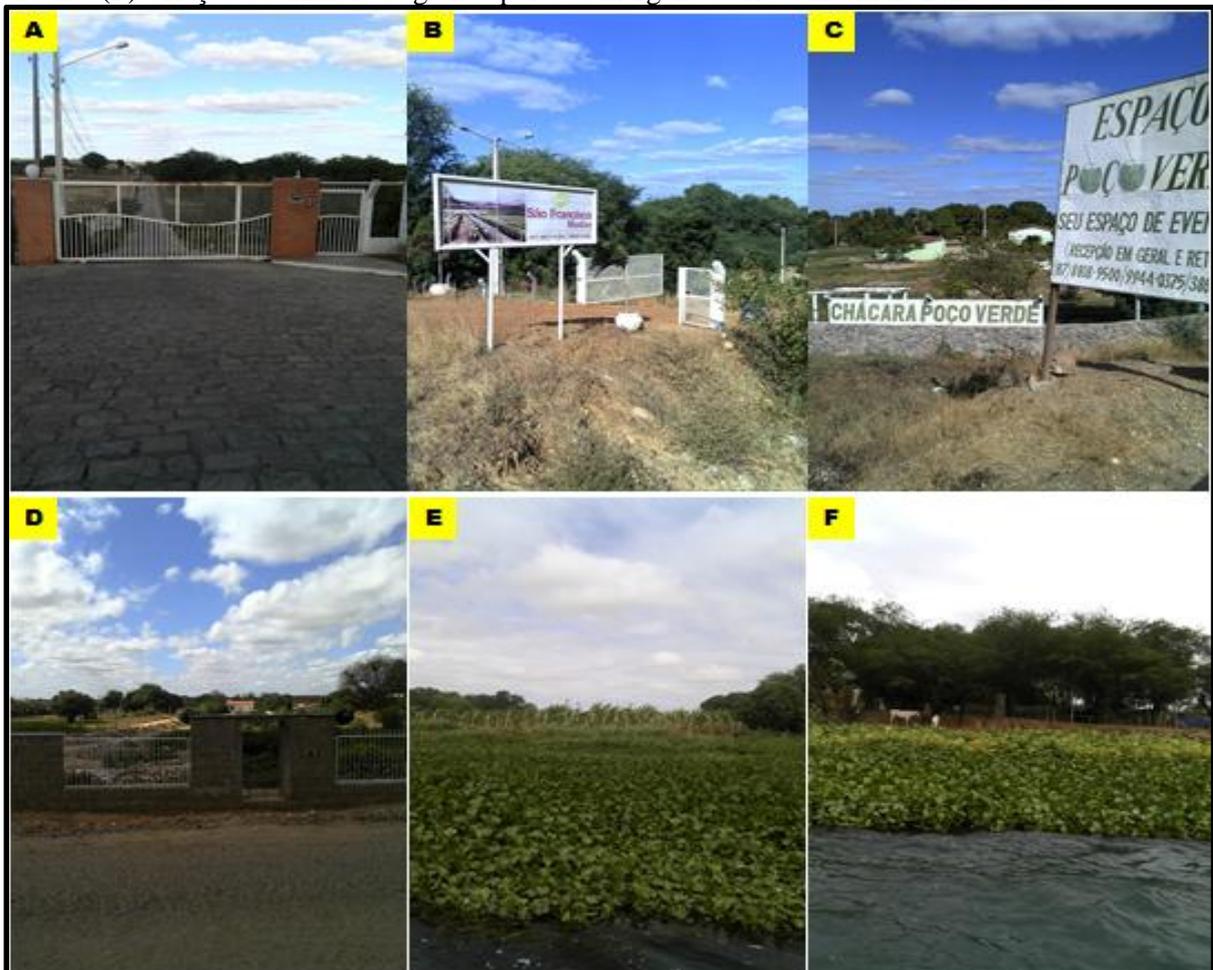
Figura20:(A) Entrada principal do único clube recreativo na zona rural. (B e C) Entrada principal de dois clubes recreativos na zona urbana.



Fotos: BARRETO,2014. Pesquisa de campo (A) 07/07/2014, (B, C) 05/09/2014.

As chácaras na área de estudo, em sua maioria estão na zona rural; na zona urbana as poucas que restam estão no limite do setor leste, dentro da ZPA. A Estrada da Tapera dá acesso as da zona rural, e a av. Jatobá serve de entrada as que estão na zona urbana localizada entre a penitenciária e um grande condomínio. Toda a área das chácaras está subdividida em pequenas e médias propriedades com atividades econômicas diversas, dentre elas estão à criação de grandes e pequenos animais, produção de mudas frutíferas, espaço para eventos festivos, cultivo de fruteiras e hortaliças, e também como primeira e segunda moradia de outros proprietários particulares (Figura 21).

Figura 21:(A) Entrada de uma das propriedades particulares. (B) Empresa de produção de mudas frutíferas. (C) Uma das chácaras que promove eventos festivos. Ambas na zona rural. (D) Entrada de uma das chácaras localizada na av. Jatobá. (E) Pequeno cultivo de banana às margens do rio na zona urbana. (F) Criação de animais de grande porte às margens do rio também na zona urbana.



Fotos: BARRETO, 2014. Pesquisa de campo (A,B, C) 07/07/2014, (D) 08/07/2014, (E, F) 06/10/2014.

7. IMPACTOS AMBIENTAIS NO CANAL FLUVIAL

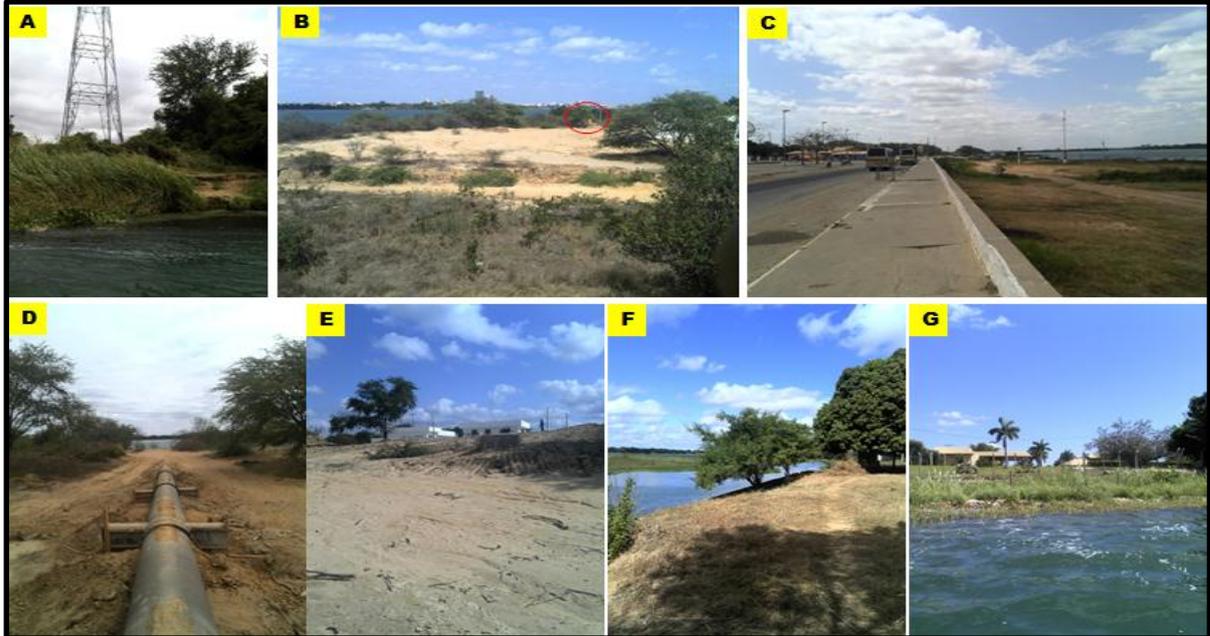
Como consequência dessa ocupação às margens do São Francisco em Petrolina-PE, especificamente na área de estudo, situada entre o Porto do Juarez e a penitenciária e que compreende 18,4 km, o atual cenário corresponde aos impactos ambientais diretos e indiretos provocados pela ação antrópica. A extensão e características desses impactos nas zonas urbana quanto na zona rural e na relação da atividade antrópica com o processo de evolução do uso e ocupação do solo no município de Petrolina-PE desencadeou impactos ao ambiente físico na área selecionada.

Para Paulino & Teixeira (2012) dos diversos fatores que contribuem direta ou indiretamente para a degradação dos corpos hídricos, em grande parte é o crescimento da população. Os impactos ambientais para Guerra & Guerra (2011) se caracterizam por uma série de alterações causadas ao meio ambiente, influenciando na estabilidade dos ecossistemas. Além de comprometer os ecossistemas e a qualidade de vida da sociedade, afirmam ainda que os impactos ambientais podem ser negativos ou positivos, mas por conta do avanço da sociedade sobre os ambientes naturais quase sempre está implícito que os impactos ambientais são na maioria das vezes negativos. Além da supressão da vegetação ripária que impacta diretamente as margens dos rios; Cunha (2012) afirma que os impactos ambientais diretos que degradam os canais fluviais também estão relacionados às atividades mineradoras e as demais obras de engenharia, como a canalização, barramentos, construção de pontes e diques. Os esgotos, lixo e sedimentos são exemplos de impactos ambientais indiretos e que sem as condições mínimas de saneamento, oriundos da bacia de drenagem causam a degradação dos canais.

7.1. Impactos ambientais diretos

Em Petrolina-PE foi constatado que a preservação da mata ciliar e seus limites submarginais não foram respeitados nas zonas urbanas e rurais. As instalações dos empreendimentos públicos e privados, muitas vezes em situações de irregularidade, em desacordo com as Leis Federais e Municipais, promoveram a erradicação da vegetação ripária isto é, provocando impactos ambientais diretos (Figura 22).

Figura22:(A) Torre de transmissão instalada próxima ao rio. (B) Neossolo Flúvico exposto por causa do desmatamento. No círculo vermelho trator trabalhando no local. (C) Orla I no núcleo antigo da cidade. (D) Tubulação da nova estação de tratamento de esgoto da COMPESA. (E) Estação elevatória de esgoto da COMPESA. (F) Margem do rio nos fundos da penitenciária. (G) Ausência de vegetação ciliar em propriedade na zona rural.



Fotos: BARRETO, 2014. Pesquisa de campo (A,D) 06/10/2014, (B, C,E) 05/09/2014, (F) 08/07/2014, (G) 31/08/2014.

Outros impactos ambientais diretos foram registrados ao longo dos 18,4 km de margem como às atividades mineradoras que nesse caso específico traz um ponto positivo que é a retirada da areia do leito rio amenizando o assoreamento no local que por sua vez facilita a navegabilidade; e, o negativo é o desmatamento no local de armazenagem da areia recolhida que requer a instalação de caixas e tanques para separar a areia da água, além de provocar a circulação de máquinas pesadas no local (Figura 23).

Além da ponte Presidente Dutra que liga Petrolina-PE a Juazeiro-BA e a barragem da hidrelétrica de Sobradinho esta última a montante das duas cidades, consideradas grandes obras de engenharia na região e que provocou grandes impactos ambientais diretos no Sub Médio São Francisco, é comum encontrar ao longo das suas margens dentro da área de estudo algumas outras “obras de engenharia”, como ancoradouros feitos de madeira, metal ou em concreto para pequenas e grandes embarcações, alguns até com rampas que avançam até o rio, diques com certa elevação em concreto e outros feitos com pedras e cimento, o que dá a entender para prevenir enchentes. Outras estruturas também foram registradas como a instalação de sistemas de captação de água das pequenas e médias propriedades nas zonas urbana e rural. Estas obras foram feitas em detrimento da vegetação ciliar onde se observa a

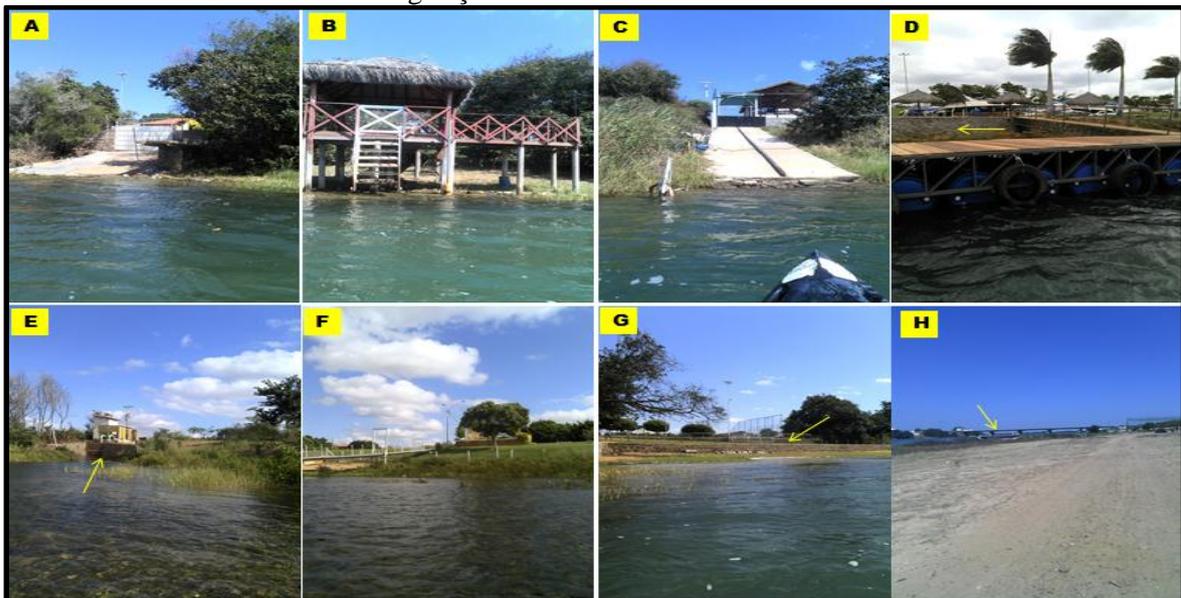
exposição do Neossolo Flúvico com o comprometimento em alguns pontos dos diques marginais sem a vegetação específica das margens do rio e em muitos desses pontos a mata ciliar foi substituída por gramíneas e outras espécies exóticas inclusive na zona urbana dentro da ZPA (Figura 24).

