

ANÁLISE GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA DA BACIA DE DRENAGEM DO AÇUDE PAULO SARASATE VARJOTA-CEARÁ/BRASIL

GEOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL ANALYSIS OF THE DRAINAGE BASIN OF THE PAULO SARASATE WEIR VARJOTA-CEARÁ/BRAZIL

ANÁLISIS GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO DE LA CUENCA DE DRENAJE DEL EMBALSE DE PAULO SARASATE VARJOTA-CEARÁ/BRASIL

ERNANE CORTEZ LIMA ¹
CAMILA DA SILVA CARNEIRO ²

¹ Professor do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú/UVA.
E-mail: ernanecortez@hotmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1744-6928>

² Mestranda do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú/UVA.
E-mail: camila.carneiro1997@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9772-9732>

Recebido 02/02/2021

Enviado para correção 04/03/2021

Aceito 05/04/2021

RESUMO

Este artigo refere-se a análise geológica e geomorfológica da bacia de drenagem do açude Paulo Sarasate, com área de 3.501 km² a oeste do estado do Ceará. Após a interpretação de imagens de satélite Landsat 8 elaborou-se mapas temáticos tendo como apoio as folhas Sudene/DSG SB.24-V-B-1 (Santa Quitéria) e a SB.24-V-A-III (IPU) na escala 1:100.000. A metodologia utilizada foi a análise sistêmica através de levantamento bibliográfico, cartográfico e trabalho de campo. Foram identificadas 4 Unidades Geoambientais: a Depressão Sertaneja, a Planície Fluvial do Rio Acaraú, os Maciços Residuais e o Planalto Sedimentar da Ibiapaba. O artigo tem início com a caracterização geológica e finaliza com a integração dos componentes geomorfológicos, permitindo estabelecer relações entre as formas e depósitos herdados de períodos geológicos anteriores, bem como as tendências evolutivas presentes.

Palavras-chave: Geologia. Geomorfologia. Bacia de Drenagem. Açude Paulo Sarasate.

ABSTRACT

This article refers to the geological and geomorphological analysis of the drainage basin of the Paulo Sarasate reservoir, with an area of 3,501 km² west of the state of Ceará. After the interpretation of Landsat 8 satellite images, thematic maps were elaborated with the support of the Sudene/DSG SB.24-V-B-1 (Santa Quitéria) and SB.24-V-A-III (IPU) sheets on the 1:100,000 scale. The methodology used was systemic analysis through bibliographic survey, cartographic and field work. Being possible the identification of 4 Geoenvironmental Units: the sertaneja depression, the river plain of the Acaraú River, the residual massifs and the Sedimentary Plateau of Ibiapaba. It begins with geological characterization and ends with the integration of geomorphological components, allowing to establish relationships between the forms and deposits inherited from previous geological periods, as well as the evolutionary trends present.

Palavras-chave: Geology. Geomorphology. Drainage. Dam Paulo Sarasate.

RESUMEN

Este artículo se refiere al análisis geológico y geomorfológico de la cuenca de drenaje del embalse de Paulo Sarasate, con una superficie de 3.501 km² al oeste del estado de Ceará. Después de la interpretación de las imágenes satelitales landsat 8, se elaboraron mapas temáticos con el apoyo de las hojas Sudene/DSG SB.24-V-B-1 (Santa Quitéria) y SB.24-V-A-III (UIP) en la escala de 1:100.000. La metodología utilizada fue el análisis sistémico a través de la encuesta bibliográfica, la cartografía y el trabajo de campo. Siendo posible la identificación de 4 Unidades Geoambientales: la depresión sertaneja, la llanura fluvial del río Acaraú, los macizos residuales y la Meseta Sedimentaria de Ibiapaba. Comienza con la caracterización geológica y termina con la integración de componentes geomorfológicos, permitiendo establecer relaciones entre las formas y depósitos heredados de períodos geológicos anteriores, así como las tendencias evolutivas presentes.

Palavras-chave: Geología. Geomorfología. Cuenca de Drenaje. Presa Paulo Sarasate.

INTRODUÇÃO

O estudo geológico e geomorfológico da área em estudo é de suma importância uma vez que estes variam desde o controle lito-estrutural de arcabouço geológico que remonta ao Pré-Cambriano até os processos morfodinâmicos atuais. A análise desses processos, obtidos através de sensoriamento remoto, cálculos morfométricos e campo denotam a estreita relação entre essas duas unidades. O artigo em voga procura discutir em parte a evolução geomorfológica regional onde está inserida a área da pesquisa analisando as características e limitações a respeito das concepções sobre geocronologia das unidades geológicas como também o tectonismo cenozóico.

