

CAPÍTULO 5

Caracterização Geoambiental da área do Projeto Pontal, Petrolina-PE

Alineaura Florentino Silva
Lucivânio Jatobá



Introdução

Apresenta-se a seguir um exemplo de descrição e análise de paisagem realizadas pelos autores relativo a um trecho de uma importante unidade de paisagem de Pernambuco que é a Depressão Sertaneja, representado pelo Projeto Pontal, situado no município de Petrolina (PE).

A caracterização ambiental da área investigada enfatizou as condições geológicas, geomorfológicas, climatológicas, hidrográficas, pedológicas, fitogeográficas e socioeconômicas.

Os fatores contidos na análise geoambiental resultam em nuances passíveis de observação e entendimento da natureza, onde ocorreu a produção do espaço geográfico³ em pauta. Por conseguinte, pode-se ter claro que as condições geoambientais da região de Petrolina (PE), na qual se insere o Projeto Pontal Sequeiro, exercem papel destacado sobre a variedade de atividades econômicas desenvolvidas na área.

A caracterização geral da área, abordando os diversos aspectos do solo, da hidrologia, do relevo e mesmo da geologia, teve como intuito apresentar o contexto ambiental do espaço pesquisado, trazendo detalhes importantes, posteriormente abordados na discussão e ainda esclarecer diversos aspectos singulares postos nos resultados que têm explicação baseada nas condições climáticas do local. Assim, o presentetexto teve como objetivo principal caracterizar a região de Petrolina-PE, apresentando uma análise geoambiental com ênfase nas condições geomorfológicas, geológicas, climáticas, pedológicas, e hidrológicas. Para tanto foram usados diversos recursos cartográficos e informações coletadas em diversos locais e descritas na metodologia, detalhada a seguir.

5.1. Metodologia do trabalho

As informações apresentadas na caracterização da área onde foi locado o trabalho (Petrolina-PE, Semiárido brasileiro), foram baseadas numa pesquisa aplicada com intuito de ser exploratória, descritiva e explicativa, com procedimentos que tinham caráter bibliográfico e documental (GIL, 2008), de abrangência nacional e internacional, obtendo-se informações, dados e mapas de fontes e Instituições as mais diversas nos meios físico e digital. A caracterização geoambiental da área contou com a colaboração valiosa de investigadores que contribuíram com explicações relevantes sobre o fenômeno da seca. Esse fenômeno atinge fortemente a área escolhida e, dada a importância social, exigiu uma abordagem mais aprofundada no que tange às verdadeiras causas e sua periodicidade.

Para a análise geomorfológica ambiental adotou-se o modelo evolutivo do relevo para áreas tropicais, elaborado por Bigarella e Andrade (1964), que considera a existência de relevos policíclicos e poligênicos no Nordeste brasileiro, especialmente no espaço sertanejo. Esse modelo estabelece que a compartimentação do relevo regional deu-se a partir de mudanças climáticas e interferências tectônicas de soerguimento da topografia. Defenderam que o Nordeste possui três superfícies de erosão, designadas, da mais antiga para a mais recente, de Pediplano3 (Pd3), Pediplano 2 (Pd2), Pediplano 1 (Pd1) e embutidos nesta última estão os níveis de pedimentos P2 e P1. A aplicação do modelo de Bigarella e Andrade (1964), apoiado na Morfoclimatologia e nos depósitos correlativos, permitiu a identificação, na área investigada, do Pd1, predominantemente, e de um terraço de várzea, bem mais recente. O Pd1 é de idade plio-pleistocênica.

A identificação dos compartimentos e feições de relevo foi possível a partir de trabalhos de campo, com controle altimétrico, e análise de material cartográfico, especialmente imagens SRTM, na escala de 1:100.000, disponibilizadas pela EMBRAPA, cartas topográficas da

³ O espaço geográfico é produzido a partir de uma relação dialética entre sociedade e natureza. Talvez seja interessante inserir algumas considerações de Manuel Correia de Andrade, extraídas do livro Geografia Econômica, sobre espaço geográfico, que é uma categoria de análise muito importante. Quando foi instalado o Projeto Pontal, começo-se ali a produção do espaço geográfico. Na produção do espaço geográfico, o homem modifica a natureza e começa a alterar o Capital Natural (solo, relevo, hidrografia etc.)

SUDENE, na escala de 1:100.000. Foram empregadas também imagens fornecidas pelo Google Earth, que permitem uma visão tridimensional do relevo da área.

As correlações com a estrutura geológica foram realizadas a partir da análise do Mapa Geológico de Pernambuco, na escala de 1:600.000, elaborado pelo DNPM, além de cartas geológicas na escala de 1:100.000 confeccionadas pela CPRM.

Os estudos climatológicos, que são indispensáveis à análise geoambiental de qualquer espaço geográfico, foram levados a efeito a partir de um amplo levantamento bibliográfico sobre a climatologia regional, sobretudo a partir da ótica da Climatologia Geográfica, que se diferencia da Meteorologia, ciência geofísica. A Climatologia Geográfica usa como método de estudo a dinâmica dos sistemas atmosféricos, ou seja, massas de ar, frentes, linhas de instabilidade, etc. Assim, foram examinadas imagens de satélite (GOES) fornecidas pelo INMET e pelo INPE, disponíveis na internet (<http://www.cptec.inpe.br>), dos períodos correspondentes às quatro estações de ano, para observar avanços e recuos de sistemas atmosféricos.

Foi feita, na interpretação do andamento habitual do tempo da área de Petrolina e regiões vizinhas, um exame da camada de inversão dos alísios, cuja baixa atitude sobre a Depressão Sertaneja é responsável pelo impedimento do crescimento vertical das nuvens que provocam aguaceiros locais. Para tal exame fez-se comparação entre o que ocorre no sudoeste do continente africano, particularmente na Namíbia, de onde parte uma massa de ar seco e estável e que avança sobre o saliente nordestino, provocando a semiaridez regional. Os dados empregados para a comparação da posição altimétrica da camada de inversão dos alísios na África e no Nordeste semiárido, pluviosidade e temperatura mínima e máxima da região de Petrolina foram obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e os referentes a Floriano-PI e Namíbia em <http://weather.uwyo.edu>. Para a elaboração das curvas de regressão e tendências os dados foram vinculados a dois programas, sendo usados os Programas CLIMAP e Excel.

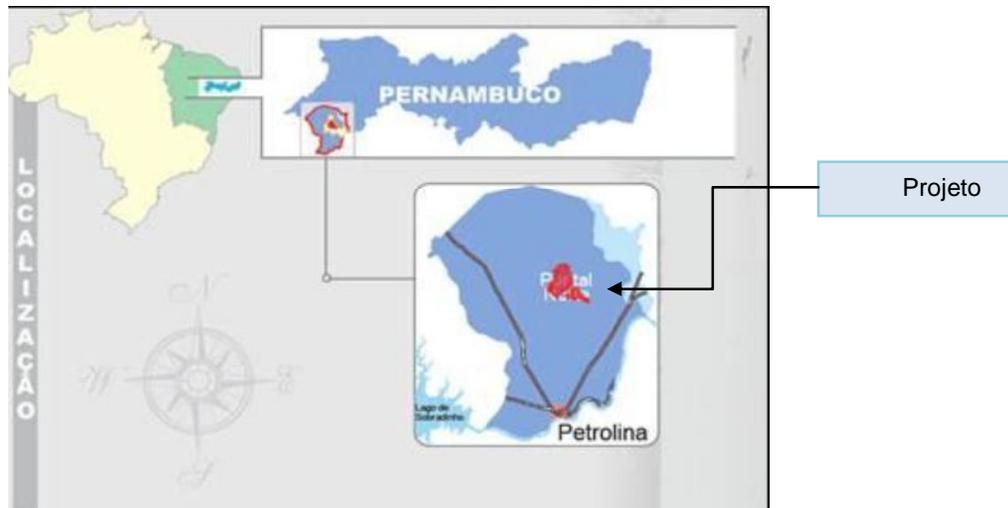
Na análise climática foram enfatizadas duas variáveis climáticas, a temperatura e a precipitação pluvial, pela importância que exercem sobre os cultivos locais. A tipologia climática empregada foi a sugerida por Andrade e Lins (1965).

5.1. O PROJETO PONTAL

As áreas onde foram instalados os ensaios experimentais da tese possuem características geoambientais distintas, no que concerne aos aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos. A área total desapropriada do Projeto em pauta perfaz um espaço de 28.955,23 ha e foi exaustivamente estudada e analisada para identificação de possibilidade de uso do solo e desenvolvimento de atividades econômicas como a agricultura ou pecuária. A partir dos estudos da área, capitaneados principalmente pela CODEVASF, por intermédio de diversos projetos e ações, foram elaborados documentos como o AIA (Avaliação do Impacto Ambiental) e o RIMA (Relatório de Impacto Ambiental), elaborados previamente ao início dos trabalhos de implantação do Projeto, por volta de 1992 (RIMA, 2013). Da área total desapropriada, foi previsto um espaço destinado à Reserva Legal de 5.844,86 ha e o restante foi distribuído em 8 glebas irrigadas (14.046,81 ha) e 147 lotes de sequeiro, que agrupam 7.273,09 ha.

O Projeto Pontal localiza-se em Petrolina-PE e foi idealizado com o objetivo principal de viabilizar a atividade agrícola nesse espaço geográfico, permitindo a geração de empregos diretos e indiretos, contribuindo, assim, com o desenvolvimento local (Figura 43). Os perímetros irrigados são considerados grandes aliados do crescimento e desenvolvimento econômico regional, que podem justificar os altos investimentos neles realizados. A definição mais sucinta encontrada no site da Codevasf (<http://www.codevasf.gov.br>) indica que perímetros de irrigação são áreas extensas que permitem o desenvolvimento e o plantio de várias culturas, como uva, manga, acerola e outras.

Figura 43. Localização esquemática do Projeto Pontal.



Fonte: Adaptado de: <http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/Rima-Pontal-Norte.pdf>.

Para a implantação do Projeto Pontal Norte foram elaborados: o Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental. Esses dois documentos tiveram como objetivo principal dar seguimento ao processo de licenciamento ambiental iniciado na Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH). Na elaboração desses documentos detalhados foi envolvida uma equipe multidisciplinar, em 2007, entre os meses de julho e outubro, seguindo o Termo de Referência emitido pela própria CPRH e nos termos e condições previstas na Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) N° 237, de 19 de dezembro de 1997. No final de 2012 a CPRH solicitou a atualização do EIA, sendo realizado entre os meses de janeiro a março de 2013.

Esse histórico de tramitação reforça ainda mais a informação da morosidade de um processo como a implantação de um perímetro irrigado. São ouvidas críticas diversas em torno do tempo que ocorre entre a concepção de um projeto como esse e a instalação dos produtores definitivamente. São muitas as exigências a serem atendidas para que se tenha o máximo de proteção à natureza que ocorre neste espaço, recurso ambiental e natural pertencente a todos (RIMA, 2013). No final dos documentos, tanto no EIA quanto no RIMA, foram detalhados diversas práticas sustentáveis a serem sugeridas a fim de tornar a agricultura nesse local menos impactante ao ambiente, contudo, para que essas indicações saiam do papel e rompam com o sistema tradicionalista de produção são necessários incentivos das instituições presentes, desde a conscientização da importância da prática até o acompanhamento e incentivos fiscais para que os agricultores possam aderir a essa rotina, promovendo menor impacto ambiental na atividade agrícola da região.

5.3. Características geomorfológicas

A descrição geomorfológica de qualquer paisagem continental reveste-se de uma particular importância, pois, entre outros aspectos, o relevo terrestre desempenha um papel fundamental nas paisagens, sobretudo para a definição das atividades agrícolas. O relevo colabora bastante para a formação dos solos, bem como para a realização do escoamento superficial e a infiltração das águas nas formações detríticas. As condições climáticas ambientais, por outro lado, representadas pelo absoluto predomínio do clima semiárido, do tipo BShw (Andrade, 1980), aliadas a uma multiplicidade de tipos de solos, alguns dos quais reconhecidamente adversos às atividades agrícolas e uma drenagem sazonal intermitente, representam um condicionamento, às vezes preocupante, para que sejam desenvolvidas mais amplamente as atividades econômicas no espaço citado.

O Semiárido do Nordeste brasileiro foi subdividido em diversas unidades de paisagem em classificação proposta por Souza et al. (1992), Embrapa (1991), Embrapa (2000) e Embrapa (2006). Uma dessas macrounidades de paisagem corresponde à Depressão Sertaneja, um dos compartimentos regionais de relevo (Ab Saber (2003); Ross (2008), Souza et al. (1996), Embrapa (1991)), na qual se situa a área do Projeto Pontal Sequeiro. Trata-se de uma ampla superfície de erosão, originada ao longo do Plioceno Superior e Pleistoceno Inferior, sob condições paleoclimáticas semiáridas severas. Geneticamente, essa superfície de erosão pode ser considerada como um pediplano que, na área específica estudada, mergulha suavemente em direção à calha do Rio São Francisco.