Figura23:(A) Caixa de metal de uma empresa instalada a poucos metros do rio. (B) Tanque improvisado recebendo o material do leito do rio no setor leste. (C) Armazenagem da areia processada e circulação de máquinas pesadas.



Fotos: BARRETO, 2014. Pesquisa de campo (A) 31/08/2014, (B, C) 08/07/2014.

Figura24:(A) Propriedade particular na zona rural em área de chácara com rampa. (B) Atracadouro elevado feito em madeira e metal em área de chácara na zona rural. (C) Propriedade particular na zona rural com rampa pavimentada. (D) Clube de campo na zona urbana, a seta mostra dique feito com pedras e cimento dando suporte ao atracadouro. (E) Seta indicando sistema de captação de água em propriedade particular na zona rural. (F) Ausência de vegetação ciliar em propriedade particular na zona rural. (G) Seta indicando dique em propriedade particular. (H) Seta indica ponte que liga Petrolina e Juazeiro e a falta de vegetação.



Fotos: BARRETO, 2014. Pesquisa de campo (A,B, C, E, F, G) 31/08/2014, (D)06/10/2014, (H) 04/09/2014.

7.2. Impactos ambientais indiretos

O despejo *in natura* de esgotos foi registrado em toda a extensão da área de estudo. Em grande parte originada da rede urbana com o aproveitamento dos riachos Porteiras e Vitória que desaguam diretamente no rio, drenando, também, o excesso de água da irrigação e resíduos agroquímicos de parte do Perímetro Irrigado Nilo Coelho. Os dois riachos são considerados intermitentes, com base no mapa municipal estatístico na escala de 1: 150.000 (IBGE, 2010). O riacho das Porteiras tem sua origem no interior do município dentro do perímetro irrigado Nilo Coelho. No trecho da UNIVASF Agrária foi constatado que suas margens foram desmatadas, tornando-o predisposto ao carreamento de sedimentos e ainda receptor dos esgotos domésticos da zona norte e oeste da cidade. Ao atravessar a ZIS recebe os efluentes industriais e das empresas ali instaladas e segue o curso até a foz na calha do rio São Francisco (Figura 25). A desembocadura fica ao lado do porto fluvial dentro da ZAP. O riacho Vitória drena apenas as águas do perímetro Nilo Coelho e a desembocadura fica próxima aos limites da zona urbana no setor oeste.

Figura25:(A) Trecho na zona rural. Setas indicam margens desmatadas e canal de água servida da irrigação. (B) Trecho na zona urbana, setor norte. Setas indicam um loteamento ao fundo. (C) Desembocadura do riacho Porteiras. A seta indica o rio São Francisco.



Fotos: BARRETO, 2014. Pesquisa de campo (A) 06/10/2014, (B,C) 18/12/2014.

O canal de esgoto do “Alto Cheiroso” (Figura 26) é outro duto de esgotamento importante da cidade e drena parte das excreções da região central com destino ao rio. A desembocadura está localizada entre um condomínio horizontal e o ECC da UNIVASF na Orla I dentro da ZAP.

Figura26:(A) Canal de esgoto do “Alto Cheiroso” a céu aberto em bairro próximo do centro da cidade. (B) Trecho entre um condomínio e o ECC da UNIVASF. (C) Desembocadura vista de outro ângulo.



Fotos: BARRETO, 2014. Pesquisa de campo (A) 08/07/2014, (B, C) 04/09/2014.

Outras propriedades da zona urbana e rural tanto públicas quanto privadas que ocupam as margens do rio fazem o despejo através de tubulações próprias instaladas de forma irregular. Das propriedades públicas estão incluídas a penitenciária e a própria COMPESA responsável pelo tratamento e destino adequado do esgoto. Esta não consegue atender a demanda urbana crescente, e com isso as obras de ampliação dos sistemas de abastecimento de água e esgoto estão em atraso ou foram embargadas pela prefeitura. Um bom exemplo do atraso em algumas obras é a nova estação de tratamento de esgoto localizado na zona leste orçado em R\$ 42.119.971,95 com prazo de entrega para maio de 2014. Até a presente data as obras não foram concluídas como mostra a Figura27.

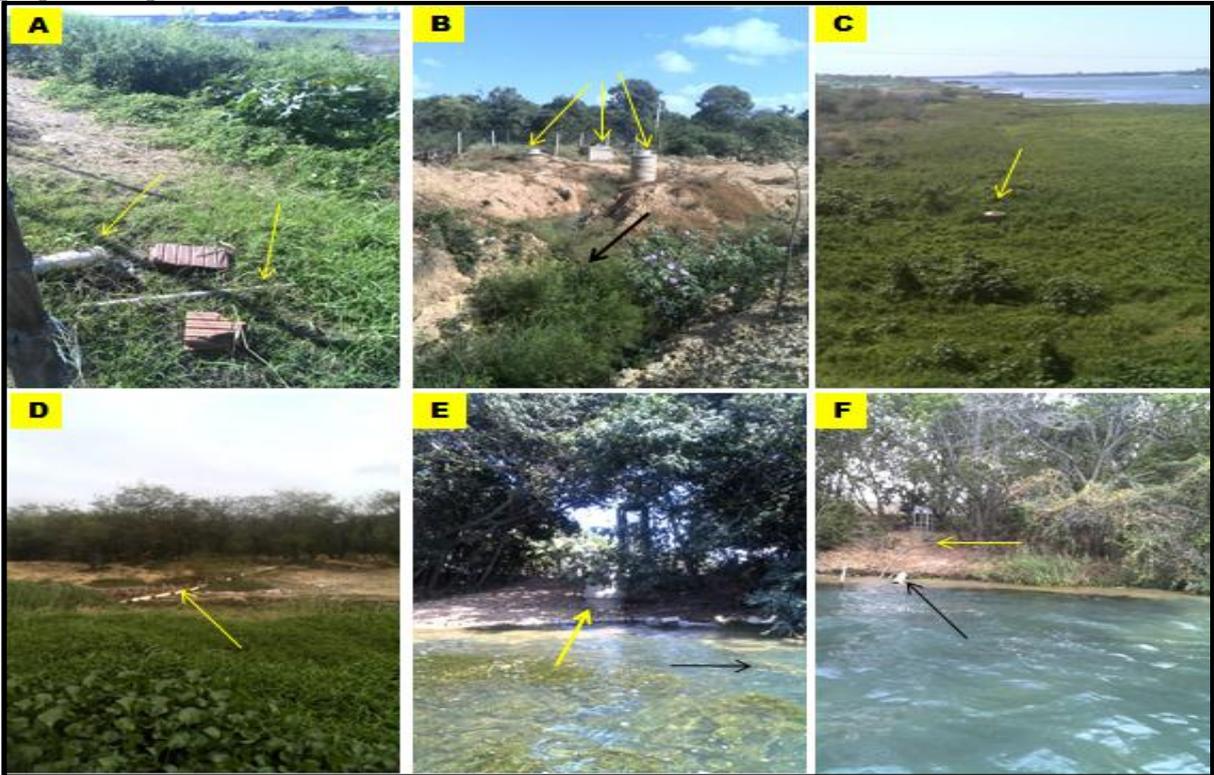
Dentre as propriedades privadas estão os bares e restaurantes, os condomínios horizontais e verticais, o curtume, os clubes recreativos, e as chácaras. Todos com sistema de esgotamento sanitário instalados irregularmente, com destino final a calha do São Francisco (Figura 28). Com a diminuição do volume do rio por conta da estiagem, algumas tubulações submersas instaladas irregularmente ficaram expostas. A maioria dessas instalações está concentrada na zona urbana dentro da ZPA.

Figura27:(A e B) Obra inacabada próxima a desembocadura do canal do “Alto Cheiroso”. (C e D) Obra da COMPESA de ampliação do esgotamento sanitário.



Fotos: BARRETO, 2014. Pesquisa de campo (A,B) 04/09/2014, (C, D)05/09/2014.

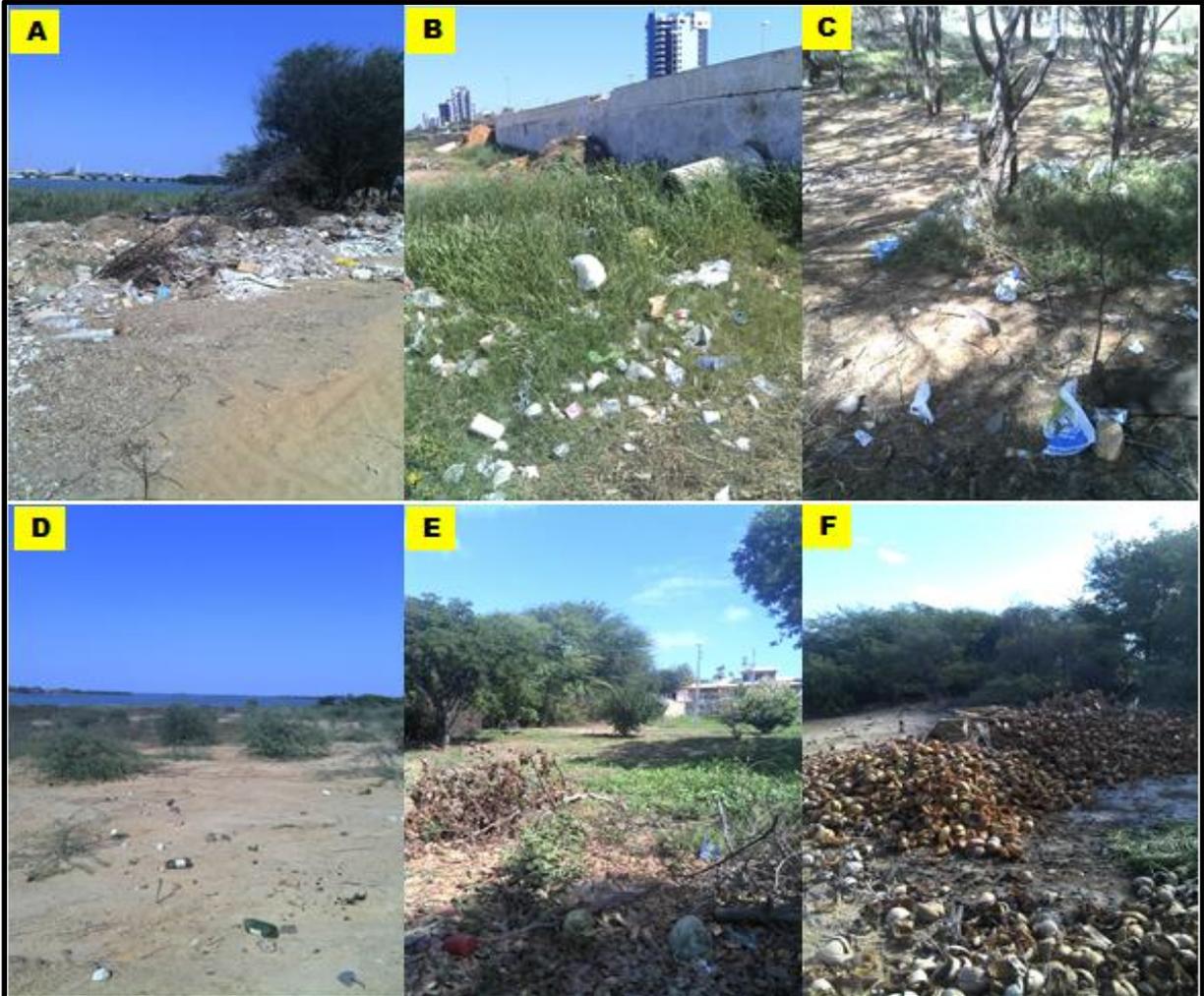
Figura28:(A) Tubulação de esgoto de bares e restaurantes na Orla II. (B) Apesar das manilhas em concreto o esgoto de um condomínio horizontal na zona urbana segue a céu aberto direto para o rio. (C) Bueiro do esgotamento na região central da cidade. (D) A seta indica a tubulação em PVC do curtume instalado às margens do rio. (E) A seta amarela indica uma manilha e a preta a tubulação de esgoto submersa de uma propriedade particular na zona rural. (F) A mesma situação em uma propriedade particular na zona urbana.



Fotos: BARRETO, 2014. Pesquisa de campo (A, C) 04/09/2014, (B) 05/09/2014, (D, F)06/10/2014, (E) 31/08/2014.