A interpretação dos processos que atuam nas diferentes feições geoambientais do contexto do semiárido pode facilitar o ordenamento territorial, contribuindo, assim, para um melhor aproveitamento das potencialidades e a minimização dos efeitos negativos decorrentes da exploração contínua dos recursos naturais.

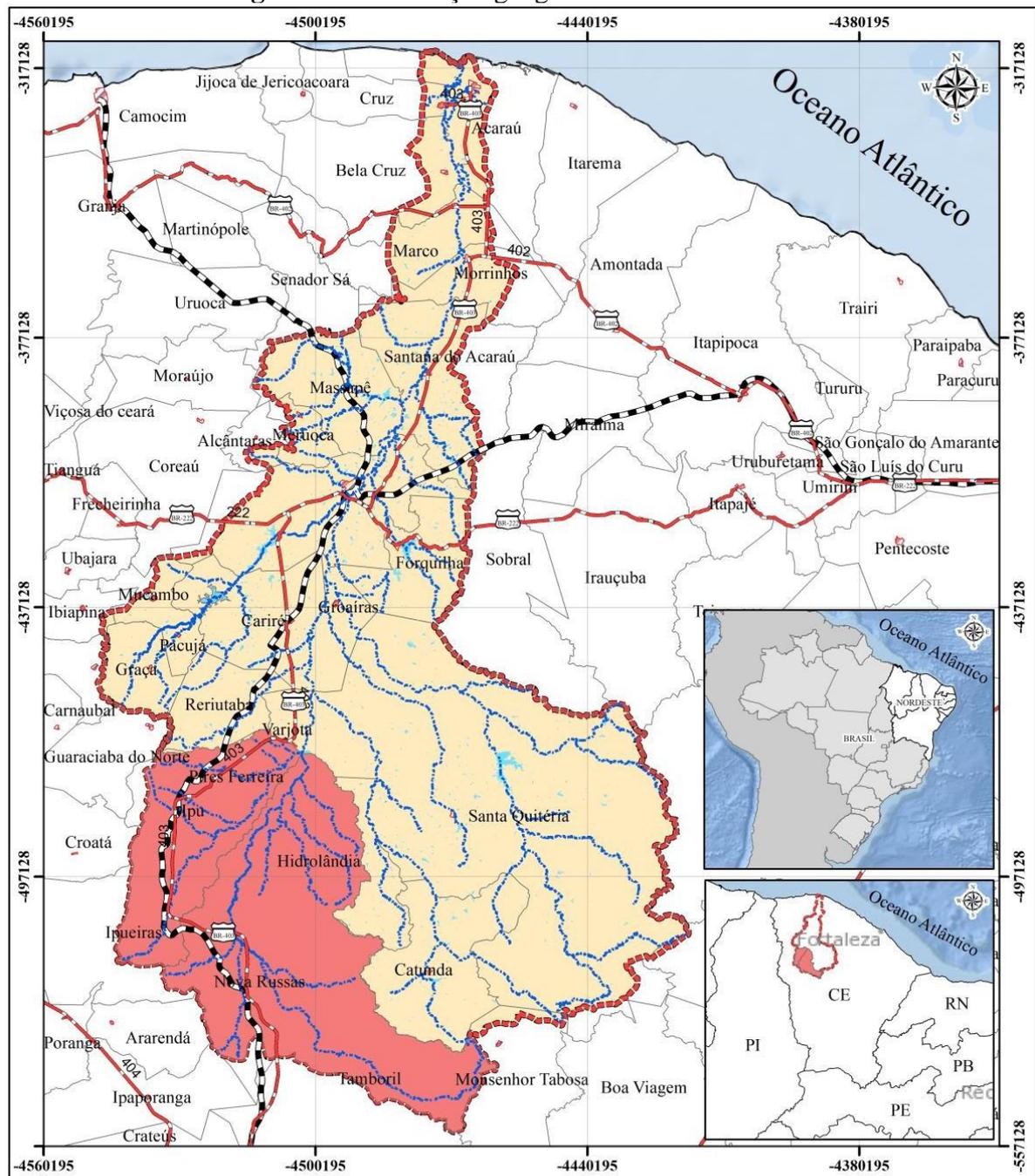
A partir da análise geoambiental pode-se contemplar, avaliar e caracterizar os diversos componentes geoambientais da área, suas formas paisagísticas e formas de uso e ocupação da terra e condições socioeconômicas, representando-as através de mapeamentos temáticos.

LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia de drenagem do açude Paulo Sarasate situa-se a oeste do estado do Ceará entre as seguintes coordenadas: lat: 4° 9' 50" e long: 40° 49' 4" W e lat: 4° 58' 19" e 40° 4' 6" (S), a 300km de Fortaleza. Trata-se de uma área bem expressiva, com 3.501 km², tendo como rio principal o rio Acaraú e treze sub-bacias, formando um sistema complexo de cursos d'água, entre estes, rios e riachos intermitentes subperenes comandados pela semiaridez. Na área estão inseridos nove municípios, cuja população varia de dez a quarenta mil pessoas, de acordo com dados do IBGE (2010). A BDAPS está encaixada na bacia hidrográfica do rio Acaraú, sendo a segunda bacia mais importante do estado. Seu direcionamento é voltado para o norte do estado, com drenagem do tipo exorreica, mais precisamente o município de Acaraú (litoral) onde encontra-se com o oceano Atlântico (ver figura 1).

Vale ressaltar que a bacia de drenagem do açude Paulo Sarasate apresenta relevos diferenciados do ponto de vista geomorfológico, contribuindo para uma melhor compartimentação física das unidades, são eles o Planalto da Ibiapaba a oeste da área da pesquisa, os Maciços Residuais ao sul, a Depressão Sertaneja ao centro e as planícies fluviais dispersas pela depressão. Sem dúvida o uso e ocupação desses ambientes certamente são análogos apesar de estarem situados no semiárido cearense.

Figura 1 - Localização geográfica da área de estudo.



Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Açude Paulo Sarasate - Ceará - Brasil



Fonte: organizado pelos autores.

METODOLOGIA

Esta pesquisa foi fundamentada na análise geossistêmica, que, por sua vez, tem suas bases teóricas justificadas na Teoria Geral dos Sistemas, cujos critérios consideram as relações mútuas entre os componentes de um sistema visando analisar o estado de interrelações e interdependências entre os sistemas natural e humano, procurando definir a sensibilidade e a resistência do ambiente.

A análise sistêmica foi aplicada no desenvolvimento dessa pesquisa, uma vez que a abordagem interdisciplinar atende as relações mútuas entre os componentes de um sistema, procurando analisar o estado das interrelações e interdependências entre os sistemas natural e humano, procurando determinar a sensibilidade e a resistência do ambiente.

Thornes e Brunsten (1977) afirmam que o sistema é como “um conjunto de objetos ou atributos e das suas relações, organizados para executar uma função particular”. Portanto, entende-se o sistema como operador que, durante um determinado tempo, recebe o “input” (entrada) e o transforma em “output” (saída). Já Sotchava (1962), Bertrand (1972), Tricart (1977) Christofolletti (1989) e Troppmair (1989) desenvolveram estudos integrados da paisagem, tendo como fundamentação teórico-metodológica a Teoria Geral dos Sistemas, voltadas para estudos geossistêmicos, em que o geossistema é um conceito territorial, uma unidade espacial que pode ser delimitada e analisada em determinada escala. Para Sotchava (1962) afirma que o geossistema é a expressão dos fenômenos naturais, ou seja, o potencial ecológico de um determinado espaço, no qual há uma exploração biológica, podendo aí influenciar também os fatores sociais e econômicos na estrutura e expressão espacial.

Por meio da análise geoambiental pode-se observar, avaliar e caracterizar os diversos componentes geoambientais da área, suas formas paisagísticas e formas de uso e ocupação da terra e condições socioeconômicas, representando-as por meio de mapeamentos temáticos. Através do cruzamento de informações alcançadas na análise geossistêmica serão geradas informações no que se refere à obtenção de um diagnóstico, abrangendo-se as limitações e potencialidades dos recursos naturais dessa área.

Conforme Tricart (1977) a significação de sistema é o caminho mais adequado que a geografia física dispõe para realizar estudos ambientais. A bacia hidrográfica como unidade espacial a torna delimitável, onde pode-se identificar, caracterizar e analisar os elementos e/ou atributos, sejam físicos ou socioambientais, suas relações e correlações, sua entrada e saída de matéria e energia. São unidades espaciais de fácil reconhecimento assim como de fácil caracterização, considerando que não há nenhuma área da superfície terrestre que não esteja inserida em uma bacia hidrográfica, sendo possível avaliar as ações humanas que atuam modificando o equilíbrio existente (NASCIMENTO; VILLAÇA, 2008).