Essa unidade de paisagem é uma depressão interplanáltica semiárida que se desenvolveu em rochas cristalinas (ígneas) e cristalofílicas (metamórficas) com vastos pedimentos e topografias rampadas em direção aos fundos de vales abertos (SOUZA, 1996). Essas litologias, que colaboraram sensivelmente para a definição de unidades pedológicas, fazem parte de duas unidades litoestratigráficas do Pré-Cambriano, designadas como Complexo Migmatítico-Granitóide e Grupo Salgueiro (DANTAS, 1980). Essas unidades foram posteriormente detalhadas e subdivididas. As unidades geológicas referidas foram, no passado remoto, submetidas a fases de falhamento e dobramento (Pré-Cambriano), posteriormente modificados por prolongados períodos de erosão, particularmente ao longo do Cenozóico (Plioceno e Pleistoceno). No Grupo Salgueiro são encontradas rochas xistosas do tipo Biotita-Xisto e Xisto além de calcários e quartzitos (DANTAS, 1980). A presença desses calcários metamórficos, inclusive, colabora com a ocorrência de lagoas encontradas próximas ao PV1.

A geógrafa Rachel Caldas Lins (1972), ao realizar o levantamento socioeconômico em áreas do Baixo e Médio São Francisco na década de 70, fez uma interpretação geomorfológica desse trecho importante da bacia do São Francisco e considerou que toda a topografia desse espaço geográfico está contida entre dois níveis de erosão, a saber: O pediplano Pd1 e o nível das várzeas inundáveis ou várzeas atuais (LINS, 1972). Essa mesma autora considerou o Pd1 como uma superfície de aplanamento que cortou os terrenos cristalinos e que teria sido consumado no Pleistoceno Inferior, época geológica que marca o início do Quaternário. O Pd1 ora está na área estudada desenvolvido no cristalino aflorante, ora encontra-se inumado sob uma pouca espessa cobertura detrítica. Na área em que se desenvolveu o Projeto Pontal, o pediplano Pd1 encontra-se discretamente dissecado pelo riacho homônimo e seus tributários, tais como o riacho Cachoeiro do Roberto, Riacho da Dormente, entre outros.

A Depressão Sertaneja, não apenas no trecho analisado na tese, possui fraco a muito fraco potencial de águas subterrâneas que em geral ocorrem em sistemas de fraturas. Esse fato associa-se às características litológicas, sobretudo à pouca permeabilidade apresentada pelos terrenos pré-cambrianos. Nessa unidade de paisagem verifica-se uma predominância de solos rasos a medianamente profundos e frequentemente afloramentos rochosos e chãos pedregosos⁴ (pavimento detrítico).

As altitudes da área do Projeto Pontal variam entre 378 e 478m, aproximadamente. O declive entre áreas a montante e áreas a jusante é pouco significativo. A desembocadura do Riacho Pontal dá-se aproximadamente no cotovelo do São Francisco, situado entre Lagoa Grande e Vermelhos, no Estado de Pernambuco, na margem esquerda do “Rio da Unidade Nacional” (MELO, 1988). Ilhadas na paisagem pediplanadas, onde está contido o Projeto Pontal, são vistas superfícies residuais do tipo inselbergues e cristas como, por exemplo, as Serras do Capim e da Santa, aspecto comum dos pediplanos sertanejos. Contudo, o Projeto Pontal, não se desenvolve em tais feições do relevo, e sim em áreas de terraço fluvial e várzeas inundáveis (Figura 44).

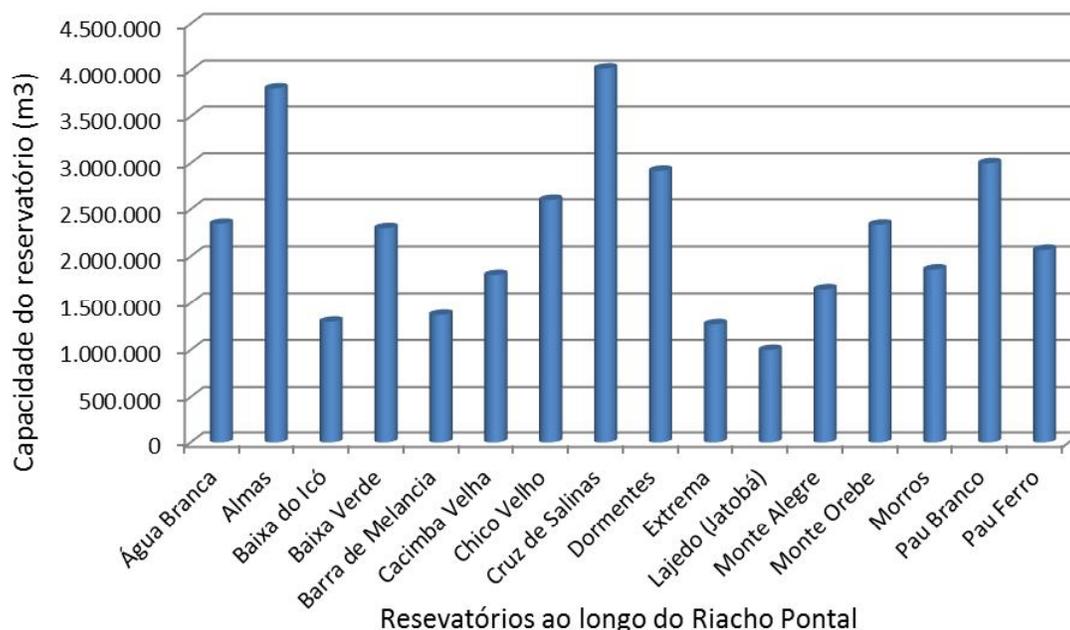
⁴Bigarella e Andrade (1992), já no ano de 1965, propuseram uma explicação para paleopavimento detríticos que no Brasil e particularmente no Semiárido nordestino revestem áreas mais secas da depressão sertaneja. Ab Saber (1962) fez uma revisão dos conhecimentos sobre o horizonte subsuperficial de cascalhos inumados no Brasil oriental e considerou ter sido esse horizonte de seixos elaborado como um leito de cascalhos de variada espessura, posteriormente soterrado por siltes e argilas assim como pelos solos atuais.

corresponde à bacia hidrográfica do rio do Pontal, localiza-se no extremo oeste do Estado de Pernambuco, 8°19'00" e 9°13' 24" de latitude sul, e 40°11'42" e 41°20'39" de longitude a oeste de Greenwich, inserida na microrregião de Petrolina (COELHO, 2016). Ao longo de sua bacia, o riacho Pontal recebe diversos nomes, desembocando na margem esquerda do rio São Francisco, após percorrer distância de quase 200 km, com uma direção predominante noroeste-sudeste. O riacho Pontal tem como principais cursos d'água os riachos Caieira, Sítio Novo, Terra Nova e Simão, pela margem direita e os riachos do Caboclo, Caldeirão, do Dormente, Baixo, do Areial e da Serra Branca, na margem esquerda.

A Bacia do riacho do Pontal possui uma área de 6.015,33 km², equivalente a 6,12% da área total do Estado de Pernambuco, abrangendo os municípios de Afrânio, Petrolina, Lagoa Grande e Dormentes, principalmente, mas sendo o município de Afrânio o único que está totalmente inserido na bacia. A bacia do Riacho Pontal tem um padrão de drenagem predominantemente dendrítico que reflete na área estudada a relação nítida entre litologia e arranjo geométrico dos rios. Um dos afluentes do riacho Pontal da sua margem direita é o Riacho Simão. Esse riacho desloca-se das suas cabeceiras até as proximidades do paralelo 9°Sul, na direção sudoeste-nordeste. Subitamente o mesmo muda essa direção para oeste-leste até desembocar no riacho Pontal, configurando assim a influência de um falhamento geológico que possui a direção oeste-leste.

A rede hidrográfica da área, como acontece em praticamente todo o sertão de Pernambuco (exceto o rio São Francisco), é do tipo sazonal intermitente, possuindo água apenas na estação chuvosa. Muitos dos afluentes do Pontal são correntes fluviais episódicas, por isso ao longo dos mesmos foram construídos diversos reservatórios para acumular água como alternativa para a convivência com a seca. Ao longo de seu percurso, na bacia do riacho Pontal, foram construídos 16 reservatórios, com as mais diferentes capacidades de acúmulo de água, conforme indicados na Figura 46.

Figura 46. Reservatórios localizados ao longo da bacia do Riacho Pontal.



Fonte: APAC (2016).

Como explicitado na Figura 46, cada um dos reservatórios existentes ao longo da Bacia do Riacho Pontal possui capacidade diferenciada e nível de armazenamento diferenciados ao longo do ano, tornando-os, na maioria dos casos, impossibilitados de abrigar agricultura ou qualquer outra atividade agrícola constante. O Açude Cruz de Salinas, por exemplo, um dos

mais próximos das áreas de estudo, encontrava-se seco em quase todo o período de instalação e avaliação dos experimentos do presente trabalho, entre os anos de 2012 e 2015.

Nos terraços fluviais do Riacho Pontal pode ser visualizada uma superfície plana recoberta por uma camada de seixos subangulosos e subarredondados, o que permite supor a existência de paleoclimas mais secos ainda, no Quaternário. Foi elaborado pós a consumação do Pediplano Pd1, na área (Figura 5). Esses seixos referidos são decorrentes de processos geomorfológicos subatuais, de natureza fluvial e/ou por escoamento superficial difuso (JATOBÁ, 1996), e não de processos pedogenéticos in situ.

As linhas de pedra, via de regra, correspondem a paleopavimentos detríticos, rudáceos, encontrados em subsuperfície, seguindo grosso modo a morfologia das vertentes. Encontram-se em várias posições estratigráficas, intercaladas nas sequências de colúvios ou no contato entre elúvio e colúvio. (...) O material rudáceo das linhas de pedras é constituído principalmente por quartzo e quartzito e esporadicamente por fenoclastos de rochas alteradas, xistos, granitos, migmatitos entre outros, os quais podem ser de grandes dimensões (Ab' Saber (1962), Bigarella e Mousinho (1965) e Santos (1991)) citados por BIGARELLA et al., 1994. p. 207).

Esse horizonte superficial cascalhento, designado como pavimento detrítico ou pavimento detrítico desértico, quando verificados em espaços fortemente áridos, dependendo do grau de arredondamento do seixo, em geral quartzosos, pode ser entendido também como cascalheira fluvial e está apresentado numa visão ampla superior na Figura 47 e numa imagem mais aproximada do real na parte acima e a esquerda da mesma Figura.

Figura 47. Visão panorâmica de trecho do riacho Pontal, na Comunidade Amargosa, com destaque para o pavimento detrítico (detalhe acima à esquerda, apresentando seixos de quartzo, angulosos e subangulosos) e área experimental de plantio. O caráter subarredondado ou arredondado dos seixos denuncia um transporte fluvial pretérito. Localidade: Amargosa, Projeto Pontal, Petrolina-PE.



Fonte: Google Earth alterada pela autora. Alineaurea Florentino Silva, 2016.

Uma ampla área que serve como divisor de águas entre o Riacho do Pontal e o Riacho Taque Novo, ambos tributários do Rio São Francisco, contém um extenso espaço representado por uma cobertura sedimentar recente, na escala temporal geológica, de idade Terciário-Quaternário, representada por sedimentos detríticos quartzosos, finos a grosseiros e laterizados. Esses sedimentos, nos quais estão cascalheiras, denunciam processos de corridas de lama em clima quente e subúmido. Esse depósito é interrompido nas proximidades de Santa Clara, em face de processos erosivos pretéritos ali ocorridos. Esse “gap” permite o afloramento, por exumação, dos terrenos cristalinos pré-cambrianos (Figura 48 e Figura 49).

Contudo, tal cobertura volta a aparecer entre o norte de Santa Clara e Boa Esperança, comunidade local. Neste trecho as condições de ambiência geológica e geomorfológica são as mesmas do trecho anterior.

Figura 48. Visão real de terraço de cascalheiro (pavimento derítico) próximo a área do riacho Pontal (esquerda) e área de cultivo com vestígios de seixos quartzosos remobilizados do terraço de cascalheiros (direita). Localidade: Amargosa, Projeto Pontal, Petrolina (PE).



Foto: Alineaurea Florentino Silva, 2016.