O tratamento e disposição final inadequado dos resíduos sólidos foram facilmente encontrados na área de estudo. O lixo considerado como impacto ambiental indireto foi registrado em sua maioria na zona urbana dentro da ZPA, somados a outros impactos diretos e indiretos. Quantidade bastante considerável de lixo foi encontrada nas Orlas I e II zona urbana central da cidade, e as demais quantidades próximas e no interior das propriedades particulares e em locais frequentados por banhistas e pescadores em diversos locais da zona urbana e rural. O tipo de lixo orgânico e inorgânico vão desde restos de construção, caixas de embalagem de alimentos, sacos plásticos, garrafas plásticas, garrafas de vidro de bebidas alcoólicas, e cascas de cocos (Figura 29).

Figura29:(A) Lixo e desmatamento na Orla I. (B) Lixo e despejo de esgoto direto no rio na Orla I. (C) Lixo em bosque de algaroba a poucos metros do rio na Orla II. (D) Garrafas jogadas em área desmatada na Orla II. (E) Lixo e desmatamento em uma propriedade particular na zona urbana no setor leste. (F) Despejo de cascas de coco na zona rural.

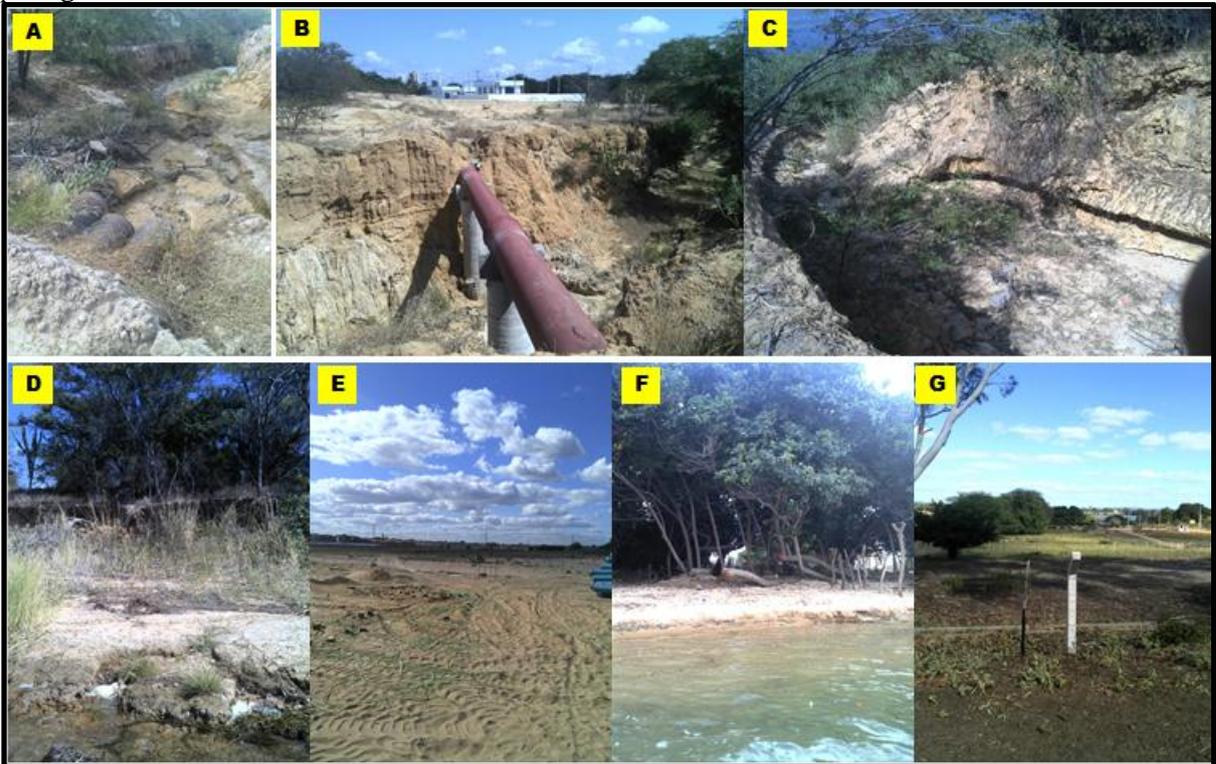


Fotos: BARRETO, 2014. Pesquisa de campo (A,B, C, D) 04/09/2014, (E) 21/08/2014,(F) 07/07/2014.

O desmatamento das margens dos rios favorece o carreamento de sedimentos para o canal comprometendo a dinâmica fluvial. Nos locais da área de estudo é possível a erosão e carreamento de material sedimentar para o leito do rio contribuir ainda mais para o assoreamento do São Francisco (Figura 30).

Figura30:(A, B e C) Início, meio e fim de uma voçoroca próxima a estação elevatória de esgoto da COMPESA. (D) Barrancas desmatadas nos fundos de uma propriedade. (E) Várzea com solo exposto

no interior do novo condomínio na zona urbana no setor leste. (F) Desmatamento em propriedade particular na zona rural. (G) Chácara com o solo de várzea desnudo e degradado pela implantação de pastagem.



Fotos: BARRETO, 2014. Pesquisa de campo (A,B, C) 05/09/2014, (D, F)31/08/2014, (E) 08/07/2014, (G) 07/07/214.

A salinização do solo está presente na área de estudo nas zonas urbana e rural, em áreas de várzea pelo excesso de umidade e bem mais próximas às margens do rio, e estão associadas ao desmatamento e despejo de efluentes químicos. As construções de estradas com piso elevado e pavimentado nas áreas de várzea, que dão acesso ao interior das propriedades, comprometeram a drenagem das águas pluviais e de irrigação. A salinização, próxima ao curtiúme às margens do rio, foi provocada por lançamento de produtos químicos (Figura 31).

Figura31:(A) Área desmatada e salinizada na Orla II. (B) Salinização em área próxima ao curtiúme. (C) Salinização em chácara na zona urbana setor leste. (D) Salinização em área de várzea na zona rural.



Fotos: BARRETO, 2014. Pesquisa de campo (A) 04/09/2014, (B) 06/10/2014, (C) 08/07/2014, (D) 07/07/2014.

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Amostras de água e solo/sedimentos foram coletadas em distintos pontos da margem do rio São Francisco, situado no espaço urbano de Petrolina, para avaliar a ocorrência de poluição. A presença de contaminantes incidu em todas as amostras colhidas. As amostras de solo/sedimentos coletadas nas imediações dos emitentes apresentaram acima dos valores estipulados pelo CONAMA. Conforme a distância do ponto de coleta, esses valores decrescem rapidamente.

A expansão urbana de Petrolina tem causados impactos preocupantes ao sistema fluvial do rio São Francisco como desmatamento com redução da mata ciliar; erosão das margens; assoreamento de parte do curso fluvial; efusão de esgotos no rio, deposição de entulhos; construções irregulares, etc.

A partir de meados da década de 1960 com os investimentos realizados pelo governo federal direcionados ao desenvolvimento local integrado da agricultura irrigada e a geração de energia, houve um estímulo estimulou a organização do espaço produtivo da região (GOMES, 2007).

Chacon, *et al.*, (2012, p. 253) afirmam que “o principal elemento responsável pelo risco eminente da degradação ambiental é a ocupação e o uso indevido do solo, ocasionado pelas mais diversas atividades humanas, tanto no meio rural quanto no urbano”.

O principal uso e ocupação do solo na área de estudo é atualmente feita pelos condomínios horizontais, que por estarem mais próximos do rio determinam a completa retirada da vegetação nativa tanto das margens quanto das várzeas. Apesar de estarem distantes entre 1 e 4 km ao leste, (zona urbana) dentro da ZPA, e de até 12 km ao oeste, (zona rural) do núcleo urbano mais antigo, os agentes imobiliários buscaram estratégias para incorporar esse novo produto imobiliário habitacional à estrutura urbana de Petrolina.

Reis (1999), diz que por causa do crescimento urbano desordenado foi criado um novo modo de viver com a proposta de oferecer qualidade de vida através dos informes publicitários desses empreendimentos. Sposito (2006) afirma que um dos atrativos para justificar a proliferação desses condomínios em cidades de porte médio são os preços mais baixos das terras disponíveis ainda não loteadas. Com isso esses loteamentos começaram a redefinir as estruturas sociais e políticas da periferia, alterando a ordem do centro e periferia.

Recentemente Cruz (2013) relatou em seu estudo que os elementos que são destacados como atrativos desses empreendimentos em material de propaganda vão além da segurança. Os elementos físicos de proteção (cercas e muros) com “aparato tecnológico” dos dispositivos de “segurança e controle” através de câmeras de alta resolução com portarias e seguranças armados, a facilidade no deslocamento através do uso do automóvel com rápido

acesso ao centro da cidade e aos demais equipamentos de comércio e serviços, os elementos naturais tais como “áreas verdes” e a proximidade do rio São Francisco são apresentadas como estratégia dos agentes imobiliários em apetrecho publicitário como um dos principais itens para que as pessoas escolham esses locais para fixar sua moradia. Ela também conta que em Petrolina os primeiros empreendimentos fechados surgiram no final da década de 1980 e início da década de 1990, e a orientação para a implantação desses empreendimentos seguiu a legislação do Plano Diretor de 1982 e que a partir de 2006 até os dias atuais o ordenamento do solo é regulamentado pela Lei nº 1.875/06 do atual Plano Diretor Participativo - PDP.

Cruz (2013) constatou que a comercialização desse bem imobiliário em forma de condomínios é na verdade loteamentos fechados, termo inexistente na legislação brasileira segundo ela. A autora lembra que a Lei nº 4.591/64 corresponde à figura do condomínio horizontal com uma quota ideal sobre terreno em sua totalidade, e que já nos loteamentos não existem áreas comuns porque pertencem ao poder público. Ela reforça dizendo que não consta na legislação urbanística de Petrolina esse tipo de empreendimento como condomínio. Entretanto diante da ilegalidade jurídica a prefeitura dá respaldo e aprova os empreendimentos com previsão de fechamento com a construção de muros e acesso através de guaritas em seus projetos arquitetônicos.

Muito antes dos condomínios horizontais ocuparem as margens do rio São Francisco, o muro da doca foi uma importante obra de engenharia que provocou grande impacto direto em sua margem. Hoje povoa parte da orla I e II em Petrolina do antigo núcleo urbano e contribuiu para a implantação de grandes empreendimentos imobiliários. Com a aparência de uma grande muralha, possui 2,2 km de extensão. O objetivo da obra é exercer a função de barreira (Figura 32A) para proteger a cidade das enchentes e inundações. Não obstante, impacta por conta da retirada da vegetação ciliar, bem como propicia o despejo de esgotos e de lixo favorecendo o aparecimento da carrapateira (*Ricinus communis* L.) e outras espécies (Figura 32B).

Figura 32: (A) Primeiro e segundo dique na orla I. (B) Dique na orla II, área desmatada com despejo de esgoto.



Fotos: BARRETO, 2014. Pesquisa de campo (A) 05/09/2014, (B)07/07/2012.

Entre os anos de 1922 e 1927 foram concluídas as obras do dique de proteção contra as cheias do São Francisco. Em 1944 o primeiro porto da cidade foi inaugurado, com armazéns, balaustrada, e o muro do cais, construído pelo 7º Batalhão de Engenharia do Exército (hoje no local funciona o Círculo Militar na orla I). A partir do primeiro porto, o cais teve sua ampliação executada entre os anos de 1945 e 1946 (LUZ, 1995).

A colocação dos diques foi necessária porque asenchantes que atingiram a cidade em 1906 e 1919 provocaram grandes inundações com residências destruídas e invadidas pelas águas do rio. Em 1943 e 1946 as margens baixas e ribeirinhas são novamente atingidas com as cheias do São Francisco. Em 1960 mais de 1.098 casas foram danificadas e nesse mesmo ano, em apenas 24 horas, o nível do rio subiu mais de dois metros de altura. As chuvas torrenciais de 1964, ocorridas na região, provocaram o transbordamento do rio e dois trechos do cais foram destruídos. Com 15 dias de chuvas ininterruptas na região, no ano de 1979, a barragem de Sobradinho chegou ao limite máximo, obrigando a CHESF a abrir as comportas com liberação de 14 mil m³/s causando grandes transtornos como ruas inundadas e falta de água tratada e energia elétrica. Em 1992 as fortes chuvas no alto São Francisco provocaram inundações na região prejudicando lavouras nas ilhas e ao longo das margens (BRITTO, 1995).

O cais construído ao longo das margens deu apenas proteção local à população e às propriedades que se situam nas imediações do curso de água em períodos de enchentes, principalmente antes da construção da barragem de Sobradinho a montante. O controle das vazões em Sobradinho e a sensação de proteção gerada pela presença dessa “muralla” possibilitou novas edificações construídas em áreas antes evitadas. Um bom exemplo recente foi a construção de um novo dique na parte baixa na orla I que possibilitou novas construções como bares e restaurantes e impediu que a cheia do rio em 2007 atingisse esses empreendimentos. Já sem a vegetação ciliar original há décadas, no entorno do local foram plantadas palmeiras do tipo tamareiras no local, plantas exóticas originadas da África (Figura 33 A), em 2012 (Figura 33 B) já com o nível normalizado foi constatado o despejo de esgoto e lixo, e as tamareiras já não marcavam presença, talvez não tenham resistido aquela inundação, por ser uma espécie de ambiente árido. A figura 33(A e B) mostra através de setas vermelhas o telhado de um dos restaurantes instalado no local, protegido pelo cais da cheia de 2007.

Figura 33: (A) Cheia de 2007. (B) Nível do rio normal em 2012.



Fonte (A): <http://www.panoramio.com/photo/990095#c11867031>. **Foto (B):** BARRETO, 2012. Pesquisa de campo (B) 07/07/2012.