PROCEDIMENTOS DA PRODUÇÃO DOS MAPAS

Para a produção do mapa geológico, foram utilizados dados vetoriais da estrutura geológica e das unidades litoestratigráficas disponibilizadas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM (2020), bem como dados complementares do IBGE (2010), COGERH (2008) e DNIT (2011), estes sendo tratados a partir das informações das características litológicas e geocronológicas da área de interesse, os dados consistiam em arquivos vetoriais e raster.

Para a imagem hipsométrica entre a Bacia do Parnaíba e Maciço da Borborema, utilizou-se de fonte matricial do site da EMBRAPA (2015) do sensor *SRTM* esta sendo tratada e editada para fins deste trabalho, bem como o uso de dados vetoriais do site da COGERH (2008) e IBGE (2010).

Na elaboração da imagem com o quadrante da área estudada foi necessário o uso de composição matricial do satélite Landsat INPE (2011) e dados vetoriais da COGERH (2008), estes atualizados para o uso na área estudada.

A composição da imagem do relevo desta porção se dá através do uso de composição matricial *SRTM* do site da EMBRAPA (2015), bem como da COGERH (2008) e IBGE (2010) para a representação do curso fluvial e limites da bacia do Açude Paulo Sarasate.

Para a produção do mapa geomorfológico, foram adaptados os dados referentes à base cartográfica cedida do IBGE (2010), COGERH (2008) e DNIT (2011) e do mapa do projeto Radam Brasil (1981) na escala de 1:1.000.000 folha Jaguaribe/Natal para a complementação das informações a serem descritas.

ASPECTOS GEOLÓGICOS

Conforme o Mapa Geológico do Estado do Ceará – CPRM (2020), com escala de 1:500.000, pode-se identificar 12 unidades litoestratigráficas que são distribuídas em 4 Eras:

A Era **Cenozóica** possui a unidade de depósitos aluviais (*Q2a*), com a presença de argilas, areias argilosas e cascalhos do período Quaternário (1,75 M.A); bem como a identificação de depósitos de colúvio-eluviais (*N2Q1c*), característicos de depósitos de areias, areias argilosas e argilas, do período de transição entre o Quaternário e o Neógeno (2,58 M.A).

A Era **Paleozóica** apresenta o Grupo Serra Grande a unidade Formação Tianguá (*SSgt*) com arenitos finos de cores bege e amarela; a Formação Ipú (*SSgi*) apresenta arenitos de cores bege, branca, rosa e marrom, com granulometria de fina a muito grossa, com siltito e argilito, do período Siluriano (443 – 419 M.A).

Na Era **Neoproterozóica** a unidade Suíte Tauá com litologia (*NP3γ2tu3*) correspondente ao 5 – Corpo Nova Russas: com presença de granitos de cor cinza-claro, de granulação fina a média, porfíricos e isotrópicos; a (*NP3γ2tu4*) correspondente ao 6 – Corpo Anil: com presença de granodioritos e monzogranitos leucocráticos, de cor cinza e granulação grossa. A unidade Plutônica Edicarana (*NP3γ3gb*) possui 4 – Corpo Serrote Gado Bravo: sienogranitos e monzogranitos, de cores cinza e rosa e com texturas faneríticas e porfíricas, isotrópicos a sutilmente foliados, do período Edicarano (635 – 541 M.A). O Complexo Tamboril - Santa Quitéria apresenta a Unidade Granitóide Santa Quitéria (*NP3γtsq*) com litologia quartzos: sienogranítica, monzogranítica e tonalítica e a Unidade Tamboril que apresenta (*NP3γtst*) granítico-migmatítico; o Grupo Ceará destaca a unidade Formação Independência que possui litologia (*NP2ci*) característico de xistos aluminosos e paragneisses do período Criageniano (720 – 635 M.A).

A Era **Paleoproterozóica** apresenta o Complexo Canindé do Ceará com a Unidade Ortognaisse Migmatítico (*PP2cno*) destacando ortognaises de composição granodiorítica, granítica, monzogranítica e por vezes migmatizados e de cor cinza. Contendo anfíbolito e raramente paragneisses migmatíticos; a Unidade Paragnaisse Migmatítico (*PP2cnp*) que apresenta paragneisses e xistos, com níveis ricos em grafita e manganês, sendo pertencentes ao período Riáciano (2500 – 2300 M.A). (ver quadro 1 e mapa 1 de geologia abaixo).