Tricart (1960) abordou a questão dos cascalhos, em especial os que se encontram revestindo os solos ou inumados no Sertão do Nordeste brasileiro. Esse autor relaciona os pavimentos detríticos (cascalhos) ao trabalho das enxurradas difusas que são o processo geomorfológico mais destacado dos ambientes semiáridos. Tricart (1960) lembra que as águas superficiais do escoamento difuso arrastam somente as partículas mais finas. Lavam a superfície do solo e arrastam apenas argilas, limo e um pouco de areia fina. As enxurradas difusas são responsáveis pelas superfícies repletas de cascalhos, que os espanhóis designam como “rañas”.

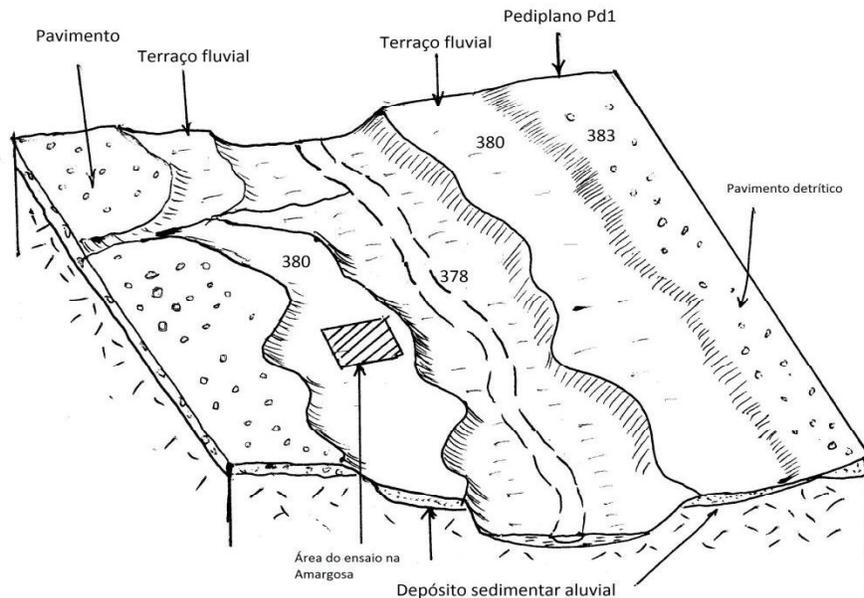
O padrão de drenagem dendrítico, dominante na área, revela certa homogeneidade geológica, no tocante à litologia. Os riachos da margem direita, que cortam o terraço fluvial na área, deslocam-se a partir de um nível altimétrico um pouco superior a 400m. Tal terraço que se encontra associado, na área, à ação erosiva e/ou deposicional do Riacho Pontal, constitui um plano quase horizontal limitado de um lado por um declive pouco significativo, entre 1 a 2m de altura e do outro por um nível horizontal. Um terraço fluvial, como consideraram Leopold et al. (1964), constitui-se numa planície de inundação que foi abandonada pelo rio (Figura 37). Segundo Bigarella (2003), os terraços fluviais originam-se quando os rios cortam os sedimentos depositados em sua planície de inundação (terraços aluviais). Os terraços podem ser situados acima do nível atual do rio, nem sempre sendo atingidos pelas águas, nem mesmo durante as enchentes. Alguns terraços, como os de várzea, podem ser submetidos a enchentes.

É bom saber:

O arranjo geométrico dos rios e riachos na superfície terrestre é definido como padrão de drenagem. Um desses padrões denomina-se dendrítico. Esse padrão lembra uma árvore sem folhas. Os afluentes do rio principal se distribuem em todas as direções unindo-se por ângulos agudos. Esse padrão é típico de paisagens dissecadas com rochas de resistência mais ou menos uniforme.



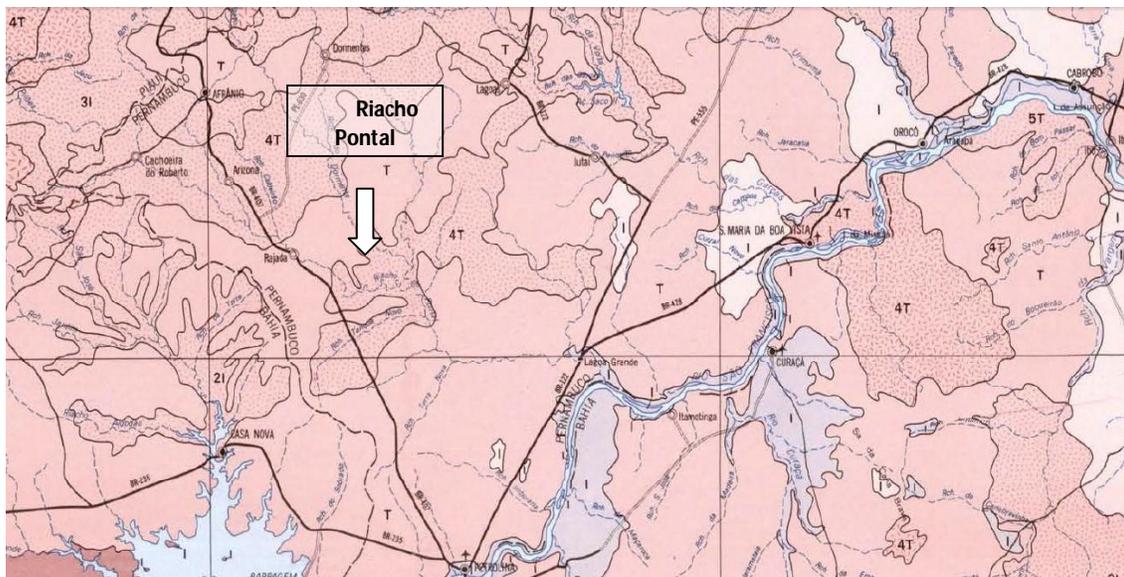
Figura 49. Bloco diagrama apresentando detalhe da compartimentação geomorfológica da área adjacente ao Riacho Pontal.



Os processos geomorfológicos operantes na área determinaram, juntamente com a litologia regional, solos específicos, nos quais já foram lançados ensaios de pesquisa científica dos mais diversos temas, como caprinovinocultura, mandiocultura, enriquecimento de caatinga, piscicultura, entre outros.

O Projeto Radam Brasil, um dos mais importantes levantamentos de recursos naturais do país, realizado nas décadas de 1970 e 1980, estabeleceu classes de avaliação do relevo ao longo da bacia do Rio São Francisco (RADAMBRASIL, 1983). De acordo com o Radam Brasil (1983), a área objeto desta tese contempla duas classes de relevo, cuja dinâmica atual pode ser considerada como de transição fraca e média e de transição média (Figura 50).

Figura 50. Mapa de avaliação do relevo da região do Riacho Pontal (em destaque).

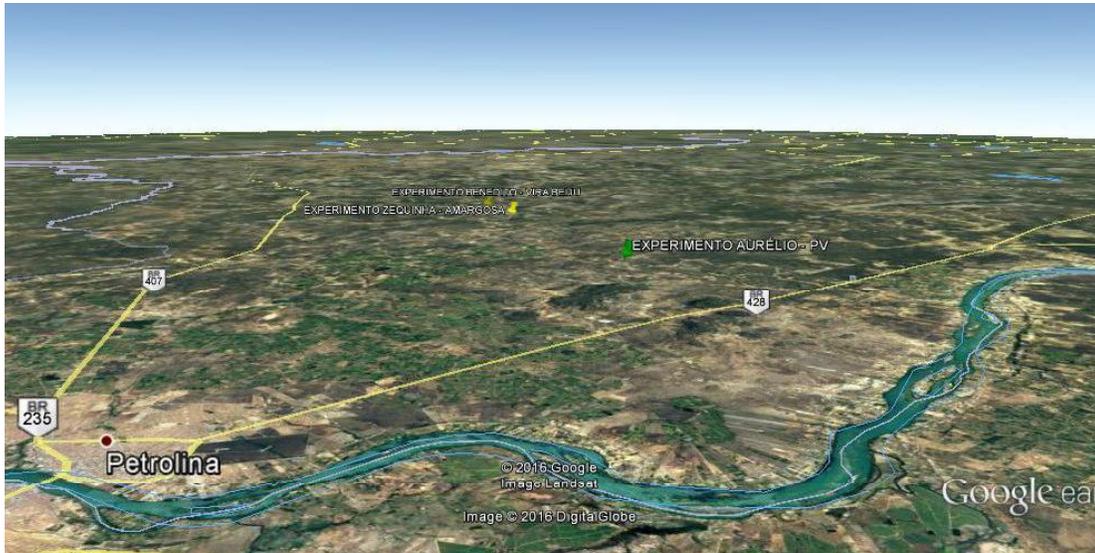


Fonte: Projeto RADAMBRASIL (1983).

São consideradas nessa área estudada as classes de relevo de transição de dinâmicas fraca e média rampas de colúvio com graus de declividade variando de 2 a 5° e classe média

de 5 a 10°. A classe de transição média corresponde a vales com incisões de 13 a 52m. A classe de transição de fraca a média está submetida a escoamento superficial difuso e concentrado e uma precipitação anual variando de 250 a 800mm. A de transição média também apresenta escoamento superficial difuso, mas em forma de enxurradas (Figura 51). A classe de precipitação anual está entre 250 a 800mm (RADAMBRASIL, 1983).

Figura 51. Relevo da área de estudo, dentro do Projeto Pontal, inserido no município de Petrolina.



Fonte: Google Earth

5.4. Principais solos encontrados na área

Nas três comunidades escolhidas para o desenvolvimento do trabalho foram encontrados solos passíveis para a agricultura. Em cada uma das três áreas foram abertos perfis para a realização de estudo morfológico e do ambiente no seu entorno. Esses perfis foram abertos para permitir uma maior exploração de características dos solos trabalhados, prevendo as diferenças entre essa área e as demais áreas locais. Conforme os mapeamentos de solos realizados no Nordeste do Brasil, incluindo o norte de Minas (BRASIL, 1972a,b; BRASIL, 1973a,b; EMBRAPA, 1975A,b; EMBRAPA, 1976; EMBRAPA, 1977/1979; EMBRAPA, 1979; EMBRAPA, 1986), os solos predominantes nas diferentes paisagens do semiárido são os Latossolos, Argissolos, Planossolos, Luvisolos e Neossolos. Em baixas proporções têm-se os Nitossolos, Chernossolos, Cambissolos, Vertissolos e Plintossolos (JACOMINE, 1996; BRASIL 1972 e 1973; OLIVEIRA et al., 1992; ARAÚJO FILHO et al., 2000).

No Projeto Pontal, assim como todas as áreas agrícolas do semiárido pernambucano, surgem pontuados os mais diversos tipos de solo, que vão desde os solos jovens, com limitada profundidade, como os Neossolos (Litólicos ou quartzarênicos) até solos razoavelmente profundos, como alguns Argissolos e Latossolos, preferidos para a delimitação das áreas irrigadas. No Projeto pontal foram escolhidas para o trabalho três áreas pertencentes a três comunidades diferentes: Comunidade Amargosa, Comunidade Vira Beijú e Comunidade Lagedo. Em cada área foi descrito um perfil de solo sob mata/capoeira e um sob uso agrícola, com vistas a identificar possíveis alterações que ocorreram ao longo dos anos de ação antrópica, haja vista as áreas escolhidas terem histórico agrícola anterior.

Com base nas observações de campo, exames e descrições morfológicas dos solos efetuados durante os trabalhos de campo e resultados analíticos de perfis de solos procedeu-se à classificação dos perfis conforme normas e critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2013).

De uma forma geral, uma das características mais marcante e relacionada com a condição climática regional é a limitada profundidade efetiva dos solos, principalmente

daqueles desenvolvidos a partir de rochas cristalinas. Com exceção dos solos desenvolvidos em materiais sedimentares e/ou de cobertura pedimentar, a grande maioria situa-se na faixa de pouco profundo (50-100 cm) a raso (<50 cm). Outra característica ambiental marcante que deve ser realçada é que apesar de estarem sob um mesmo clima local pode-se verificar claramente a grande variabilidade espacial dos solos em curtas distâncias, sobretudo nos ambientes com rochas cristalinas.

Dentre os aspectos físicos, a presença de frações grossas (cascalhos, calhaus e matacões) é bastante comum na superfície ou mesmo no volume dos solos, sobretudo naqueles menos desenvolvidos e nos ambientes mais secos. Calhaus e matacões em geral tipificam a pedregosidade distribuída com maior frequência nos horizontes superficiais dos solos na zona da Depressão Sertaneja. Nos perfis de alguns dos solos analisados, foi possível registrar ainda que materiais ferruginosos concrecionários, embora não sejam comuns em ambientes semiáridos, têm sido constatados principalmente em áreas com cobertura pedimentar e em bordas de chapadas.