Hoje na orla I e II, com alta densidade populacional, cresce de forma vertical os condomínios verticais fechados propiciando um ambiente homogêneo com alguns que chegam a mais de vinte andares. Estes edifícios residenciais estão nas Zonas Residenciais 1 e 2 (ZR1 e ZR2) conforme a Lei nº 1.875/06 do PDP, ocupam uma área caracterizada pela predominância do uso habitacional, multifamiliar e unifamiliar, de padrão construtivo de alto a médio-alto, pela valorização imobiliária dos terrenos à beira-rio com alguns ainda vazios, bem dotada de infraestrutura e propícia a uma ocupação de densidade alta pela boa localização geográfica com incidência de ventilação.

Separados do rio pela faixa da ZPA o trecho está altamente degradado e descaracterizado pelo desmatamento, presença de lixo e escoamento de esgoto. Essas perturbações são intensificadas pela presença de bares e restaurantes no local. E com o aval da Prefeitura Municipal de Petrolina (PMP) as construtoras e o setor imobiliário especulativo além de não demonstrar nenhuma preocupação com os impactos ambientais diretos e indiretos na calha fluvial fazem uso dos informes publicitários e procuram atrair o consumidor se utilizando da vista panorâmica e privilegiada do rio São Francisco (Figuras 34 e 35). Tais impactos provocados por esses empreendimentos são a razão fundamental da degradação do canal fluvial.

Figura 34: Informes publicitários dos condomínios verticais.

Ad (A): Espaço e Lazer completo para toda a família.
 Com a melhor vista do Rio São Francisco.

Ad (B): TENHA O PRIVILÉGIO DE VIVER EM FRENTE AO RIO SÃO FRANCISCO
PETROLINA PRIVILEGE

Ad (B) Features:
 107M²
 100% REVESTIMENTO CERÂMICO
 2 VAGAS DE GARAGEM
 3/4 LUXO COM SUÍTE

Ad (B) Amenities:
 VARANDA GOURMET
 ESPAÇO FITNESS
 PISCINA
 SALÃO DE FESTAS

Ad (B) Contact:
 REALIZAÇÃO DR3 Construtora e Incorporadora
 CENTRAL DE VENDAS
 87 3862-2828
 WWW.DR3CONSTRUTORA.COM.BR

Ad (A) Amenities:
 03 Quartos (suíte)
 03 elevadores
 Piscina Adulto e Infantil
 Minicampo
 Espaço Fitness
 Espaço Gourmet
 Mais de 500m² de Área de Lazer
 Terraço Panorâmico

Ad (A) Logos: IMPTREC, Caixa, CAIXA, BANCO DO BRASIL, BANCO SANTANDER

Ad (A) Logo: Edifício Bosque do Rio

Ad (B) Address: RUA FRANCISCO BOSCO REIS, Nº 167 (ATRÁS DA BANCA/ORLA 2), PETROLINA - PE

Fonte: BARRETO, 2013. Informes publicitários enviados pelas imobiliárias para caixa de e-mail.

Figura 35: (A) Construção de condomínio vertical na orla I. (B) Escritório de vendas de um dos condomínios na orla II, ao fundo o edifício em construção. (C) Área sendo preparada para um novo empreendimento na orla II.



Fotos: BARRETO, 2014. Pesquisa de campo (A) 08/07/2014, (B, C)04/09/2014.

Em estudo sobre as mudanças em grandes centros metropolitanos Anthony D. King citado por Milton Santos (2008), mostra como exemplo o arranha-céu como paisagem construída difundida globalmente. Sobre essas edificações que transformam a paisagem urbana ele relata que:

Já em 1956, as construções em altura chocavam o geógrafo norte-americano James H. Johnson, que sobre o assunto escreveu um artigo sobre a geografia do arranha-céu. Desde então, o número de prédios altos aumenta excepcionalmente nos Estados Unidos e a inovação se banaliza nas cidades de outros continentes, incluindo os países subdesenvolvidos. M. A. de Souza (1994) nos dá o exemplo de São Paulo, e K. Frampton (1988, p. 39) descreve como, nos últimos 25 anos, o desenvolvimento metropolitano nos países subdesenvolvidos é testemunha do que chama de “vitória da civilização universal sobre a cultura localmente modelada”, com a presença, nos bairros centrais, dos edifícios inteligentes e das vias expressas. (SANTOS, 2008, p. 250).

O espaço urbano tem uma dinâmica social e requer muita reflexão para a sua compreensão, desprovido de preconceitos e verdades absolutas. “O espaço é hoje um sistema de objetos cada vez mais artificiais, povoados por sistemas de ações igualmente imbuídos de artificialidade, e cada vez mais tendentes a fins estranhos ao lugar e a seus habitantes” (SANTOS, 2008, p.63). E essas artificialidades do espaço urbano que são construídas principalmente pelo capital imobiliário são em busca de maximização dos lucros e da produtividade, sem distinção entre valores sociais, econômicos, ambientais e naturais.

Sposito (2008, p. 60) diz que: “Podemos reconhecer estes traços em muitas cidades contemporâneas, pois a especialização funcional do uso do solo urbano começou a partir da separação social no interior do espaço urbano”.

Os condomínios horizontais e verticais, bares e restaurantes, o curtume, o abatedouro, a penitenciária, os clubes recreativos, as estações de tratamento de água e esgoto e demais empreendimentos anteriormente elencados próximos ao rio São Francisco em Petrolina-PE vai de encontro a Lei Federal nº. 4.771/1965 do Código Florestal, por ser uma faixa lindeira considerada Área de Proteção Permanente (APP). Todos os empreendimentos ali instalados não atendem a Lei 1.875/2006 do Plano Diretor Municipal em seu Capítulo IV da Política Ambiental. Alguns ocupam na área urbana a Zona de Preservação e Proteção Ambiental (ZPA) e não obedecem ao Parágrafo 1º onde “deverá ser reservada uma faixa “*non aedificandi*” de 100 metros de largura na margem, com espécies nativas e estudo de impacto ambiental”. A mesma lei classifica muitos dos empreendimentos como indústria incômoda e/ou poluentes causadores de impactos ambientais locais sujeitas ao licenciamento e fiscalização. E nos parágrafos 3º e 4º constam que alguns desses equipamentos não poderão se instalar na Zona de Preservação e Proteção Ambiental (ZPA), nem nos locais de vizinhança predominantemente residencial.

Contraditoriamente sobre a ZPA na faixa lindeira às margens do rio, o Art. 85 da mesma lei reconhece que a área possui algumas atividades inadequadas e é de uso público, com disponibilidade de terrenos para expansão urbana, compatíveis com a sustentabilidade ambiental.

Nota-se uma diversidade de usos existentes na ZPA, que se conflitam entre si, gerando, portanto, incompatibilidades com os padrões de ocupação adequados da zona. É o caso dos usos industriais e fabris convivendo com ocupações residenciais. Chama a atenção, ainda, o fato dessas ocupações passarem a concorrer com as “áreas de uso público na orla”. Nas recomendações do Plano Diretor, a ZPA, a ocupação às margens do rio teria indicativo de baixa densidade, devendo ser compatível com a sustentabilidade ambiental, e seriam implantadas de forma a permitir o acesso público à beira rio. Entretanto, o que se verifica é que tais ocupações, independente do uso, impedem a ampliação de áreas de lazer, de uso público, já que muitas delas acabam por privatizar as faixas de acesso ao rio. Além disso, as poucas faixas lindeiras ao rio que não foram incorporadas por esses empreendimentos encontram-se sem tratamento adequado para uso da população, o que confere ao poder público a responsabilidade do descaso para com essas áreas. (CRUZ, 2013, p. 96).

O relato anteriormente citado pela autora pode ser conferido na Figura 36 onde é mostrado pelas setas vermelhas a falta de espaço (B) entre o muro recentemente erguido de um condomínio em construção (A) e a grade de proteção da guarita do curtume impedindo o acesso ao rio. E as margens do rio privatizadas com indicação através de placas (C, D).

Figura36: (A, B) Muro de um condomínio ao lado do curtume. (C, D) Faixas do rio privatizadas com placas impedindo o acesso.



Fotos: BARRETO, 2014. Pesquisa de campo (A,B) 08/07/2014, (C) 31/08/2014, (D)06/10/2014.

Outro ponto preocupante é a ocupação do solo que não leva em consideração o regime de cheias do rio, e que apesar da hidroelétrica de Sobradinho tencionar regularizar a vazão das águas a montante, todos os empreendimentos podem ser afetados por enchentes durante períodos de chuvas atípicos na bacia do rio São Francisco originando outro problema social, o desalojamento dos moradores que ocupam áreas de várzea e os terraços fluviais ou aluviais, antigas áreas de inundação, que Christofolletti (1981, p.253) define “como antigas planícies de inundação que foram abandonadas, compostas por material detrítico aluvial, com estruturas sedimentares que refletem os mecanismos e os processos deposicionais do leito fluvial”.

Melo, *et al.*, (2012, p. 397) constatou que “os processos erosivos nas barrancas do rio São Francisco representam um padrão de mau uso da terra, adotado indistintamente por ricos e pobres”. Siqueira Filho (2012) diz que as matas ciliares na margem do rio São Francisco estão descaracterizadas, com a presença de gramíneas e outras espécies exóticas invasoras

como a algaroba (*Prosopis juliflora*), a balsa ou baronesa (*Eichhornia crassipes*) planta indicadora de ambientes eutrofizados por conta do grande despejo de esgoto doméstico. Esse ambiente descrito pelos autores está presente na área de estudo tanto na zona urbana quanto na zona rural (Figura 37).

Figura 37: (A, B, C) Infestação de plantas exóticas invasoras na zona urbana. (D) Desmatamento há poucos metros do rio feito pela COMPESA para instalação de tubulação de esgoto. (E, F) Plantas exóticas no interior de chácaras na zona rural.



Fotos: BARRETO, 2014. Pesquisa de campo (A,B, C, D) 06/10/2014, (E) 07/07/2014, (F) 31/08/2014.

A substituição da vegetação ribeirinha por empreendimentos públicos e privados, o despejo de esgoto sem tratamento direto no rio, e somados aos efluentes de bairros periféricos e do perímetro irrigado Senador Nilo Coelho drenados pelo riacho das Porteiras comprometeram a qualidade ambiental das margens do rio dentro dos limites da área de estudo. Em toda a extensão da área de estudo principalmente da orla fluvial que bordeja a cidade, em ambos os casos, existem como mostrado anteriormente, sistemas de esgotamento

sanitário instalados de forma irregular, que despejam resíduos diretamente no rio São Francisco.

A nota publicada pela Assessoria de Comunicação Social da Prefeitura Municipal de Petrolina em 01/09/2011 afirma que a Agência Municipal de Meio Ambiente de Petrolina (AMMA) havia concluído um estudo preliminar de diagnóstico ambiental da Área de Preservação Permanente (APP) na zona urbana do município. No entanto, o conteúdo deste estudo preliminar com o dimensionamento dos impactos ambientais existentes na orla fluvial não foi publicado e disponibilizado, segundo informou uma técnica do órgão. No texto diz que a maioria das pessoas ouvidas classificou o ambiente como bom para se viver e sugeriu a ampliação da arborização e a retirada do esgoto a céu aberto e do lixo como alternativa para tornar a margem do rio um espaço mais agradável; e que na análise de amostras da água do rio São Francisco constatou a existência de dois elementos fora dos parâmetros de qualidade estabelecidos, o fósforo total e os coliformes fecais totais. A primeira substância estava em quantidade suficiente para proporcionar o crescimento acelerado de plantas aquáticas, o que pode explicar a presença desses vegetais nas margens do rio. Já os coliformes indicam que as águas do rio recebem matéria fecal e esgoto. Contudo, a água do rio São Francisco, no perímetro urbano de Petrolina, apresentou índice considerado aceitável para o abastecimento humano e animal.

Compete ao órgão ambiental municipal, ouvidos os órgãos competentes da União, dos Estados e do Distrito Federal, quando couber, o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local e daquelas que lhe forem delegadas pelo Estado por instrumento legal ou convênio (CONAMA nº 237/1997 Art. 6º). Em seu Art. 2º as atividades, obras e empreendimentos que utilizem recursos ambientais, considerados efetiva ou potencialmente poluidores, bem como os capazes sob qualquer forma, de causar degradação ambiental dependerão de prévio licenciamento (...).

Para possibilitar uma apreciação comparativa dos resultados do material coletado foi solicitada a Agência Municipal de Meio Ambiente de Petrolina a relação dos empreendimentos que possuem licenciamento ambiental localizados às margens do São Francisco. Lamentavelmente, até o momento, a solicitação não foi deferida. A ausência de um retorno ao requerimento levanta a hipótese de que o órgão não estabeleceu estratégias para gerir ações na melhoria das condições socioambientais nas margens do São Francisco. Outra suposição é que o órgão não dispõe de material humano qualificado e estrutura para analisar, aprovar e fiscalizar projetos que promovam a educação ambiental, conservação e recuperação das áreas ribeirinhas. No capítulo seis foi citado que em agosto de 2012 o Ministério Público

Federal (MPF) embargou as obras de ampliação da orla III que eram executadas pela prefeitura. O próprio órgão municipal que trata das questões ambientais teve o estudo recusado pelo MPF alegando que o projeto não respeitava a legislação ambiental.

A denúncia feita pelo MPF fala que, no procedimento de licenciamento ambiental, não foram atendidos requisitos previstos por lei, como a comprovação de que o empreendimento atende à utilidade pública. Também falta um plano de recuperação da área degradada e um relatório de impacto ambiental. Ainda segundo a denúncia, o estudo apresentado pelo município não atende ao conteúdo mínimo exigido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Outra irregularidade identificada refere-se ao desmatamento da vegetação de uma área de preservação ambiental e permanentemente de interesse federal: a margem do Rio São Francisco (<http://g1.globo.com/pernambuco/noticia/2012/08/obra-de-ampliacao-da-orla-fluvial-de-petrolina-pe-e-embargada.html>).

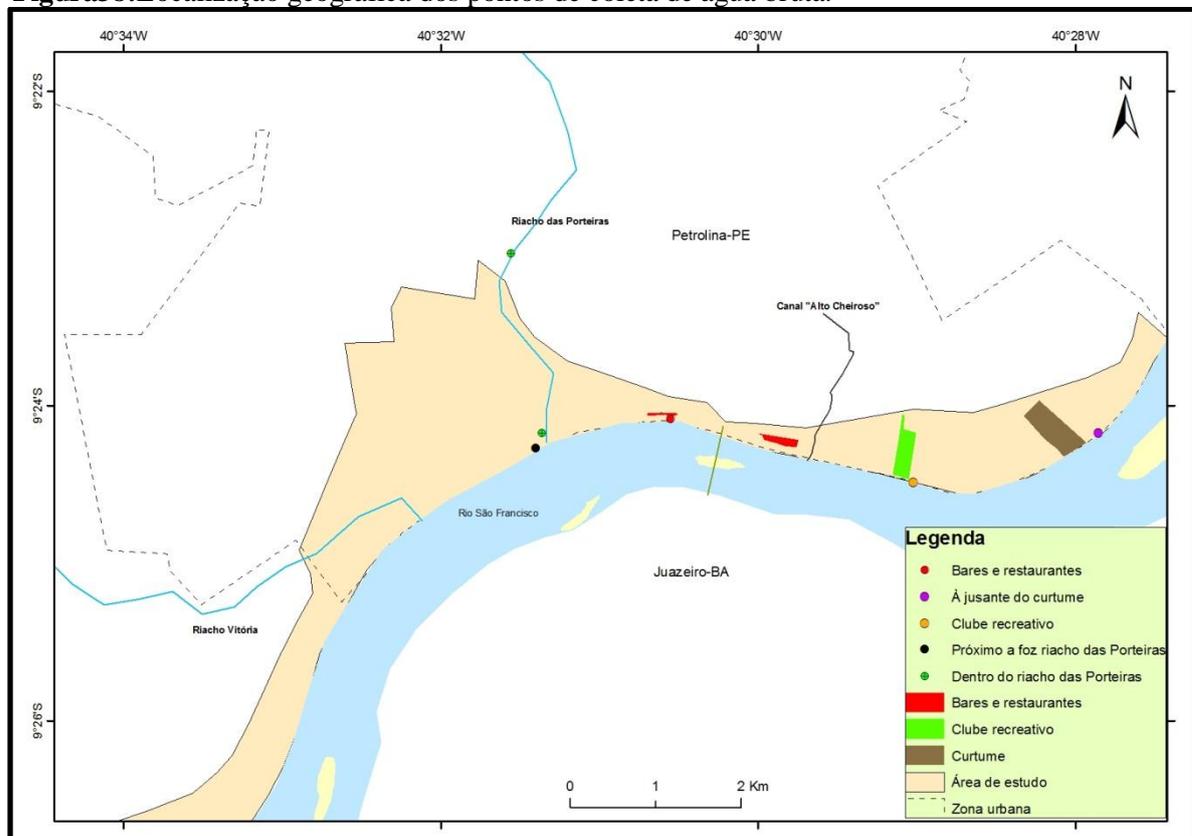
Quanto ao despejo de esgotos direto no canal do São Francisco, em 30/06/2014 em entrevista veiculada no portal G1 Pernambuco, a COMPESA informou que parte do esgoto da cidade é tratada em lagoas de estabilização. A companhia disse ainda, que quando a nova estação de tratamento ficar pronta, 98% das impurezas dos esgotos será retirada das águas que são despejadas no rio. O projeto também ambiciona acabar com os bueiros que jogam águas poluídas diretamente no rio. A nova estação está prevista para funcionar no final do mês de julho (<http://g1.globo.com/pe/petrolina-regiao/noticia/2014/06/com-esgotos-despejados-baronezas-se-proliferam-no-rio-sao-francisco.html>).

O exame realizado na área em outubro de 2014 e registrado no capítulo sete na figura 27 a nova estação de tratamento de esgoto ainda estava em construção, com prazo de entrega prevista para maio de 2014, (Figura 27D). Destaque-se que até o momento as obras não estão concluídas. Quanto ao tratamento dos esgotos em lagoas de estabilização, a eficácia desse tratamento pode ser verificada a seguir nos ensaios laboratoriais em água bruta.

Para aferir a qualidade da água na área de estudo, seis pontos foram programados para a coleta da água em estado bruto (Figura 38). Cinco pontos dentro da área de estudo e um fora; neste último a água foi coletada dentro do riacho das Porteiras, “perenizado” pelos efluentes domésticos e por águas servidas do Perímetro Irrigado Nilo Coelho. Os outros pontos restantes as amostras de água foram coletadas nas margens do rio São Francisco, dentre eles um na foz do riacho das Porteiras, que nesse caso específico dentro da área de estudo, com extensão final em cerca de 1,5 km no interior do DIPC, e por conta disso acaba recebendo também os efluentes industriais. Entre os cinco pontos situados na área de estudo um está no rio São Francisco - a montante da foz do Porteiras a cerca de 120 metros. A jusante da foz do Porteiras os três pontos de coleta estão próximos de bares e restaurantes, um clube recreativo, e o curtume. Em linha reta o ponto de coleta dos bares e restaurantes fica há 1,4

km da foz do Porteiras, o clube recreativo a 4,2 km, e o curtume distando 6,4 km; este último ocupando uma área fora do DIPC. A coleta no ponto correspondente ao clube recreativo além de ficar a certa distância do Porteiras, é bastante influenciado pelo despejo de esgoto na Orla fluvial I e II e pelo canal de esgoto do “Alto Cheirosos”, estes a 3 km e 1,2 km a montante do clube recreativo. A coleta no ponto correspondente ao curtume foi a proximamente 350 metros do ponto de despejo de efluentes industriais do próprio curtume, isto é, a jusante. O ponto em questão fica nos fundos de uma propriedade particular, o local é muito frequentado e utilizado para a travessia por pescadores e moradores da ilha do Jatobá.

Figura38:Localização geográfica dos pontos de coleta de água bruta.



Elaboração: BARRETO, 2014, a partir da produção de arquivos *kml* através de imagens de satélite do Google Earth de janeiro de 2014.

Os seis pontos investigados foram devidamente georeferenciados e especificados conforme o ambiente no seu entorno (Tabela 1).

Tabela 1: Localização geográfica dos pontos de coleta de água para análise.

Coordenadas Geográficas	Pontos de coleta
9°24'04" S 40°30'30" W	Bares e restaurantes
9°24'29" S 40°29'01" W	Clube recreativo
9°24'10" S 40°27'50" W	Curtume (à jusante)
9°23'02" S 40°31'33" W	Riacho das Porteiras (fora da área de estudo)
9°24'10" S 40°31'21" W	Foz do riacho das Porteiras
9°24'16" S 40°31'23" W	Rio S. Francisco a montante da foz do riacho das Porteiras

Elaboração: BARRETO, 2014.

8.1. Relatórios de ensaios das amostras de água bruta

Os seis pontos onde foram coletadas as amostras de água bruta, no período de estiagem da região, entre agosto e outubro de 2014, teve o acompanhamento e as análises feitas por técnicos do laboratório do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) em Petrolina-PE. Os procedimentos de ensaio das amostras foram baseados no *Standard Methods* 22ª Edição de 2012. Os parâmetros analisados foram: Nitrogênio Total, Fósforo Total, Demanda Bioquímica de Oxigênio (D.B.O5dias), Oxigênio Dissolvido (OD), Condutividade Elétrica, pH, Turbidez, Coliformes Totais, Coliformes Termotolerantes, *Escherichia Coli*, Cromo (Cr), Chumbo (Pb), Cádmio (Cd) e Níquel (Ni). Os resultados dos ensaios estão distribuídos por parâmetros relacionados aos pontos de coleta (Tabela 2).

Tabela 2: Relatório dos ensaios das amostras de água bruta.

PARÂMETROS	PONTOS DE COLETA					
	Bares e restaurantes	Clube recreativo	Curtume a jusante	R. das Porteiras (fora da área de estudo)	Riacho das Porteiras (foz)	Rio São Francisco a montante da foz do Porteiras
Nitrogênio Total (mg/l)	2,52	2,52	1,4	19,6	12,4	1,12
Fósforo Total (mg/l)	0,183	0,146	0,141	2,379	1,91	0,149
D.B.O5 (mg/L O₂)	4,0	4,0	2,0	16,0	25,0	3,0
OD (mg/L O)	4,7	7,1	5,0	4,8	3,8	7,7
Condutividade Elétrica (µS/cm)	86,5	72,4	186,2	1.337,0	545,0	66,3
pH	6,44	7,55	6,48	7,15	6,58	8,51
Turbidez (UNT)	0,52	1,45	0,91	37,2	33,4	1,65
Coliformes Totais (100 ml)	1,1 x 10 ⁴	9,2 x 10 ⁴	3,3 x 10 ³	>1,6 x 10 ⁶	>1,6 x 10 ⁵	1,7 x 10 ⁴
Coliformes Termotolerantes (100 ml)	4,9 x 10 ³	1,7 x 10 ⁴	1,3 x 10 ³	1,6 x 10 ⁶	>1,6 x 10 ⁵	4,5 x 10 ²
<i>Escherichia Coli</i> (100 ml)	2 x 10 ²	3,3 x 10 ³	2 x 10 ²	5,5 x 10 ³	2,4 x 10 ³	<1,8
Cromo (Cr)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chumbo (Pb)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cádmio (Cd)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Níquel (Ni)	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Fonte: SENAI, 2014. Tabela elaborada a partir dos resultados fornecidos pelo SENAI em 15/09/2014.

Os comentários abaixo relacionados referentes aos ensaios das amostras estão fundamentados nas resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 274/2000 que define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras, a resolução nº 430/2011 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes em corpos de água receptores, e a resolução nº 357/2005, que orientou os ensaios no laboratório do SENAI, e classifica a água doce em questão em classe 1: destinadas ao abastecimento humano após tratamento; à proteção as comunidades aquáticas; à recreação; à irrigação de hortaliças e frutas consumidas cruas; e à proteção de comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

8.1.1. Nitrogênio Total

Segundo o § 3º do Art. 10 da resolução nº 357/2005 do CONAMA para águas doces de classes 1 e 2, quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização o valor de Nitrogênio Total não deve ser superior a 2,18 mg/L. O SENAI com base nesta resolução do CONAMA orientou as análises laboratoriais das amostras coletadas classificando-as como água doce classe 1, ou seja, destinadas ao abastecimento humano após tratamento; à proteção as comunidades aquáticas; à recreação; à irrigação de hortaliças e frutas consumidas cruas; e à proteção de comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

De acordo com a análise realizada, apenas um terço das amostras apresentaram resultados em conformidade com o valor estabelecido. Os demais valores, coletados no riacho das Porteiras fora da área de estudo e na foz, situaram-se acima do valor de referência instituído por conta do esgoto derramado *in natura* proveniente dos bairros situados nos setores norte e oeste. O aproveitamento da declividade do riacho das Porteiras que converge para o São Francisco favorece a sua utilização como receptor dos efluentes domésticos e industriais ao longo de seu percurso na zona urbana. As condições de qualidade da água na área dos bares e restaurantes resulta dos efluentes lançados no riacho das Porteiras. A área de coleta contígua ao clube recreativo é bastante influenciada pelo despejo de esgoto do canal do “Alto Cheiroso” e dos bares e restaurantes. O ponto no São Francisco a montante da foz do Porteiras apresenta valor inferior ao estabelecido pelo órgão ambiental competente por estar afastado dos locais de contaminação. O local nas imediações do curtume apresenta valor baixo dado a capacidade de diluição e autodepuração do corpo receptor.

8.1.2. Fósforo Total

Em todas as amostras os resultados para Fósforo Total excederam os 0,030 mg/L limite aceitável recomendado pelo CONAMA nº 357/2005 em sua resolução no Art. 15.