Notou-se que do ponto de vista químico, em geral, os solos analisados apresentaram reação de pH variando comumente na faixa de moderadamente ácida a moderadamente alcalina (5,3 a 8,3). Entretanto, dependendo do material de origem e da drenagem local os solos dessas áreas podem apresentar reação fortemente ácida (pH < 5,3) ou, fortemente alcalina (pH > 8,3 (BRASIL, 1971; BRASIL, 1973a,b; EMBRAPA, 1975a,b; EMBRAPA, 1976; EMBRAPA, 1977/1979; EMBRAPA, 1979). Este aspecto é importante de ser observado, tendo em vista um estigma usado nos solos do semiárido como sendo altamente salinos e alcalinos. Dessa forma, intervenções como a própria calagem não se faria necessária, porém foi verificado que essa premissa não é exatamente correta em diversos casos em solos da região semiárida.

Mesmo assim, uma particularidade marcante, em conformidade com as condições climáticas regionais, sobretudo onde a drenagem é restrita, é realmente a tendência que os ambientes apresentam para acumular sais (carbonatos e cloretos) e bases. Por isto solos salinos ou em processo de salinização são comuns nos baixios e em terraços aluvionares. Também são dominantes, no semiárido, solos eutróficos (com elevada saturação por bases), exceto nos ambientes com sedimentos muito intemperizados que são comuns nas chapadas, coberturas pedimentares e em bacias sedimentares. Porém como tratado anteriormente, muitas áreas agrícolas não possuem essa característica e precisam de cuidado no manejo, de acordo com a cultura a ser instalada na área.

Os solos classificados nos perfis abertos pertencem à classe dos Argissolos Amarelos Eutróficos plínticos, sendo que apenas um perfil foi classificado como Luvissole Crômico Órtico típico. Os Argissolos são originários da alteração do recobrimento sedimentar detrítico-laterítico do Terciário, sobre rochas do Pré-Cambriano. Já os Luvissoles são originários do retrabalhamento de rochas cristalinas do pré-cambriano. Todos os perfis apresentavam fase não rochosa e não pedregosa, sendo o revelo regional plano a suave ondulado e o local, plano. A erosão passava de laminar ligeira nos Argissolos a laminar moderada no Luvissoles. Todos os perfis eram moderadamente drenados e estavam sob vegetação de caatinga hiperxerófila.

As classes de solos distinguem-se por atributos diagnósticos, horizontes diagnósticos, características de natureza intermediária de unidades taxonômicas e grupamentos texturais, conforme normas em uso pela Embrapa (2013). Características do meio físico que influenciam o uso e o manejo dos solos, foram utilizadas para a identificação de níveis categóricos mais baixos. Abaixo estão detalhados alguns aspectos dos solos analisados para melhor compreensão das características de cada um presentes na área investigada.

5.4.1. Argissolos

Os Argissolos compreendem solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais argila de atividade baixa (Tb) e horizonte B textural (Bt), imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto hístico, sem apresentar,

contudo, os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos Alissolos, Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos (SANTOS et al., 2013).

A maioria dos solos desta classe apresenta um evidente incremento no teor de argila, com ou sem decréscimo, do horizonte B para baixo no perfil. A transição entre os horizontes A e Bt é, usualmente clara, abrupta ou gradual. Apresentam profundidade variável e são forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas e raramente brunados a acinzentados. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre com aumento da argila do A para o Bt (SANTOS et al., 2013).

Normalmente os Argissolos são moderadamente ácidos, alta saturação por bases, predominantemente caulínicos e com relação molecular K_1 variando de 1,0 a 2,3 em correlação com baixa atividade das argilas. Devido a grande diversidade de aspectos que interferem no uso agrícola, como saturação por bases e por alumínio, textura, profundidade, atividade da argila, presença de cascalhos e pedras, além da ocorrência nos mais variados relevos, não se deve generalizar para a classe, como um todo, suas vantagens ou limitações ao uso agrícola (Oliveira et al., 1992). Sendo eutrófico, haverá condições favoráveis para o enraizamento ao longo do perfil porém muitas vezes poderá ser necessário algum tipo de correção, principalmente se a acidez for um aspecto marcante.

De uma maneira geral pode-se dizer que os Argissolos são solos bastante susceptíveis à erosão, sobretudo quando há maior diferença de textura do horizonte A para o horizonte B, presença de cascalhos e relevo mais movimentado com fortes declividades. Neste caso, não são recomendáveis para agricultura, prestando-se para pastagem e reflorestamento ou preservação da flora e fauna.

Se estiverem em áreas de relevo plano e suave ondulado, o Argissolo pode ser usados para cultivo de diversas culturas, desde que sejam feitas correções da acidez e adubação, principalmente quando se tratar de solos distróficos ou álicos. Por conta de grande susceptibilidade à erosão, mesmo em relevo suave ondulado, práticas de conservação de solos são essenciais. A presença de horizonte B textural nesses solos é fator determinante no seu grau de erodibilidade, influenciando a ocorrência de erosão superficial, que, aliada a outras características, como classe textural, transição abrupta entre os horizontes A e B, tipo de estrutura, permeabilidade etc., podem acelerar o desenvolvimento de processos erosivos.

Nos Argissolos, a baixa fertilidade natural e a acidez elevada constituem fatores que limitam a sua utilização para a agricultura, além das limitações decorrentes do relevo, quando é mais acidentado, e da pedregosidade superficial e interna que ocorre em algumas áreas. Os solos álicos e com argila de atividade alta requerem quantidades relativamente grandes de corretivos para eliminar a toxicidade pelo alumínio e suprir as plantas em cálcio e magnésio. Os eutróficos, desde que não abruptos, usualmente apresentam como principal restrição as condições de relevo.

Os aspectos gerais dos Argissolos contribuem para que o processo erosivo se constitua no fator mais limitante nesta classe de solo, pois o mesmo apresenta gradiente textural geralmente alto, principalmente se de caráter abrupto, ou seja, se o teor de argila do horizonte B for muito maior do que no horizonte A. Se for álico ou distrófico, haverá baixo potencial nutricional no horizonte B e se a textura do horizonte A for arenosa haverá baixo teor de água disponível para as plantas, estando ainda sujeito à compactação se o horizonte A for especialmente de textura média ou mais argilosa. Os Argissolos intermediários para Latossolos apresentam aptidão para uso mais intensivo, mesmo apresentando baixa fertilidade natural, por serem profundos.

Os Argissolos estudados são solos com matiz mais amarelo que 5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive BA (Santos et al., 2013). Solos desta classe mostram características gerais dos Argissolos, mas foram individualizados, em nível hierárquico imediatamente abaixo, por critério de cor. Desse modo, o horizonte de acumulação de argila, B textural (Bt), apresenta tipicamente coloração amarelada, onde os teores de ferro, em geral são baixos, normalmente inferiores a 70g/kg de solo, com predominância do óxido de ferro goetita. As cores mais freqüentes ocorrem no matiz 10YR com valor e croma maiores que 4. Menos freqüentemente ocorrem no matiz 7,5YR com valor e croma iguais ou maiores que 5.

Apresentam seqüência de horizontes é A, BA, Bt, textura arenosa no horizonte A e média no horizonte Bt. A estrutura é fraca a moderada pequena e pequena granular no horizonte A e moderada média blocos subangulares e angulares no Bt. A consistência do horizonte A, solo úmido é friável e no estado seco duro; enquanto quando molhado é ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso e a transição do A para o Bt é geralmente plana e abrupta ou clara. São solos quimicamente pobres, podendo ser distróficos ou eutróficos.

Em relação ao pH é fortemente ácido, com soma de bases trocáveis muito baixa entre 1,4 a 2,0 cmol_c/kg de solo. Portanto são solos de muito baixa e baixa fertilidade natural, que necessitam de adubação e calagem, de preferência usar calcário dolomítico, para produzir boas colheitas.

5.4.2. Luvisolos

São solos constituídos por material mineral, com argila de atividade alta, alta saturação por bases e horizonte B textural ou B nítico imediatamente abaixo de horizonte A fraco, ou moderado ou proeminente, ou E, satisfazendo os seguintes requisitos: horizonte plântico, se presente não é coincidente com a parte superficial do horizonte B textural; horizonte glei, se ocorrer, inicia-se após 50 cm de profundidade, não coincidindo com a parte superficial do horizonte B textural (SANTOS et al., 2013).

Estes solos variam de bem a imperfeitamente drenados, sendo normalmente pouco profundos (60 a 100 cm), com seqüência de horizonte A, Bt, e nítida diferenciação entre horizontes A e Bt, devido ao contraste de textura, cor e/ou estrutura entre os mesmos. A transição do horizonte A para o horizonte Bt é clara ou abrupta, e grande parte dos solos desta classe possui mudança textural abrupta. Podem apresentar pedregosidade na parte superficial e o caráter solódico ou sódico na parte subsuperficial.

O horizonte Bt é de coloração avermelhada, amarelada e menos freqüentemente, brunada ou acinzentada. A estrutura é normalmente em blocos, moderada ou fortemente desenvolvida, ou prismática, composta de blocos angulares e subangulares. São moderadamente ácidos a ligeiramente alcalinos, com teores de alumínio extraível baixos ou nulos, e com valores elevados de Ki no horizonte Bt, entre 2,4 e 4,0, o que denota em geral presença, em quantidade variável, mais expressiva, de argilominerais do tipo 2:1 (SANTOS et al., 2013).

Os Luvisolos são de elevado potencial nutricional, decorrente das altas quantidades de nutrientes disponíveis às plantas e de minerais primários facilmente intemperizáveis ricos em bases trocáveis, especialmente o potássio. Ocorrem em relevo suave ondulado, o que facilita o emprego de máquinas agrícolas, podendo também ocorrer em relevo mais movimentado, podendo chegar a forte ondulado.

As áreas em que estes solos ocorrem são bastante deficientes em água, sendo este o principal fator limitante para o uso agrícola destes solos. Outras limitações decorrem da presença freqüente de calhaus e até mesmo matações que se espalham na superfície do solo e na camada superficial; consistência muito a extremamente dura, o que dificulta o desenvolvimento do sistema radicular das culturas; alta erodibilidade, mesmo quando situados em relevo suave ondulado como consequência da coesão e consistência do horizonte superficial e da expressiva mudança textural para o horizonte Bt (OLIVEIRA et al., 1992).

Como ocorrem em áreas de elevada deficiência hídrica anual, é necessário o emprego da irrigação em cultivos menos resistentes à seca. Esta prática requer cautela haja vista a elevada evaporação ocorrente na região semiárida. Devido a estes solos serem ricos em bases e alguns apresentarem grandes quantidades de sódio nas camadas subsuperficiais podem salinizar.

Na área estudada a ocupação destes solos tem sido com pecuária extensiva, palma-forrageira, milho, feijão e cultivo de mandioca. A irrigação, quando necessária, deve ser utilizada nas áreas dos solos menos rasos e de relevo plano a suave ondulado. Apresentam o caráter crômico na maior parte do horizonte B, inclusive BA (SANTOS et al., 2013).

Na área de estudo foi levantado o LUVISSOLO CRÔMICO ÓRTICO típico. São solos que apresentam mudança textural abrupta e coloração variegada e, ou, mosqueados, devidos aos processos de redução e, ou, oxidação no horizonte B, cujas cores não satisfazem os requisitos para B plânico, ou com o horizonte B plânico em posição não diagnóstico para planossolos, dentro de 100 cm de profundidade do solo (EMBRAPA, 2006).

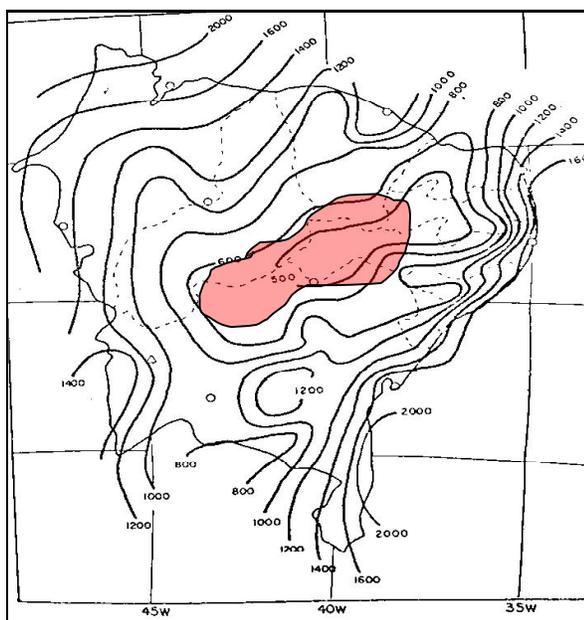
Possuem horizonte A fraco textura areno/argilosa. O horizonte Bt apresenta coloração vermelho-amarelada a brunada nos matizes 2,5YR a 5YR valor 4 a 5 e croma 4 a 6, bem como coloração variegada composta de bruno-forte nos matizes 7,5YR a 2,5Y. Em geral o topo do horizonte Bt é mais avermelhado em relação as demais partes deste horizonte. A transição do horizonte A para o horizonte Bt é normalmente abrupta. Em geral a estrutura no horizonte Bt é moderada a fortemente desenvolvida, prismática, composta de blocos médios a grandes.