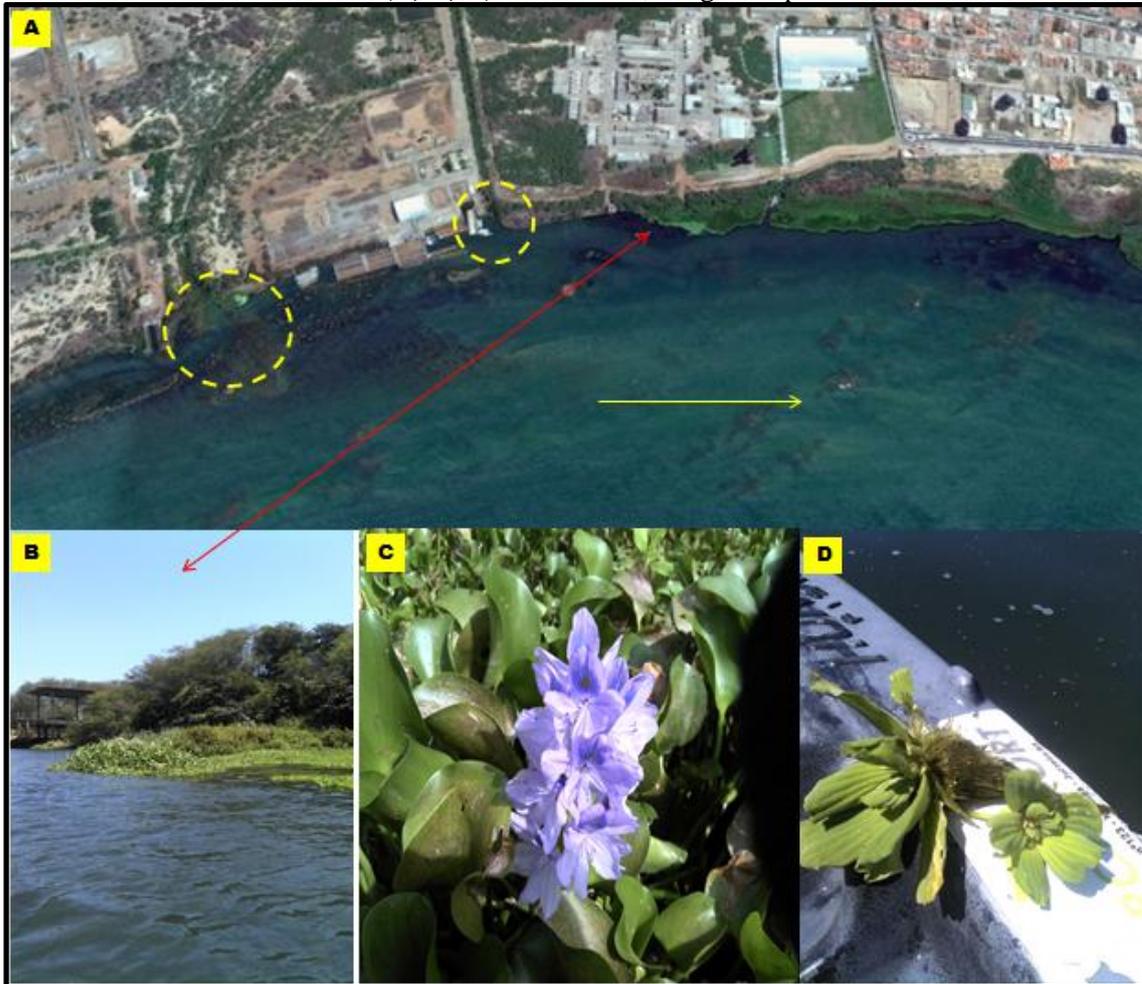
O aumento do teor de material orgânico, devido o lançamento de efluentes, no corpo d'água tende a acarretar uma adição de nitrogênio e fósforo propiciando uma elevação nas populações de algas e outras plantas beneficiando o surgimento de seres procarióticos pertencentes ao grupo das Eubactérias. Alguns são autotróficos, já que têm capacidade de produzir seu próprio alimento por meio da fotossíntese como as Cianobactérias. Para tal,

possuem como pigmentos a clorofila, e produz matéria tóxica com efeitos adversos a saúde (VON SPERLING, 1996).

Paulino & Teixeira (2012) afirma que os níveis elevados de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, provocam a eutrofização de ambientes aquáticos, e possibilita a proliferação de fitoplâncton e de plantas aquáticas superiores. A eutrofização pode acontecer de forma gradual e lenta, como processo de sucessão ecológica, na evolução dos ecossistemas, chamada de eutrofização natural; ou, acontecer de forma acelerada decorrente de ações humanas, causado por despejos de esgotos domésticos, efluentes de atividades agrícolas, etc.

A partir de imagem obtida do Google Earth de parte da zona urbana pode-se localizar o ponto inicial da proliferação de plantas aquáticas. Com imagens obtidas *in locogeoreferenciadas* tais informações foram confrontadas. As coordenadas 9°24'08" S e 40°30'55" W (Figura 39 A e B) está à jusante de dois pontos de lançamento de efluentes. No local (Figura 39 C e D) pôde-se constatar a presença da Baronesa (*Eichhornia crassipes*) e da Alface-D'água (*Pistia stratiotes*). O despejo de esgotos a montante, a partir deste ponto gerou um ambiente favorável para o desenvolvimento de tais plantas que se desenvolvem bem em ambientes poluídos, com predomínio da primeira em toda a extensão da área de estudo correspondente à zona urbana. A partir desta coordenada geográfica à montante, dentro da área de estudo em parte da zona urbana e toda a parte correspondente à zona rural não foram detectados a proliferação das espécies citadas.

Figura39: (A) A seta amarela o sentido da correnteza, os círculos pontilhados os locais de despejo de esgoto, o maior riacho das Porteiras, o menor canal de esgoto no interior do DIPC, entre eles círculos a Zona Portuária atual. (B, C, D) Ponto inicial, e algumas plantas bioindicadora.



Fonte: (A) Imagem de satélite obtida a partir do Google Earth de janeiro de 2014.

Fotos: BARRETO, 2014. Pesquisa de campo (B, C, D) 31/08/2014.

8.1.3. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Apenas um terço das amostras analisadas apresentaram resultados satisfatórios para Demanda Bioquímica de Oxigênio. O local da amostragem no São Francisco, situado a montante da foz do Porteiras, apresentou valor inferior ao limite estabelecido por estar distante do local de contaminação, o mesmo ocorrendo nas imediações do curtiume por conta da capacidade de diluição dos resíduos pelo São Francisco. O CONAMA classifica o rio São Francisco como corpo lótico, isto é, em ambiente relativo a águas continentais moventes. A recomendação do CONAMA nº 357/2005 no Art.14 para D.B.O 5 dias a 20°C é de até 3 mg/L

O2. Dois terços das amostras ultrapassaram 1 mg a mais do recomendado, os outros dois ultrapassaram 13 mg e 22 mg, estes últimos dentro do riacho das Porteiras.

8.1.4. Oxigênio Dissolvido (OD)

As concentrações de Oxigênio Dissolvido estão dentro das condições e padrões em um terço dos pontos analisados com valor acima de 6 mg/L O, conforme resolução do CONAMA nº 357/2005 em seu Art.14. Os dois terços restantes apresentaram resultados abaixo do recomendado, esses valores podem indicar atividade biológica intensa, possivelmente por carga orgânica elevada (lançamento de esgotos domésticos sem tratamento). O melhor valor para este parâmetro químico é do ponto no São Francisco localizado à montante da foz do Porteiras, e também por não receber influência dos demais efluentes por estarem à jusante. Paulino & Teixeira, (2012) diz que o lançamento de esgoto *in natura* em corpos hídricos em grande número de cidades nordestinas traz como uma das consequências a diminuição do OD devido à sua utilização por bactérias aeróbias na oxidação da matéria orgânica solúvel.

8.1.5. Condutividade elétrica

Condutividade elétrica é uma medida da habilidade de uma solução aquosa de conduzir uma corrente elétrica devido à presença de íons. Essa propriedade, na água, varia com o teor de sólidos iônicos diluídos, com a temperatura, com a mobilidade dos íons, com a valência dos íons e com as concentrações real e relativa de cada íon (CPRM, 2007).

O CONAMA não traz em suas resoluções os valores padrões para o parâmetro condutividade elétrica. Os limites aceitáveis para este parâmetro físico não foram citados para os resultados dos ensaios baseados na resolução nº 357/2005, que orientou os ensaios no laboratório do SENAI, que classifica a água doce em questão em classe 1.

Segundo Paulino & Teixeira (2012) a condutividade elétrica é um parâmetro de qualidade de água que mede a capacidade que a mesma tem de conduzir uma corrente elétrica, que indica a salinidade da água. Quanto maior a salinidade maior a condutividade e pior a qualidade da água. Oliveira (2014) relata que na Resolução 357/05 do CONAMA, a condutividade elétrica deve variar entre 70 a 100 mS/m.

Com isso, cinquenta por cento dos pontos analisados estão dentro desses limites, dentre eles um situado abaixo de 70 mS/m, que é a amostra coletada no São Francisco a montante da foz do Porteiras. Os outros cinquenta por cento que corresponde aos três pontos restantes apresentaram os maiores valores. Duas amostras não foram coletadas no rio São Francisco e sim nas águas residuárias dos esgotos lançados no riacho das Porteiras. O terceiro maior valor é do ponto próximo ao curtume nas águas do São Francisco.

8.1.6. Potencial Hidrogeniônico (pH)

Os ensaios relativos ao Potencial Hidrogeniônico apresentaram resultados que variam do neutro a ligeiramente ácidos, com opH mínimo de 6,44 e o máximo de 8,51, este último, apenas apresentando alcalinidade por não receber influência dos efluentes do riacho das Porteiras, (ponto no rio São Francisco - a montante da foz do Porteiras), nem dos demais por estarem à jusante. Portanto, para este parâmetro químico, as amostras analisadas estão dentro das condições e padrões aceitáveis conforme Resolução do CONAMA nº 357/2005 Art. 14. Conforme a Resolução nº 430/2011 Art. 16, para efluentes lançados diretamente no corpo receptor o pH deve estar entre 5 e 9. Portanto, os ensaios das amostras de água bruta dos dois pontos relativo ao riacho das Porteiras estão dentro dos limites estabelecidos.

8.1.7. Turbidez

As condições de qualidade da água para turbidez é de até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT) conforme resolução do CONAMA nº 357/2005 Art. 14, para águas doces classe 1. Os resultados apresentados pelas amostras analisadas indicam que os valores deste parâmetro físico são inferiores ao limite máximo estipulado.

8.1.8. Parâmetros biológicos

As condições de qualidade da água referentes aos resultados dos parâmetros biológicos para Coliformes Totais e Termotolerantes como também *Escherichia Coli*, ultrapassaram os limites máximos estipulados pelo CONAMA.

Para as condições e padrões para águas doces classe 1 o limite não deverá exceder duzentas unidades de coliformes termotolerantes por cem mililitros segundo a resolução 357/2005 Art. 14. Cem por cento das amostras dos seis pontos investigados apresentaram resultados superior ao recomendado. O menor valor de 450/100 mL foi para (ponto no rio São Francisco - a montante da foz do Porteiras), ficando acima do recomendado pelo órgão. Apesar de estar à montante dos demais pontos de intenso despejo de esgoto na zona urbana, não ficou livre de contaminação dos outros empreendimentos (condomínios horizontais, clubes recreativos, bares e restaurantes e chácaras com atividades econômicas diversas, além da foz do riacho Vitória) à montante deste, trecho na área de estudo que compreende a zona rural e o restante da zona urbana.

As condições de balneabilidade são consideradas impróprias, quando comparados os dados obtidos à resolução nº 274/2000 no Art. 2º § 4º, quando o valor obtido for superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou duas mil *Escherichia Coli* por cem mililitros. Para coliformes fecais (termotolerantes) apenas um dos pontos investigados apresentou bom resultado (ponto no rio São Francisco - a montante da foz do Porteiras) com 450/100 mL. O local de coleta nas imediações do curtume foi o segundo melhor resultado com 1300/100 mL. As demais áreas de coleta investigadas ultrapassaram a casa dos 2500/100 mL. Para *Escherichia Coli* melhor resultado continua sendo o ponto do rio São Francisco a acima da foz do Porteiras, menor que 1,8/100 mL. Nas áreas onde se situam os bares e restaurantes e o curtume o valor dos materiais coletados situou-se em 200/100 mL. Nos demais pontos investigados apresentaram resultados que ultrapassaram os 2000/100 mL.

8.1.9. Parâmetros inorgânicos

Nos ensaios realizados nas amostras coletadas não foram detectados os elementos Cromo (Cr), Chumbo (Pb), Cádmiio (Cd) e Níquel (Ni).

8.2. Relatórios de ensaios das amostras de solo

Como não foi detectada a presença de substâncias inorgânicas nas amostras de água, foi realizada coleta e análise de solo. O local escolhido foi nas imediações do curtume instalado dentro da zona urbana em área de várzea, fora do DIPC e dentro da ZPA. São 103 metros de distância entre os dois pontos de coleta do solo, que foram devidamente georeferenciados conforme mostra a tabela 3.

Tabela 3: Localização geográfica dos pontos de coleta de solo para análise.

Coordenadas Geográficas		Pontos de coleta
Latitude	Longitude	
9°24'18" S	40°28'01" W	Às margens do rio (fundos do curtume)
9°24'19" S	40°28'05" W	Às margens do rio (fora do curtume)

Elaboração: BARRETO, 2014.

Diante da presença de Neossolo Flúvico salinizado, às margens do rio, nas imediações do curtume, conjecturou-se que ali poderiam ser detectadas substâncias químicas contaminantes provenientes dos efluentes industriais do beneficiamento do couro. Um dos motivos deve-se a recente baixa do rio, em consequência da estiagem, deixou exposta uma tubulação de policloreto de vinila - PVC vindo do interior do empreendimento em direção à calha do rio e que, no entorno da tubulação, a superfície do solo encontrava-se bastante salinizada. Também fora dos limites do empreendimento industrial e próximo a cerca deste, uma área com as características idênticas foi detectada. O local é de livre circulação e bastante frequentado por proprietários de veículos do tipo caminhão pipa que se abastecem com a água do rio para atender os empreendimentos do setor imobiliário em construção próximos ao local (Figura 40).

Figura40: (A) Limites do curtume; seta azul a correnteza; setas amarelas os locais de coleta. (B) Às margens do rio fora do curtume. (C) Estado físico do solo: úmido e com camada superficial salinizada. (D) Às margens do rio nos fundos do curtume.



Fonte: (A) Imagem de satélite obtida a partir do Google Earth de março de 2014.

Fotos: BARRETO, 2014. Pesquisa de campo (B, C,D) 06/10/2014.

De acordo com (Tabela 4) pode-se observar que os elementos analisados apresentam resultados com valores mais altos para o ponto às margens do rio nos fundos do curtume, quando comparados com os resultados ao ponto fora deste. Isso se deve a amostra ter sido coletada com solo salinizado ao lado da tubulação, como mostra a (Figura 40D).

Tabela 4: Relatório dos parâmetros por mg/kg.

Pontos de coleta	Cádmio total	Chumbo total	Cobalto total	Cobre total	Cromo total	Ferro total	Zinco total
Fundos do curtume	0,76	9,08	5,63	8,47	13,61	11.911	30,21
Fora do curtume	0,56	7,24	<1,94	5,83	12,43	8.302	13,98

Fonte: ITEP, 2014. Tabela elaborada a partir dos resultados fornecidos pelo ITEP em 24/10/2014.

O que chama a atenção na Tabela 4 é a aproximação dos valores de Cromo total nos dois pontos, com diferença de 1,18 mg/kg entre as amostras analisadas. Outros parâmetros que também chamam a atenção é Ferro total e Zinco total. As análises referentes ao ponto de coleta nos fundos do curtume nas imediações da tubulação apresentam concentração maior do que o material coletado fora da área do curtume. Pressupõe-se que o tratamento dado as águas usadas pelo curtume com a concentração maior desses metais na tubulação, sejam por conta da decantação na parte baixa dos tanques. Os valores que se apresentam mais baixos no lugar distante do curtume deve-se a algum outro sistema de bombeamento com uso de caminhão pipa, que pode aspirar os efluentes próximos da superfície sem com isso captar a alta concentração desses metais depositadas nos fundos dos tanques.

Como não foi verificado a presença de tubulação fora da área do curtume, e todos os resultados estão abaixo e alguns próximos dos verificados no ponto próximo a tubulação, a origem dessa contaminação pode ser proveniente de despejo dos efluentes por veículos do tipo caminhão pipa. A hipótese dessa contaminação ser proveniente da tubulação não seria possível por estar a jusante, como mostra a Figura 40A, indicado pela seta azul do sentido da correnteza.

Segundo um técnico de curtimento, que prefere não ser identificado, a maioria dos insumos químicos empregados para o tratamento de peles e couros tem nome comercial onde existem vários elementos químicos, sejam eles em forma de cloretos, sulfatos, etc.; e outros sais do tipo carbonatos, bicarbonatos de sódio, amônio, etc.; como também pode haver presença de metais pesados, tais como: manganês, chumbo, cobalto, mercúrio, cromo, etc. Porém, isso faz com que haja a necessidade de se tratar os descartes das águas utilizadas em uma estação de tratamento de efluentes, obrigatória em toda e qualquer indústria, principalmente em curtume por conter muita matéria orgânica e alta carga de elementos químicos, de forma a amenizar e/ou prevenir o impacto ambiental. Contudo, para que seja feito esse tratamento, são utilizados alguns sais de sulfatos e cloretos de alumínio e ferro, onde esse último não é o mais indicado. Para isso, é necessário um determinado tempo para acontecer reações químicas a fim de se neutralizar e/ou eliminar todo e qualquer produto que

venha a contaminar mananciais. É importante também lembrar que existe a possibilidade de contaminação das águas através da oxidação de máquinas e equipamentos, bem como pela lavagem dos mesmos quando feitos reparos e retificações. Infelizmente vive-se em um mundo onde a questão ambiental ainda é uma barreira/tabu a ser quebrada quando se trata da conscientização das pessoas no sentido de se buscar a melhor utilização, prevenção e até mesmo descartes. Quando, no caso de um curtume, não há o devido tratamento em seus efluentes e/ou a mesma é deficiente, usa-se ainda uma velha prática de descarte dessas “águas sujas” utilizando carros pipas com o intuito de se “livrar” das mesmas.

Quando comparados os valores do relatório dos parâmetros da tabela 4 com os valores orientadores de substâncias inorgânicas para solos da resolução do CONAMA nº 420/2009, estes estão abaixo do recomendado.

O estudo preliminar de diagnóstico ambiental feito pela AMMA faz referência ao solo às margens do rio que apresenta excesso de sais, principalmente, nos setores centro urbano e ribeirinho, o que pode ser consequência da produção agrícola com uso de agroquímicos e da deposição de resíduos líquidos, provindos da atividade industrial. Como já citado anteriormente o conteúdo deste estudo preliminar não foi disponibilizado pelo órgão ambiental municipal.

O local em questão encontra-se altamente degradado com excesso de sais na superfície, com a proliferação de plantas invasoras como a algaroba (*Prosopis juliflora*) demonstrando sua resistência em suportar a salinização dos Neossolos e Cambissolos Flúvicos que margeiam todo o rio, ambiente semelhante ao encontrado por Ferreira Cunha, *et al.* (2009, 2011) quando avaliou e quantificou o uso atual das terras em áreas de influência urbana, em municípios inseridos no submédio do São Francisco nos estados da Bahia e Pernambuco.

8.3. Possíveis consequências dos impactos ambientais na área de estudo

Devido às condições e padrões de lançamento de efluentes o estudo, fundamentado nas resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e análise das amostras de água coletada, revelou que na faixa correspondente ao trecho urbano da área de estudo, às margens do rio, apresentou resultados que comprometem a qualidade da água nos locais próximos onde são praticadas recreação, abastecimento humano e irrigação. Segundo Paulino & Teixeira (2012,p.238, 239) a contaminação da água se dá pela introdução, no meio hídrico, de substâncias nocivas à saúde do homem, em concentrações acima dos limites estabelecidos; e que essa contaminação tanto pode ser química quanto biológica. Um dos exemplos de contaminação química é a resultante da introdução de metais pesados, enquanto que a contaminação biológica pode ser representada pela inserção de efluentes domésticos num determinado corpo hídrico. Eles alertam que a contaminação por metais pesados podem gerar tumores hepáticos e de tiroide, alterações neurológicas, dermatoses, rinites alérgicas, disfunções gastrointestinais, pulmonares e hepáticas, entre outras consequências. A contaminação por vetores de doenças de veiculação hídrica tem como principal causa a falta de saneamento básico, que dá origem às doenças de veiculação hídrica, que são aquelas em que a água atua como veículo de um agente infeccioso, caso dos microrganismos patogênicos (bactérias, vírus, fungos, helmintos, vermes e protozoários) que atingem as águas por meio de excretas (fezes e urinas) humanas ou animais, causando doenças tais como: febre tifoide, disenteria, cólera, diarreia, giardíase, hepatite tipo A, gastroenterite e paralisia infantil. Uma grande variedade de microrganismos patogênicos pode ser encontrada em excrementos de seres humanos e de outros animais de sangue quente. Por isso, a contaminação de águas por fezes é uma das formas mais importantes de introdução de microrganismos patogênicos nas águas.

Sobre a presença e constatação de solo salinizado na área de estudo Ferreira Cunha,*et al.* (2010) afirmam que o manejo inadequado da irrigação em solos de várzeas do São Francisco tem provocado a salinização de áreas importantes, e que a reduzida cobertura vegetal e o emprego de práticas inadequadas de manejo do solo, conduzem a região para uma situação bastante grave no que se refere à degradação ambiental, com perda dos recursos solo, água e biodiversidade.

No que se refere à constatação de metais às margens do rio São Francisco na área de estudo nos fundo do único curtume instalado fora do distrito industrial, caso semelhante foi pesquisado recentemente por Oliveira (2014) sobre resíduos industriais em área de curtume ao

longo do curso do rio Igarauçu em Parnaíba/Piauí, e revelou que os efluentes industriais provenientes do processamento produtivo do couro contribuíram para o aumento dos níveis de compostos genotóxicos em ecossistemas aquáticos gerando estresse ambiental, com destaque para a presença de Cromo. Oliveira (2014) afirma também que o rio daquela região também vem sofrendo alterações desencadeadas pela complexa e múltipla utilização da água acarretando significativa degradação ambiental com diminuição da disponibilidade de água de qualidade.

Quanto ao desmatamento constatado na área de estudo que favoreceram as diversas formas de uso e ocupação do solo tanto nas várzeas quanto nas margens do rio São Francisco, Paulino & Teixeira (2012) diz que a retirada das matas ciliares e demais coberturas vegetais expõem os solos à erosão, em decorrência das práticas agrícolas, da exploração agropecuária, da produção de lenha e de carvão vegetal, mineração ou para ocupações urbanas. Em geral essas intervenções antrópicas são acompanhadas de movimentação de terra e da impermeabilização da superfície. Estas práticas criam as condições para os processos erosivos e para o transporte de materiais orgânicos e inorgânicos, que são drenados até o depósito final nos leitos dos cursos d'água e dos reservatórios. Portanto esse assoreamento é a sedimentação acelerada por processos de ocupação do espaço geográfico pelo ser humano. Schiavetti, *et al.*, (2008) reforçam dizendo que o funcionamento do ciclo hidrológico pode ser alterado com a diminuição da taxa de infiltração/retenção da água e consequente liberação gradual para o sistema lótico que decresce devido a retirada da vegetação ribeirinha tornando o fluxo areal mais intenso e prejudicial ao funcionamento da bacia. Cenário parecido foi constatado por eles em estudos nas bacias hidrográficas no sul da Bahia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção do espaço geográfico seja nas zonas rural ou urbana é comum em áreas que margeiam os cursos de água, como processo resultante da expansão rural ou urbana e do planejamento inadequado. Essa relação de dependência, no entanto, torna difícil a reversão desse quadro, pois a ocupação do solo ocorre em virtude da opção de crescimento que acompanha o ritmo estabelecido pelos avanços tecnológicos e pelo processo de inclusão no mercado imobiliário.

As diversas atividades antrópicas desenvolvidas em bacias hidrográficas comprometem e diminui qualitativa e quantitativa a oferta hídrica. As práticas agrícolas, intensivas e extensivas, plantios em áreas inapropriadas, uso indiscriminado de produtos químicos, desmatamento descontrolado, obras estruturantes sem o devido cuidado, poluição dos corpos d'água em áreas urbanas com elevação dos níveis de eutrofização das águas, e o assoreamento, potencializados pelo processo de erosão das margens, dentre outras práticas afetam de forma decisiva o curso natural do rio principal (CHACON, *et al.*, 2012).

Coelho (2010) afirma que historicamente as cidades localizaram-se às margens de rios e que devido as constantes inundações motivou o deslocamento das classes médias e altas a se afastar das áreas urbanas delimitadas como de elevado risco de inundações, essas classes mais favorecidas buscam áreas de topografia elevada eventualmente sujeitas a desmoronamentos. Diferente do que pensa Coelho (2010), em Petrolina a classe média e alta buscou e busca se estabelecer às margens do São Francisco como mostramos nesse estudo. A disponibilidade de terras, a brisa e a bela paisagem do rio, a convivência dos gestores públicos, são alguns dos fatores que proporcionaram essa ocupação, como também a confiança no controle das vazões à montante na barragem de Sobradinho, que esporadicamente é atingida por eventos climáticos extremos que tragam chuvas em excesso tanto na região do submédio quanto no alto São Francisco. Com isso esses fatores citados contribuiram e contribuem para a constante transformação da paisagem e produção do espaço geográfico muito próximo às margens do rio.

A complexa realidade verificada em Petrolina-PE à margem esquerda do rio São Francisco com uma área de estudo delimitada com dimensões na faixa ribeirinha de 18,4 km de margem e em seu interior com 14,2 km² com ênfase para os impactos ambientais diretos e indiretos mostraram a deficiência e/ou negligência dos investimentos públicos e privados voltados para a infraestrutura de saneamento básico e tratamento de resíduos sólidos.

Portanto a ocupação e uso indevido do solo na área de estudo pelas diversas atividades desenvolvidas afetaram decisivamente de forma qualitativa a oferta hídrica tanto para a sociedade petrolinense quanto para as comunidades ribeirinhas próximas e possivelmente à jusante conforme mostraram as análises dos parâmetros físicos, químicos e biológicos tanto da água quanto do solo. Como outras atividades degradadoras mostradas nesse estudo de caso estão os pontos de desmatamentos sem o devido controle e fiscalização, negligenciados pelas autoridades públicas fiscalizadoras. É como confirma Almeida & Guerra (2010, p.258) onde eles dizem que “as instituições públicas são responsáveis, em vários casos, por processos de degradação ambiental”.