A textura do horizonte A é geralmente areia ou areia-franca; a estrutura é fraca a moderada pequena e média blocos subangulares; a consistência do solo seco é dura e do solo úmido é firme; já no solo molhado é ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; A textura do horizonte Bt é franco-argila-arenosa; e a estrutura é moderada média e pequena blocos subangulares e angulares; a consistência é extremamente firme no solo úmido e muito plástico e muito pegajoso no solo molhado. A espessura do horizonte A varia de 0 a 15 cm. Quimicamente apresenta atividade de argila alta e alta saturação por bases com variação de 91 a 97%. A soma de bases trocáveis é média a alta com variação de 5,1 a 9.7 cmol_c/kg de argila. A reação do solo, medida como pH, varia de 6,9 e 7,4.

5.5. Condições climáticas ambientais

O município de Petrolina situa-se no vale médio do São Francisco (Latitude 09° 23' 55" Sul e Longitude: 40° 30' 03" Oeste), no compartimento regional de relevo deprimido (Depressão Sertaneja) e faz parte de um polo xérico expressivo do estado de Pernambuco (Figura 52). Apresenta-se como uma área de baixa pluviosidade média anual de 435mm/ano, aliada a elevadas taxas de evapotranspiração potencial (1520mm/ano, em média) que gera um expressivo déficit hídrico ao longo do ano, repercutindo fortemente nas atividades agrícolas. Segundo a classificação de Köppen (1948), o município possui um clima do tipo BShw – semiárido de baixas latitudes com chuvas concentradas de verão (TEIXEIRA, 2010), ou seja, entre os meses de dezembro e março.

Figura 52. Precipitação média anual no período de 1931 a 1961 para o Nordeste do Brasil. Em vermelho destaca-se a extensão das áreas de menor precipitação anual da região, o Polo Xérico.



Fonte: Adaptado de Strang (1972).

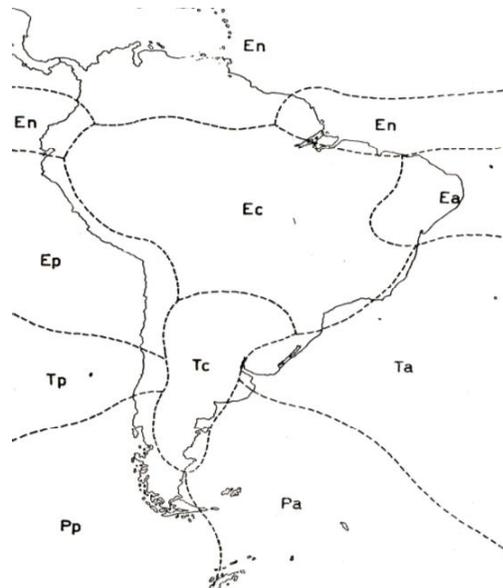
O Polo Xérico, no qual se situa a área investigada, tem a sua existência determinada pela conjugação de dois fatores de natureza geográfica. Em primeiro lugar está a topografia rebaixada (Depressão Sertaneja) que contribui para a subsidência do ar, provocando o aquecimento deste e uma inibição do crescimento vertical das nuvens, que provocariam chuvas mais frequentes. O outro fator, que é o mais importante na determinação da semiaridez local, reside no complexo mecanismo da circulação atmosférica regional.

A causa tida como principal da existência do semiárido nordestino foi, inicialmente, atribuída a um fator de ordem geomorfológica, ou seja, ao “Planalto⁵” da Borborema. Esse compartimento regional de relevo, segundo Andrade (1965), corresponde ao conjunto de grandes e pequenos maciços residuais que foram realçados por interferências de sucessivos aplainamentos embutidos e eminentes sobre a superfície de erosão predominante.

De acordo com esse equivocado esquema explicativo, a umidade advinda do oceano precipitava-se na fachada oriental da Borborema, como efeito da expansão e resfriamento adiabáticos do ar. Os fluxos de ar que mergulhavam em direção às áreas rebaixadas (Depressão Sertaneja) o faziam com baixo teor de umidade relativa. O Sertão semiárido seria, portanto, uma área a sotavento.

Serra e Ratisbonna (1959), estudando as propriedades das massas de ar que agem sobre a América do Sul, identificaram a “massa Equatorial Atlântica (EA)” (Figura 53) que, na opinião desses autores, seria constituída pelos alísios do SE do Atlântico Sul. Houve um equívoco de Serra e Ratisbonna quando denominaram esse sistema de Equatorial, haja vista que a região de origem deste situa-se na periferia oriental do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul. Contudo, esses autores compreenderam que os alísios de sudeste são compostos de duas correntes, uma inferior fresca e úmida e outra superior, quente e seca, caminhando na mesma direção, mas separadas por uma forte inversão de temperatura (SERRA e RATISBONNA, 1959). A célula de altas pressões do Atlântico Sul apresenta-se como o principal centro de ação para o Nordeste do Brasil (MARKHAM, 1972).

Figura 53. Esquema das massas de ar que atuam na atmosfera inferior sobre a América do Sul, segundo Serra e Ratisbonna. Ea significa massa de ar Equatorial Atlântica.



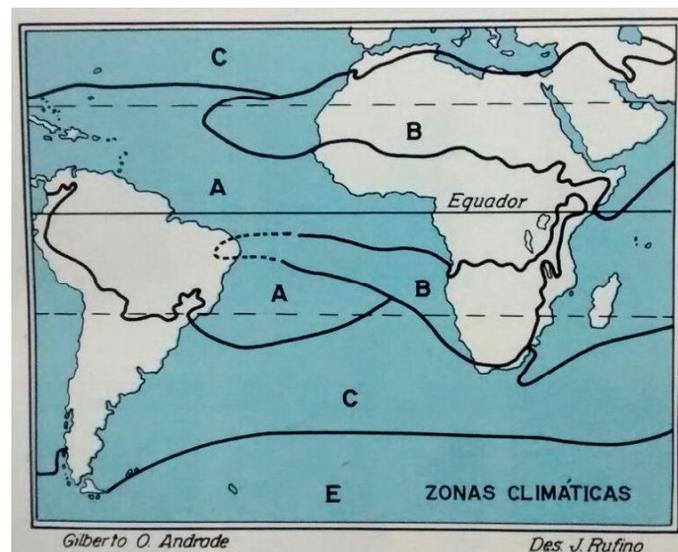
Fonte: Serra e Ratisbonna (1959).

⁵A superfície da Borborema, em face da toponímia regional, ficou conhecida como Planalto da Borborema, como se se tratasse de uma superfície horizontal e homogênea, mas não é o caso, pois tal compartimento de relevo é um saldo de diversas superfícies de erosão altimetricamente escalonadas, daí preferir-se a expressão “Planalto” da Borborema.

Andrade e Lins (1965), no célebre trabalho intitulado “Introdução à Morfoclimatologia do Nordeste do Brasil”, apresentaram a hipótese segundo a qual o semiárido brasileiro é a projeção do ar seco do deserto do Kalahari sobre o saliente nordestino. Esse ar é trazido para Petrolina pelos fluxos dos alísios de SE-E, com uma camada de inversão relativamente baixa. Quanto mais baixa se situa a camada de inversão que caracteriza a estrutura vertical dos alísios, mais seco e estável é o ar. Nisso reside, portanto, a explicação plena da semiaridez do município de Petrolina.

A Figura 54, extraída de um dos mais significativos trabalhos da Climatologia brasileira (Andrade, 1972), mostra a projeção das condições climáticas secas (Grupo B) da parte sul-oriental dos desertos africanos (Namíbia e Kalahari) sobre o saliente nordestino.

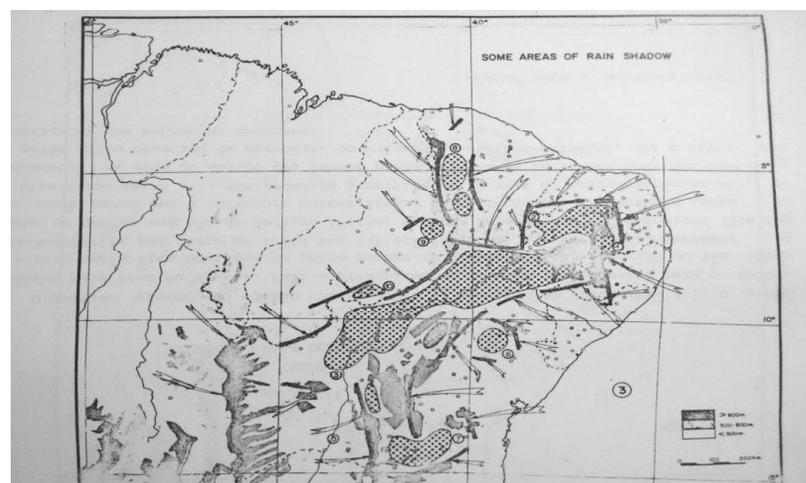
Figura 54. Zonas climáticas da América do Sul, África e Oriente Médio, segundo a classificação de Koppen. Na figura, observa-se a faixa de clima B que se prolonga do Sudoeste da África até o Nordeste brasileiro.



Fonte: Andrade (1972).

Markham (1972) identificou no Semiárido nordestino as áreas de menor pluviosidade. Tais áreas coincidem exatamente com compartimentos de relevo deprimidos e ladeados por elevações topográficas (Figura 55). Na figura é possível visualizar a depressão semiárida do São Francisco, na qual se insere a região de Petrolina.

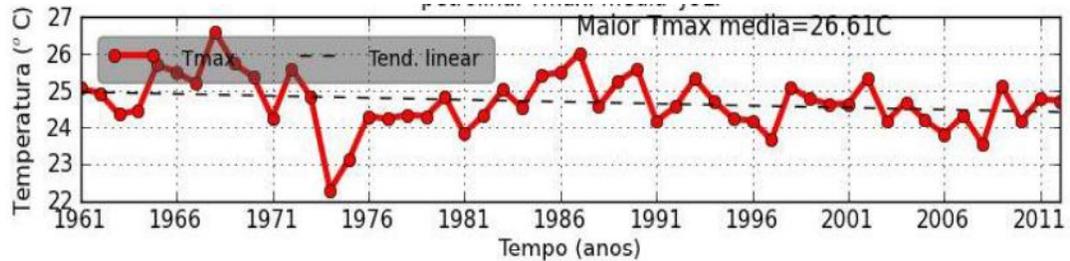
Figura 55. Algumas áreas do Nordeste do Brasil consideradas de “sombra de chuva”. As áreas deprimidas são as pontilhadas. As setas indicam os fluxos de ar.



Fonte: Extraído de Markham (1972).

A depressão sertaneja, em especial, a área na qual se localiza o município de Petrolina-PE, apresenta como uma das características principais, no que concerne à climatologia, as amplitudes térmicas diárias consideráveis. Esse fato, comum em ambientes áridos e semiáridos, decorre da forte radiação noturna e a intensa radiação de ondas longas durante o período diurno. Ao longo do ano as médias térmicas mais baixas verificam-se, sobretudo, nos meses de junho e julho (Figura 56). Esse fato é muito mais uma decorrência da invasão, mesmo que discreta, da Frente Polar do Atlântico (FPA) que remonta os Vales Médio e Baixo do São Francisco, do que mesmo uma variação da inclinação dos raios solares, algo comum em regiões de médias latitudes. Petrolina localiza-se numa faixa de baixas latitudes, ou seja, astronomicamente próxima do Equador Geográfico.

Figura 56. Média de temperatura mínima para o mês de julho entre os anos de 1961 e 2014 em Petrolina-PE incluindo linha de tendência.

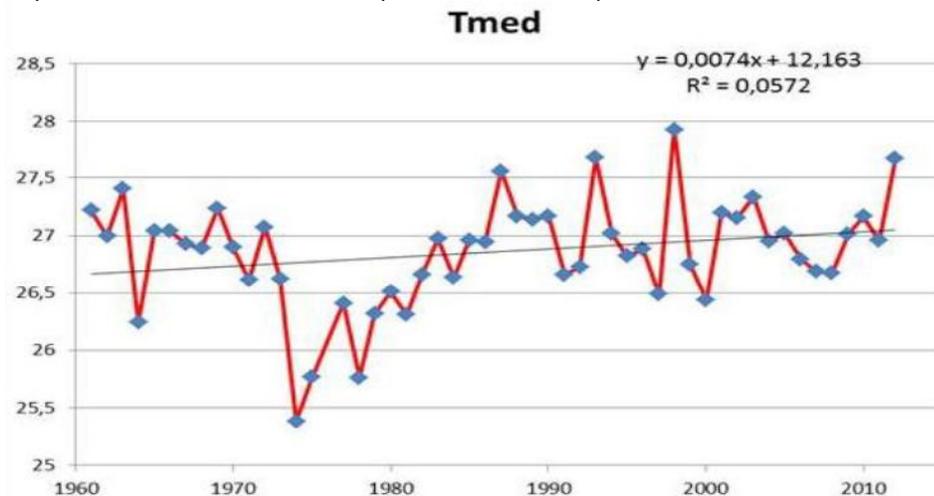


Fonte dos dados: <http://www.inmet.gov.br/>

A média da temperatura mínima do ano de 1975 guarda uma forte correspondência com a invasão da Frente Polar Atlântica (FPA) sobre o Nordeste brasileiro. Essa superfície de descontinuidade causou inclusive pesados aguaceiros na faixa oriental de Pernambuco, cujo saldo foi a ocorrência das maiores enchentes registradas no médio e baixo cursos do Rio Capibaribe.

Em Petrolina, os dados térmicos entre 1960 e 2014 (Figura 57) geraram uma equação de regressão que mostra uma tendência linear positiva ($y=0,00074x+12,163$) ao longo do tempo, que permite a constatação de um maior aquecimento sobre a região. Aquecimento global? Uma decorrência de ações antrópicas locais? Uma investigação mais aprofundada poderá fornecer as respostas.

Figura 57. Temperatura média do ar do município de Petrolina no período entre 1961 e 2014.

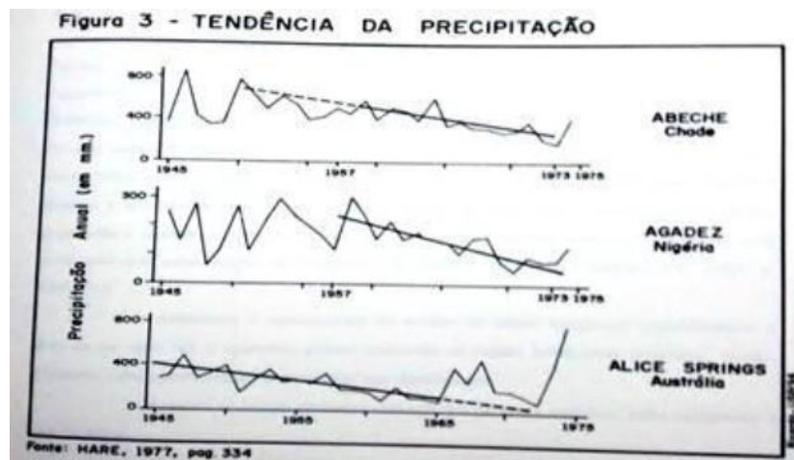


Fonte: INPE.

A precipitação média anual que se verifica no mundo tropical, sobretudo no Brasil e no Continente Africano, é consideravelmente influenciada pelas temperaturas da superfície oceânica, no caso, o Atlântico, principalmente e o Pacífico. Os dados pluviométricos de

diversas estações meteorológicas no Nordeste e em diversos outros países no mundo, mostram ao longo de séries de dados prolongadas, tendência de chuvas, em muitos casos, negativas. Esse tipo de análise estatística serve como instrumental importante, sobretudo para a compreensão das atividades agrícolas. O comportamento das precipitações foi analisado por Conti (1995) em países como Chade, Nigéria e Austrália, apresentando comportamento decrescente ao longo dos anos (Figura 58).

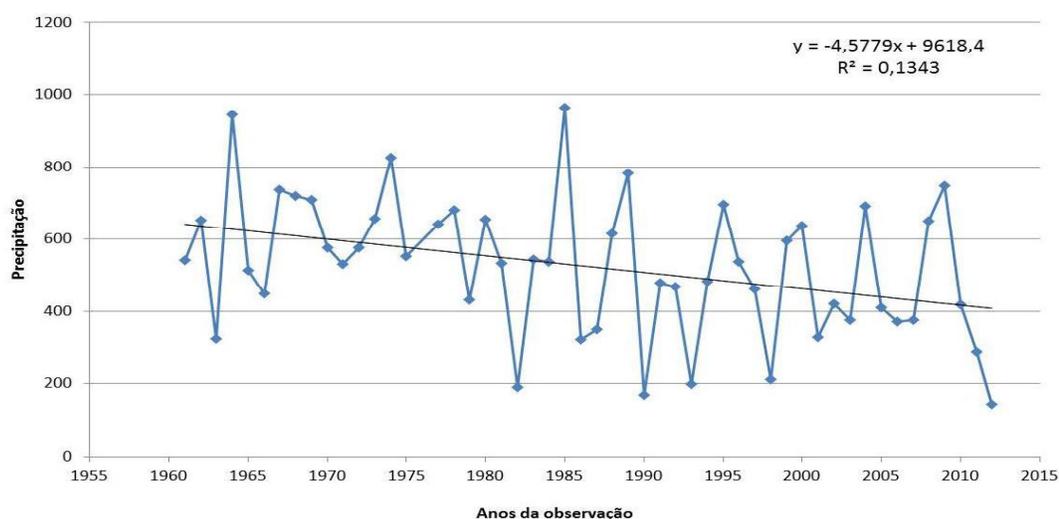
Figura 58. Tendência de precipitação em Chade, Nigéria e Austrália.



Fonte: Conti (1995).

Esta mesma modalidade de análise climática foi aplicada neste trabalho para o município de Petrolina, cujo traço marcante, assim como em outras áreas com clima BShw, é a irregularidade espacial e temporal das precipitações pluviométricas (Figura 59). Em média, o trimestre chuvoso (janeiro, fevereiro, março) apresenta um índice pluviométrico em torno de 300mm (SUDENE, Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste, SD). Petrolina não foge à regra. No quadro climático semiárido, instalam-se secas de efeitos negativos notáveis sobre a economia, a sociedade e o meio ambiente, com certa periodicidade.

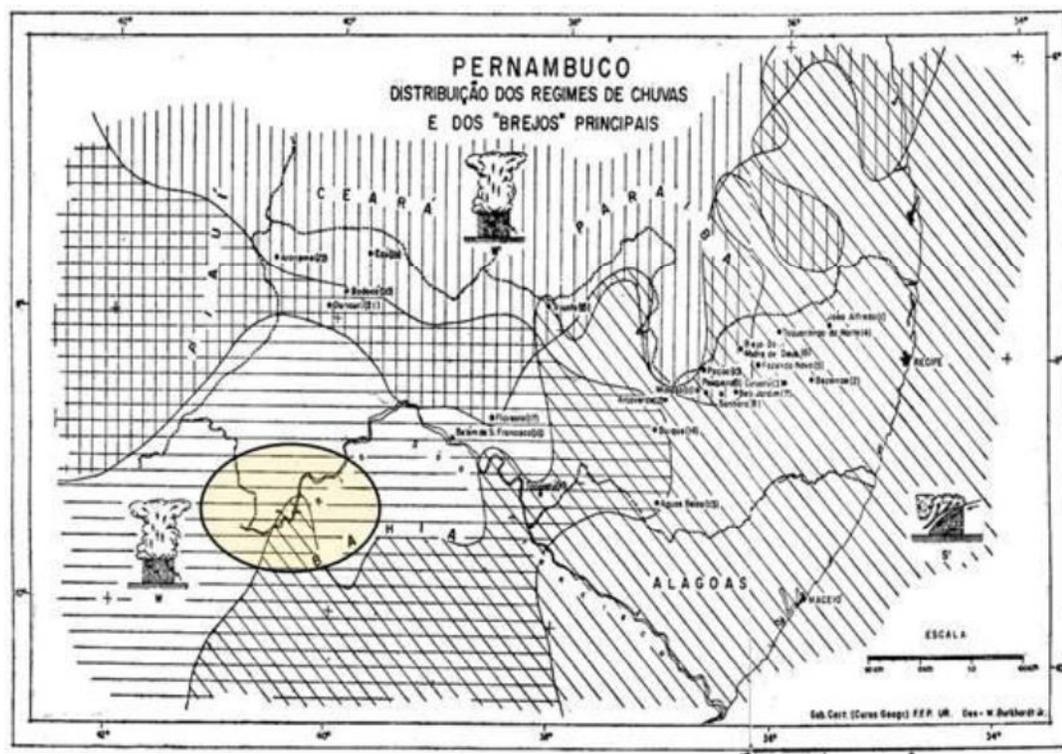
Figura 59. Precipitação em Petrolina entre 1955 e 2015.



Fonte: Dados: APAC (2016)

O regime de chuvas do município de Petrolina é considerado, segundo a classificação climática de Koopen (1948), adaptada para o Brasil por Andrade (1972), como do tipo w, ou seja, chuvas concentradas no verão, conforme ilustrado para o estado de Pernambuco por Andrade e Lins (1966) na Figura 60.

Figura 60. Regime de chuvas para Pernambuco. Onde w =chuvas de verão (provocadas pela ZCIT), w' =chuvas de verão retardadas para outono (determinada pela massa de ar Equatorial Continental) e s' =chuvas de outono-inverno (ocasionada pela Frente Polar Atlântico).

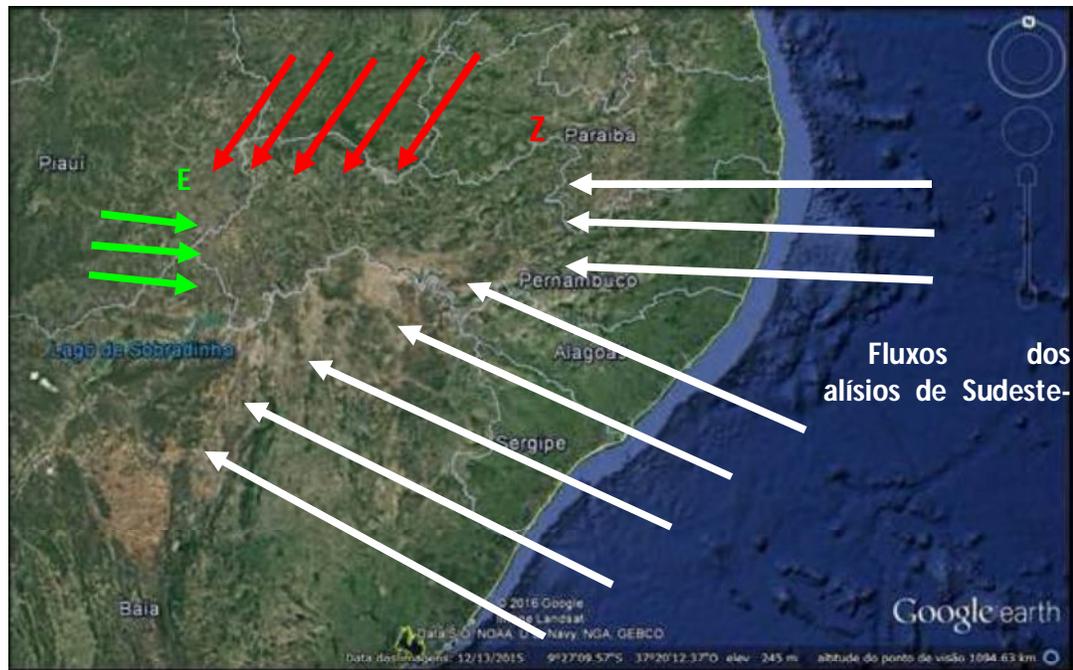


Fonte: Adaptado de Andrade e Lins (1966)

Conforme a Figura 60, adaptada de Andrade e Lins (1966) e ainda ilustrado na Figura 21, o regime de chuvas em Pernambuco é determinado por diversos sistemas atmosféricos, um deles vindo de oeste, mais especificamente originado na Amazônia, e que foi designado como massa de ar Equatorial Continental (EC) (Andrade e Lins, 1964) ou Linhas de Instabilidade de Oeste. A EC é gerada sobre a área de maior umidade relativa da América do Sul, a Hileia Amazônica, ou seja, uma região reunindo condições de temperatura e de umidade (médias térmicas anuais de 24 a 25°C, umidade relativa de 85 a 95%), capazes de individualizar uma massa de ar que, de origem continental, tem propriedades “marinhas” de ar quente e nevoento (ANDRADE E LINS, 1966).