Foi constatado também como prática que contribui para os processos de erosão das margens e consequente assoreamento do leito do rio, bem como as obras públicas e privadas na faixa lindeira do rio executadas sem o devido respeito às leis ambientais, o despejo irregular de lixo, a poluição por esgotos nas áreas urbana e rural, e efluentes industriais, tendo como destino final a calha do rio, contribuindo para elevar os níveis de eutrofização das águas na faixa correspondente a área de estudo. Na tentativa de amenizar e/ou reverter esse atual cenário dialético, Chacon, *et al.*, (2012) recomendam como ferramentas a educação ambiental e a ampliação das discussões em torno de quem deve assumir a responsabilidade sobre as externalidades negativas causadas pelas atividades produtivas, tanto privadas quanto públicas, individuais ou coletivas. Uma dessas responsabilidades pode ser atribuída a Prefeitura Municipal de Petrolina-PE que dá respaldo e aprova alguns dos empreendimentos, fato constatado por Cruz (2013) no caso dos condomínios horizontais às margens do rio, que sequer possui referência em lei tanto federal quanto municipal. A mesma afirma que essa tendência de implantação dos loteamentos ao longo das margens do rio no perímetro urbano tende a continuar, fato constatado também na zona rural. Contrariando a Lei 1.875/2006 do Plano Diretor Municipal em seu Art. 85 que reconhece algumas atividades inadequadas de uso público, com disponibilidade de terrenos para expansão urbana compatíveis com a “sustentabilidade ambiental” na Zona de Preservação e Proteção Ambiental (ZPA) localizada na faixa lindeira do rio, Almeida & Guerra (2010) reforça dizendo que o desenvolvimento sustentável é mais que um compromisso entre o ambiente físico e o crescimento econômico. É a definição e reconhecimento das origens naturais e estruturais. Assim, na relação homem-natureza onde o ambiente é transformado, a sustentabilidade será decorrente da conexão entre movimentos sociais, mudança social e consequente possibilidade de políticas efetivas.

Deste modo o estudo trará como contribuição aos órgãos competentes o auxílio no planejamento e gestão voltados para manutenção de um equilíbrio dinâmico ao ambiente

natural, evitando vários problemas e prejuízos de ordem ambiental, presentes na área ribeirinha do São Francisco tais como:

- a) Despejo irregular do sistema de esgotamento sanitário doméstico e industrial na calha fluvial;
- b) Ocupação irregular por mansões em condomínios horizontais fechados e outros empreendimentos à margem do rio São Francisco em desacordo com as Leis Federais e Municipais, que promovem a supressão e erradicação da vegetação ripária e, posteriormente, fazem do rio o destino final dos efluentes residenciais, prejudicando a qualidade ambiental da área ribeirinha.

O diagnóstico socioambiental a partir da coleta de dados que serviram para gerar os mapas da área de estudo, as análises dos parâmetros da água e do solo, o levantamento cartográfico e os trabalhos de campo foram importantes na observação e identificação dos impactos ambientais na calha do São Francisco.

Tais atividades que resultaram na confecção de produtos cartográficos permitiu em detalhes contribuir para um melhor conhecimento dos impactos que comprometem a dinâmica fluvial.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.G. de; GUERRA, A.J.T. Erosão dos solos e impactos ambientais na cidade de Sorriso (Mato Grosso). In: **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. CUNHA, S.B. da; GUERRA, A.J.T.; (Orgs.) 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

ARAÚJO FILHO, J.C. de. *et al.* **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Pernambuco**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000.

BERNARDES, J.A.; FERREIRA, F.P. de M. Sociedade e Natureza. In: **A Questão Ambiental: diferentes abordagens**. CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. (Orgs.). 4 ed. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resoluções do Conama: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/LivroConama.pdf>>

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade e Legislação Correlata**. 2ª. ed., atual. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2002. 80 p.

BRITTO, M.C. de S. Y. **Petrolina origem, fatos, vida, uma história: (do desbravamento do município a 1992)**. Petrolina: Tribuna do Sertão, 1995.

CASTRO, I. E. de; GOMES, P. C. da C.; CORRÊA, R. L. (Orgs.) **Geografia: conceitos e temas**. 14ª ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2011.

CHACON, S.S. *et al.* Recuperação ambiental e revitalização de bacias. In: **A Questão da Água no Nordeste**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Agência Nacional de Águas. – Brasília, DF: CGEE, 2012. p.; il, 24 cm. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/aQuestaoDaAguaNoNordeste.pdf>>

CAMPOS, R.R. **A Natureza do Espaço para Milton Santos**. In: *Geografares*, nº 6, 2008. p. 155 – 165.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgar Blucher Ltda, 1981.

CHIN, A. Urban transformation of river landscapes in a global context. In: **Geomorphology**, 79, 2006. 460–487.

COELHO, M.C.N. Impactos ambientais em áreas urbanas – Teorias, Conceitos e Métodos de Pesquisa. In: **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. CUNHA, S.B. da; GUERRA, A.J.T.; (Orgs.) 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

CORRÊA, R.L. **O espaço urbano**. São Paulo, Editora Ática, 1989.

CPRM. Manual Medição *in loco*: Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e Oxigênio Dissolvido. DHT/GEHITE LSQA /. Versão 2007, 51 p. Organizado por Magda Cristina Ferreira Pinto.

CRUZ, P.F. de S. **Reestruturação urbana em Petrolina-PE: um olhar a partir da implantação dos novos produtos imobiliários.** (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Arquitetura, Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Porto Alegre-RS, 2013. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/propur/teses_dissertacoes/Patricia_fernanda_de_Souza_Cruz_2013.pdf>

CUNHA, S.B. da. Geomorfologia Fluvial. In: CUNHA, S.B. da; GUERRA, A.J.T.; (Orgs.) **Geomorfologia uma Base de Atualização e Conceitos.** 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 211-252. 2001a.

_____. Bacias Hidrográficas. In: CUNHA, S.B. da; GUERRA, A.J.T. (Orgs.). **Geomorfologia do Brasil.** 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 229-271. 2001b.

_____. Canais Fluviais e a Questão Ambiental. In: **A Questão Ambiental: diferentes abordagens.** In: CUNHA, S.B. da; GUERRA, A.J.T. (Orgs.). 7ª ed. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. p. 219-237.

EMBRAPA. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco – ZAPE.** Recife: EMBRAPA Solos/Governo do estado de Pernambuco – Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária, 2001. CD-ROM.

FERREIRA CUNHA, T.J. et al. **Uso atual e quantificação de áreas com vegetação degradada na margem do Rio São Francisco em municípios do Estado de Pernambuco.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. 39 p.il. color. (Embrapa Semiárido. Documentos, 225). Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/public_eletronica/downloads/SDC225.pdf> Acesso em: 11/07/2013.

_____. **Uso atual e ocupação dos solos na margem direita do Rio São Francisco em municípios do Estado da Bahia.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. 29 p. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 91). Disponível em: <www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/920482/1/BPD91.pdf> Acesso em: 11/07/2013.

_____. **Estado Atual de Degradação das Terras nas Margens do Rio São Francisco nos Municípios de Petrolina, Lagoa Grande e Santa Maria da Boa Vista.** In: Anais do I Workshop sobre recuperação de áreas degradadas de mata ciliar no Semiárido / editores técnicos, Ivan André Alvarez, Anderson Ramos de Oliveira. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/public_eletronica/downloads/SDC234.pdf>

G1 PERNAMBUCO. **Obra de ampliação da orla fluvial de Petrolina, PE, é embargada.** Disponível em: <<http://g1.globo.com/pernambuco/noticia/2012/08/obra-de-ampliacao-da-orla-fluvial-de-petrolina-pe-e-embargada.html>> Acesso em: 02/11/2014.

GOMES, E.T.A. Petrolina: emergências de uma cidade média, a tecnologia auxiliando na (re)produção do espaço urbano. In: **Cidades médias: espaços em transição**. SPOSITO, M.E.B. (Org.). São Paulo: Expressão Popular, 2007.

GONDIM FILHO, J.G.C. *et al.* A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco: usos, balanço hídrico, gestão e desafios. In: **A Questão da Água no Nordeste**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Agência Nacional de Águas. – Brasília, DF: CGEE, 2012. p.; il, 24 cm. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/aQuestaoDaAguaNoNordeste.pdf>>

GREGORY, K.J. The human role in changing river channels. In: **Geomorphology**, 79, 2006. 172–191.

GUERRA, A.T.; GUERRA, A.J.T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 9ª ed., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Diretoria de Pesquisa e Informática. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 02/nov/2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa Municipal Estatístico 2007**. Escala: 1:125.000. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/mapas_estatisticos/censo_2007/mapa_municipal_estatistico/pe/petrolina.pdf>

_____. **Mapa Municipal Estatístico 2010**. Escala: 1:150.000. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/mapas_estatisticos/censo_2010/mapa_municipal_estatistico/pe/petrolina_v2.pdf>

LERNER, G.L.S. **Estudo de impactos na geração hidroelétrica ao longo do rio São Francisco devido à transposição de suas águas utilizando modelo matemático de fluxos em rede AcquaNet**. Rio de Janeiro, 2006 IX, 108 p. 29.7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc., Planejamento Energético, 2006) Dissertação – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/gslerner.pdf>>

LUZ, M. **Cronologia Histórico-Cultural: Petrolina – “A terra dos impossíveis”**. Petrolina: Prefeitura Municipal de Petrolina, 1995.

MELO, F.P.L. de. *et al.* Restuturação ecológica da caatinga: desafios e oportunidades. In: **A flora das caatingas do Rio São Francisco: história natural e conservação**. SIQUEIRA FILHO, J.A. de. (Org.) I. ed. – Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson, 2012. 552p.: il.

MENDONÇA, F. de A. **Geografia Física: Ciência Humana?** 8ª ed. São Paulo: Editora Contexto, 2011.

_____. **Geografia e meio ambiente**. 9ª ed. São Paulo: Editora Contexto, 2012.

MINISTÉRIO DO EXÉRCITO – DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO. Região Nordeste do Brasil – Escala: 1: 100.000. Folha SC.24-V-C-III, Petrolina, Pernambuco-Bahia. Brasília, 1977.

MINISTÉRIO DO EXÉRCITO – DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO. Região Nordeste do Brasil – Escala: 1: 100.000. Folha SC.24-V-D-I, Itamotinga, Bahia-Pernambuco. Brasília, 1977.

NASCIMENTO, F.R. **Degradação Ambiental e Desertificação no Nordeste Brasileiro: o contexto da bacia hidrográfica do rio Acaraú - Ceará.** (Tese), UFF: Niterói, 2006. 325 p. Disponível em: <http://www.bdtd.ndc.uff.br/tde_arquivos/26/TDE-2009-04-28T121823Z-1919/Publico/2003%20D%20Flavio%20Rodrigues%20do%20Nascimento.pdf>

NUNES, C.M. Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional – PISF. In: **A Questão da Água no Nordeste.** Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Agência Nacional de Águas. – Brasília, DF: CGEE, 2012. p.; il, 24 cm Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/aQuestaoDaAguaNoNordeste.pdf>>

OLIVEIRA, M.L. **Tradescantiapallida como bioindicador da contaminação por cromo em área de curtume no Piauí.** Recife, 2014. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Pernambuco.

PALMIERI, F.; LARACH, J.O.U. Pedologia e Geomorfologia. In: **Geomorfologia e meio ambiente.** GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. da. 6 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 59-122.

PAULINO, W.D.; TEIXEIRA, F.J.C. A questão ambiental e a qualidade da água nas bacias hidrográficas do Nordeste. In: **A Questão da Água no Nordeste.** Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Agência Nacional de Águas. – Brasília, DF: CGEE, 2012. p.; il, 24 cm. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/aQuestaoDaAguaNoNordeste.pdf>>

PETROLINA. **Lei Municipal 1.875/2006.** Dispõe sobre o Plano Diretor Participativo de Petrolina. 2006.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PETROLINA. **AMMA conclui estudo preliminar de diagnóstico ambiental da Orla de Petrolina.** Assessoria de Comunicação Social, 2011. Disponível em: <<http://www.petrolina.pe.gov.br/2010/notas.php?id=832>> Acesso em: 10/11/2014.

REIS, N.G. **Notas sobre urbanização dispersa e novas formas de tecido urbano.** São Paulo: Via das Artes, 2006.

SAMPAIO, T. **O Rio de São Francisco: trechos de um diário de viagem e a Chapada Diamantina.** Escolas Profissionais Salesianas, 1905. Salvador: Instituto Geográfico e Histórico da Bahia, 1998 (fac-símile da primeira edição).

SANTOS, M. **Espaço e Método**. São Paulo: Edusp. 5ª ed. 2008.

_____. **A natureza do espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção**. São Paulo: Edusp. 4ª ed., 4ª reimpr. 2008.

SCHIAVETTI, A. *et al.* Caracterização Sócio-ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, Sul da Bahia, Brasil. In: **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. SCHIAVETTI, A. & CAMARGO, A.F.M. Ilhéus, BA: Editus, 2008. 293p. : il.

SEBEM, E.; MONGUILHOT, M. **Curso de cartografia básica, GPS e ArcGIS**. Santa Maria: Colégio Politécnico da UFSM, 2010. 228 p.: il.

SILVA, V.C.B.; MACHADO, P. de S. **Iniciando no ArcGIS**. Belo Horizonte: Uni-BH, 2010. 62 p.: il.

SIQUEIRA FILHO, J.A. de. (Org.). **A flora das caatingas do Rio São Francisco: história natural e conservação**. I. ed. – Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson, 2012. 552p.: il.

SOUZA, R.C. de A.; CALDAS, A. dos S. **Viagem ao São Francisco**. Salvador: Unifacs, 2009. Disponível em: <http://www.ppdr.unifacs.br/livros/livro_viagem_ao_saofrancisco.pdf> Acesso em: 08/out/2012.

SPOSITO, M.E.B. **Capitalismo e Urbanização**. 15ª ed. São Paulo: Contexto, 2008.

_____. Loteamentos fechados em cidades médias paulistas – Brasil. In: SPOSITO, E.S.; SPOSITO, M.E.B.; SOBARZO, O. (Org.). **Cidades médias: produção do espaço**. São Paulo: Expressão Popular, 2006.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. DESA-UFMG, 1996.