A Figura 61 sintetiza esquematicamente os sistemas atmosféricos que atuam na área investigada na presente tese. Apenas um é de natureza extratropical, que é a Frente Polar Atlântica que no inverno, excepcionalmente, faz incursões no vale médio do São Francisco, provocando chuvas de curta duração e pouco expressivas, em julho. Os fluxos de alísios de sudeste-este são “refrescados” pelas incursões da frente fria que na área em pauta, se mostra bastante modificada.

Figura 61. Esquema dos diversos sistemas atmosféricos atuantes na área de trabalho.

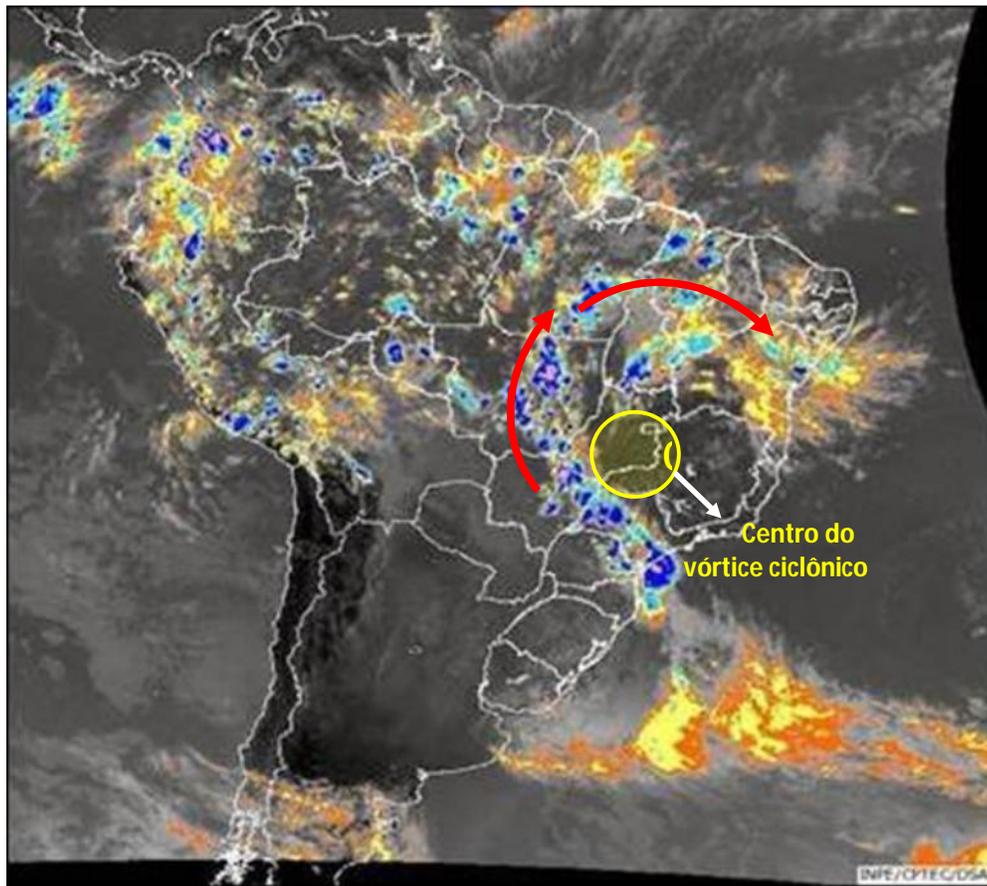


Fonte: adaptado do Google Earth.

A massa Equatorial Continental dilata-se no verão Austral atingindo a porção ocidental da região Nordeste, chegando no estado de Pernambuco até aproximadamente o meridiano que atravessa Arcoverde-PE.

Além dos eventos discriminados anteriormente, dois outros sistemas atmosféricos podem agir, durante o verão, sobre o município de Petrolina, provocando aguaceiros convectivos, acompanhados de relâmpagos e trovões. Esses sistemas são: A Zona de Convergência Intertropical e os Vórtices Ciclônicos de altos níveis (VCAN), conforme pode ser visto na Figura 62. As chuvas do Sertão do São Francisco, como ocorrem nas demais áreas do semiárido Pernambucano, são irregulares no tempo, no espaço e em volume. Os anos mais secos coincidem, em geral, com períodos de menor expansão da massa EC, da não ocorrência de vórtices ciclônicos de altos níveis e da menor migração meridional da ZCIT.

Figura 62. Vórtice ciclônico agindo sobre o nordeste brasileiro. Data: 27 de fevereiro de 2014. A imagem mostra forte nebulosidade responsável por aguaceiros na área de Petrolina e adjacências. O centro desse vórtice que é seco e estável encontrava-se sobre o território baiano (destaque em amarelo).



Fonte: INPE/CPTEC/DSA.

Nos anos em que a parte periférica de vórtices ciclônicos se instala sobre Petrolina o cultivo da mandioca é beneficiado pelos aguaceiros decorrentes.

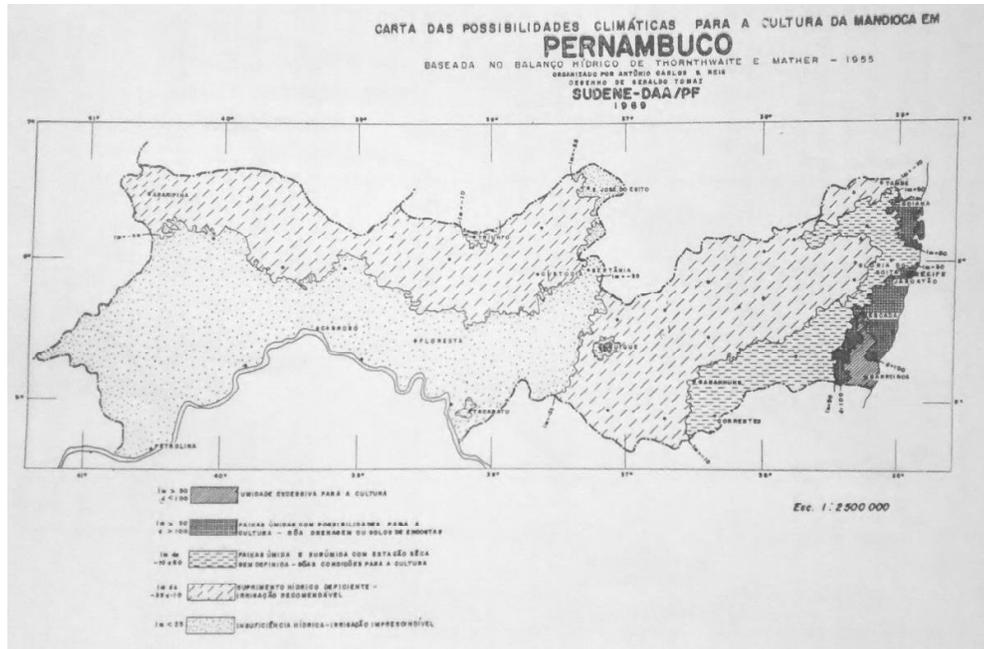
Reis (1970), tomando por base o balanço hídrico de Thornthwate e Mather (1955), elaborou uma carta das possibilidades climáticas para a cultura da mandioca em Pernambuco (Figura 63), trabalho este que pode ser considerado um dos primeiros zoneamentos para a cultura. Esse autor identificou no Sertão pernambucano uma área ampla, que apresenta um Índice Hídrico geral (I_m) < 35 . Trata-se de um espaço com insuficiência hídrica, no qual a irrigação para a cultura da mandioca é imprescindível.

O I_m pode ser assim definido:

$$I_m = \frac{100e - 60d}{n}$$

onde e = excesso hídrico, d = deficiência de água e n = necessidade de água (Evapotranspiração Potencial).

Figura 63. Possibilidades climáticas para a cultura da mandioca.



Fonte: Reis (1970)

A possibilidade climática outrora publicada por Reis (1970) tem atualmente maiores chances de tornar-se diferente para diversas culturas, inclusive para a mandioca, com o advento da irrigação. Este aspecto pode ser claramente observado, por exemplo, na região dos Perímetros Irrigados de Petrolina-PE, como Nilo Coelho, Bebedouro. Além do advento da irrigação, é importante salientar que algumas variedades de mandioca mais adaptadas ao déficit hídrico estão tomando espaço, mesmo nas áreas irrigadas, na busca de maior eficiência hídrica (Silva et al. (2009), Silva et al. (2010)). Apesar disso, o déficit hídrico na região ainda tem sido motivo de redução ou supressão de áreas de diversas culturas, inclusive da mandioca, pois o alto custo do sistema de produção em áreas irrigadas normalmente direciona a escolha do plantio para espécies que tenham maior inserção no mercado, como as frutas frescas, manga e uva. As áreas plantadas com mandioca são bastante irregulares ou quase inexistentes, salvo exceção de espaços ocupados temporariamente com a mandioca de mesa que tem boa aceitação no mercado local e regional. Esses espaços ainda mantiveram-se por conta da verticalização da produção permitindo que as raízes fossem descascadas e congeladas, aumentando o tempo de prateleira do produto e incentivando alguns produtores a plantarem a espécie.

Ao longo da história geológica, o planeta Terra atravessou períodos de expressivas mudanças climáticas, em geral associadas à complexa relação dele com o Sol. No Brasil, como conseqüências indiretas das fases glaciais e interglaciais verificadas ao longo do Pleistoceno, no Período Quaternário, profundas mudanças e flutuações climáticas aconteceram em todas as regiões do país. Essas mudanças se situaram entre fases de climas úmidos e fases de clima seco, sendo que estas últimas se instalaram ao longo dos períodos glaciais. Nos períodos interglaciais, ou seja, as épocas em que aconteceram fases de aquecimento global, os climas no país ficaram mais úmidos ou menos secos, como no Sertão Pernambucano, por exemplo.

Bigarella, Mousinho e Silva (1965), com base em análises dos depósitos correlativos e das feições antigas de relevo, examinaram, com profundidade, as mudanças e flutuações climáticas. As mudanças climáticas, do ponto de vista da Climatologia Geográfica, significam a transformação de um clima, por exemplo, seco em um clima úmido. As flutuações climáticas correspondem a alterações meteorológicas, mas que não implicarão numa transformação do tipo climático. Assim, quando um clima úmido evolui para um clima subúmido, diz-se que houve uma flutuação climática.

Atualmente, vêm sendo divulgadas informações que dão conta de que “uma mudança climática” está sendo operada no mundo, representada por um “aquecimento global”, atribuído “às ações antropogênicas”. As pesquisas realizadas na presente tese direcionadas ao panorama climático revelam dois aspectos. O primeiro é que numa série histórica de dados térmicos e pluviométricos não muito longa, há uma tendência de aumento da temperatura e um decréscimo de pluviosidade na região de Petrolina. Contudo, caso se configure um aquecimento global no planeta e se esse aquecimento repercutir nas temperaturas superficiais do Atlântico Sul, aumentando-as, especialmente ao largo das águas oceânicas nas proximidades do litoral da África do Sul e da Namíbia, é provável que ocorra na região de Petrolina, não um déficit hídrico, mas ao contrário um aumento da pluviosidade no Sertão do São Francisco até o final do século atual. Jatobá e Silva examinaram essa questão no artigo intitulado A dinâmica climática do semiárido em Petrolina – PE, que se encontra submetido para publicação na Revista de Geografia Física.

Acreditamos grande a importância do conhecimento aprofundado e completo da região onde está sendo desenvolvido o trabalho de tese, seja ele numa escala maior, ou mesmo em pequenos espaços, pois só dessa maneira tem-se um pouco mais de informação sobre as consequências do resultado do trabalho e sobre os ambientes locais. Dessa forma, é necessária a continuidade de estudos neste âmbito, geomorfológico e agroclimático para que se possa prever e planejar a agricultura na região de uma forma mais realista.

5.6. O processo histórico de ocupação do espaço regional

O processo histórico de ocupação de qualquer espaço, que transforma este em espaço geográfico é atualmente considerado como um item necessário para a análise geoambiental, haja vista que quando os seres humanos passam a ocupar e a utilizar o espaço natural, promovem modificações sensíveis na paisagem. Percebem-se essas alterações sobretudo na destruição da cobertura vegetal, na aceleração dos processos erosivos, assoreamento dos cursos de água entre outros aspectos da natureza.

A ocupação do interior do Nordeste brasileiro, inclusive o espaço semiárido, segundo Andrade (1979), foi determinada pela necessidade de prover a área açucareira de animais para o trabalho e alimento, e teve origem em duas partes, Salvador e Olinda. Andrade (1979), analisando a ocupação do interior pela expansão da pecuária nos séculos XVI e XVII, considerou dois fluxos de penetração da população. O primeiro, designado Penetração Pernambucana, partiu de Olinda, indo pelas áreas costeiras de PE e Al, adentrando pela margem esquerda do São Francisco e chegando a grande parte do sertão. O segundo fluxo partiu de Salvador-BA pela área costeira e avançou pela margem direita do São Francisco, desembocando na área onde hoje situa-se Petrolina. Tal fluxo foi chamado de Penetração Baiana (Figura 64).

Faz-se necessário reforçar que a pecuária foi o principal fator econômico que motivou a ocupação do interior do Nordeste, no período colonial, e desta ocupação vieram todas as outras formas de trabalho e obtenção de renda que dela foram desdobrados. Ao chegar ao Rio São Francisco, a penetração para o interior de Pernambuco remontou à margem direita até a porção a jusante da então Cachoeira de Paulo Afonso, onde encontrou outros grupos oriundos da Bahia e que da foz haviam alcançado a nascente dos rios Vasa Barris, Itapiaru, Real e Paraguaçu, transposta a chapada Diamantina e descido às margens do grande rio.

Figura 64. Fluxos de penetração da população para o interior do Nordeste, no século XVI e XVII, apresentando a Penetração Baiana (linha contínua) e a Pernambucana (linha pontilhada).



Fonte: Souza (1996)

As condições geográficas e socioeconômicas do semiárido pernambucano foram examinadas ao longo do século XX por diversos autores, tais como Melo (1958), Melo (1978), Melo (1987), Duque (2004) e Andrade (2005). Os rios, na época do início da produção do espaço geográfico nordestino, e em especial o de Pernambuco, desempenharam um papel de grande importância. A propósito, Melo (1987) ao realizar um estudo sobre a tipologia de cidades pernambucanas, salienta que:

“Não é dizer novidade que observar que é em suas seções média e inferior que, graças a uma drenagem mais hierarquizada, os cursos d’água representam caminhos mais definidos capazes de ordenar os fatos representativos da presença e das atividades do homem, inclusive os referentes às localizações do habitat concentrado do tipo urbano (...) Para explicação desse fato, é preciso ter em vista que às margens dos rios, as áreas cultiváveis limitam-se a uma fimbria estreita ao longo dos cursos, nela se fazendo a cultura dos “baixios” e a chamada das “vazantes”. Atraindo a agricultura, os trechos da rede hidrográfica funcionam como linhas de adensamento do povoamento rural.” (MELO: 1987, p. 194).

O território no qual se insere o atual município de Petrolina teria sido desbravado inicialmente por frades franciscanos, que exerciam a catequese dos índios daquela região.

O processo de ocupação da área do curso médio do São Francisco remonta ainda da caminhada com o gado, nas redondezas das pequenas cidades, em busca de água. A evolução do espaço rural do médio São Francisco passou a seguir uma lógica de mercado para venda de produtos alimentícios frescos quando as primeiras iniciativas começaram a tomar corpo, após a segunda metade da década de 70, quando o DNOCS deu início às áreas e perímetros irrigados do São Francisco. Os projetos da margem esquerda do São Francisco, como o Tourão e Mandacarú ocuparam as terras baianas antes mesmo dos que foram

instalados em Petrolina, porém, mesmo assim, salta aos olhos a modernidade e pujança que a atmosfera Pernambucana exala nas áreas ocupadas com atividade agrícola com irrigação.

A atividade econômica agrícola ao longo de toda a margem do São Francisco, mesmo temporária, foi muito importante para os moradores daquela região, pois permitiu que os mesmos recebessem de forma natural o advento da irrigação. Apesar das experiências com agricultura de vazantes, os irrigantes instalados no início dos perímetros irrigados nem sempre desenvolveram seus negócios de forma sustentável, pois apesar da atividade agrícola ser semelhante, a introjeção na cadeia produtiva irrigada exigiria deles uma maior capacidade empreendedora, o que pouco ocorreu nos primeiros projetos irrigados em Petrolina, como Nilo Coelho e Bebedouro.

5.7. Projetos irrigados instalados na região e o projeto pontal

Os projetos governamentais mais recentemente instalados possuíam uma visão diferenciada dos anteriores, levando em consideração as aptidões de cada morador original da área e permitindo a associação das áreas irrigadas com as áreas dependentes de chuva. Nesse contexto, nasce o Projeto Pontal Norte e nele são reassentados os próprios produtores originais em suas próprias áreas, com direito a um ponto de água com vazão para a criação de animais e participação nas áreas de pulmões verdes, espaços coletivos de produção de forragem para a caprinovinocultura que é a atividade de maior sucesso e retorno financeiro para a área dependente de chuva atualmente. Nessa dinâmica agrícola surgem as dinâmicas sociais, como a compra e venda de esterco da caprinovinocultura e com ela a possibilidade de empobrecimento dos solos locais, motivo pelo qual surgiu a preocupação em resgatar e aprimorar o uso dos resíduos orgânicos nas unidades produtivas, no intuito de reverter esse processo.

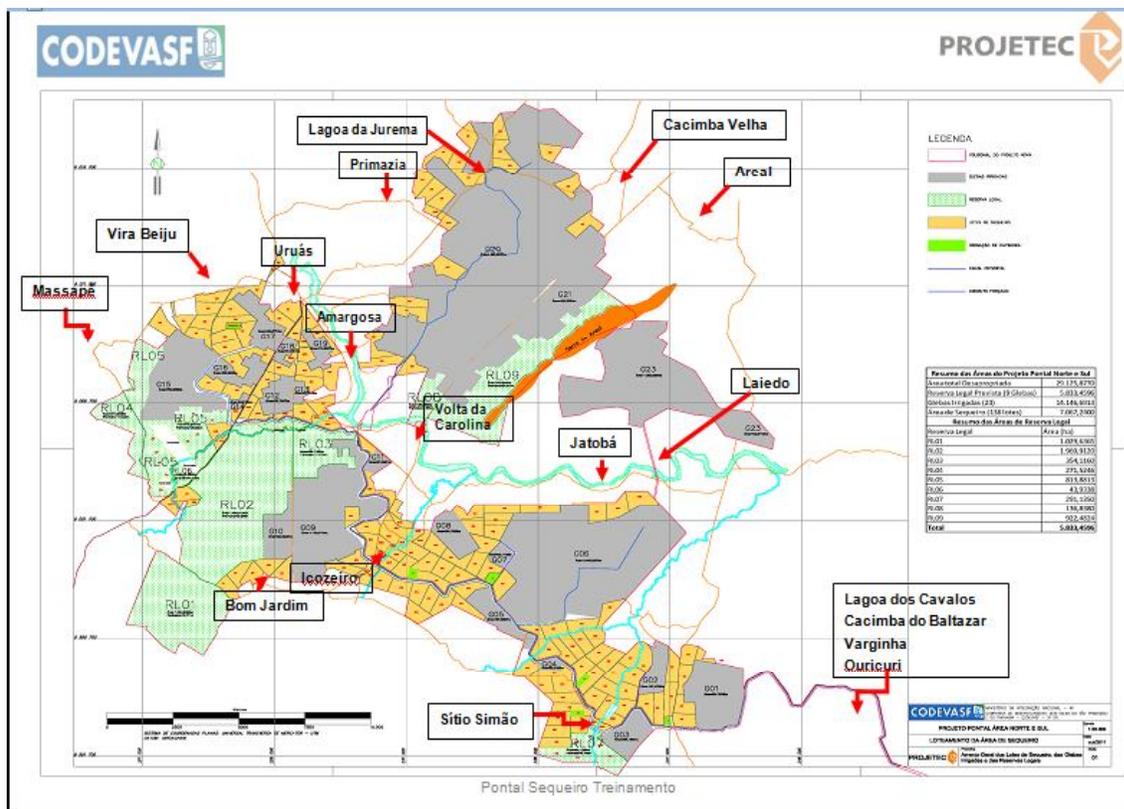
Petrolina é um município localizado no Sertão Pernambucano, nas margens do Rio São Francisco, que em 2010, segundo dados oficiais fornecidos pelo IBGE, possuía uma população de 293.962 pessoas. O Município ocupa uma área territorial de 4.561,872km², com densidade demográfica da ordem de 64,44 hab/km². A última estimativa publicada pelo IBGE aponta para um aumento na população para 331.951 habitantes em 2015, o que resultará numa densidade demográfica de 72,77 hab/km² (IBGE, 2016).

O crescimento do município de Petrolina deve-se principalmente ao advento da ampliação da fronteira agrícola irrigada em seu território, resultante das condições ambientais favoráveis e ações desenvolvidas ali tanto pelo Poder Público quanto pela iniciativa privada. Os projetos de irrigação, iniciados em 1975, colaboraram em muito para a geração de empregos e melhoria da capacidade produtiva agrícola da região, trazendo investimentos de diversas ordens e migração de pessoas de vários locais, estimulando a migração interna populacional.

O Projeto Pontal foi concebido em sua essência de forma diferente de outros projetos, por uma equipe de trabalho com larga experiência em projetos irrigados, causas de fracassos e de sucesso. Por isso a certeza dos ganhos sociais e econômicos com o Pontal como projeto irrigado foi realmente diverso dos outros projetos irrigados, mesmo tendo como intuito o acesso à água para produção agrícola e criação de animais.

No Projeto Pontal, diferente das propostas praticadas em outros perímetros irrigados, a área foi desapropriada e distribuída entre 24 glebas irrigadas, 8 glebas de reserva legal e 147 lotes de sequeiro, além das áreas ocupadas por canais, estradas e obras correlatas (Figura 65). É importante salientar que esses lotes de sequeiro foram ocupados pelas famílias que já viviam na área do Pontal ou os seus descendentes, no intuito de causar menos danos sociais às famílias que ali viviam.

Figura 65. Mapa do Projeto Pontal, destacando as comunidades presentes no espaço geográfico determinado para a instalação do Projeto.



Fonte: CODEVASF

Essas famílias seriam integradas ao sistema produtivo da parceria público privada, objetivada com o projeto, mantendo no entanto a sua residência e atividades anteriormente desenvolvidas como criação de caprinos e ovinos.

A concepção diferenciada do Projeto Pontal trouxe esperança que fosse algo transformador da realidade de centenas de famílias ali viventes (Figura 66). Porém alguns percalços surgidos no processo de reocupação e instalação da empresa âncora no local impediram que o Projeto Pontal se tornasse o que havia sido planejado. Logo após a instalação dos primeiros viveiros de mudas que seriam usados nas áreas empresariais fruto da parceria público-privada (PPP) prevista no projeto houve invasões de terras adjacentes às áreas dos viveiros e depredação destes, com furtos de equipamentos e materiais, inviabilizando o andamento das atividades.

As disputas por terras irrigadas no interior de Petrolina foram uma que pretendia ser o Projeto Pontal, obra de todo o investimento financeiro e humano que já caminhava há mais de 10 anos. A condição socioeconômica das pessoas que vivem no Semiárido, especialmente na região de Petrolina, mostra-se altamente variável do ponto de vista econômico e social. Observam-se nichos de emprego bem remunerado, condições de trabalho favoráveis e promissoras, com índices de qualidade consideráveis são profundamente paradoxais com as centenas de comunidades dispersas pela caatinga, onde até a água, recurso essencial à sobrevivência humana, é escassa e de péssima qualidade (Figura 67). Vivenciar essas duas realidades, deixa claro o quanto as condições extremas podem levar as pessoas a terem condições de vida totalmente distintas e como isso pode significar o fim de algumas gerações em detrimento da prosperidade e padrão de vida de outros.

Figura 66. Estrada que atravessa o Projeto Pontal, detalhe para o canal de irrigação com água presente.



Foto: Alineaurea Florentino Silva

Figura 67. Residências de diferentes características presentes no Projeto Pontal.



Foto: Alineaurea Florentino Silva

A adoção de técnicas diferenciadas nos perímetros irrigados, como novos insumos ou mesmo variedades de espécies vegetais ou animais causa normalmente certa apreensão aos produtores, tomados de muita insegurança quanto ao que podem aferir com a atividade agropecuária, frequentemente pouco rentável. Por isso, é essencial que qualquer técnica nova seja partilhada com todos desde a sua primeira visualização até todas as consequências advindas de seu uso. Desse modo, pode-se reafirmar a importância dos trabalhos de pesquisa participativa nos perímetros irrigados, mesmo com o aporte da assistência técnica local, o que favorece ainda mais o entendimento e a adoção das práticas e técnicas demonstradas.