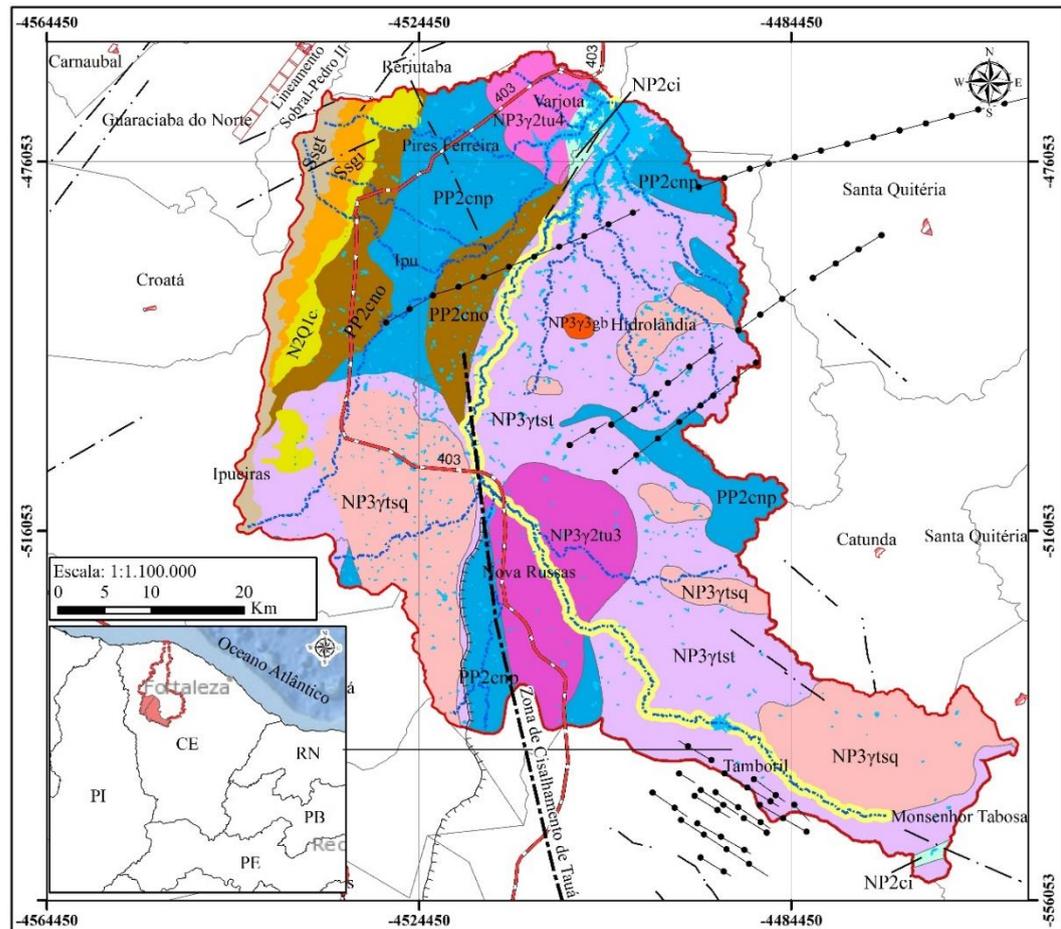
Quadro 1 – Aspectos Geológicos e Geomorfológicos da bacia de Drenagem do Açude Paulo Sarasate.

UNIDADES ESTRUTURAIS E DEPÓSITOS SEDIMENTARES	DADOS GEOLÓGICOS	COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO	CLASSIFICAÇÃO DAS FORMAS	FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS E MODELADO
Sedimentos Cenozóicos de Aluviões	Quaternário (Q2a)	Planície fluvial, várzeas e áreas de acumulação	Formas de acumulação	Planícies e terraços fluviais
	Quaternário/ Neógeno (N2Q1c)			
Bacia Sedimentar Siluriano Cretáceo/ Parnaíba	Siluriano (Ssg e Ssgi)	Planalto da Ibiapaba	Formas dissimétricas com reverso imediato estrutural	<i>Front</i> cuestiforme limitado por escarpa erosiva
Subdomínio Ceará Central Complexo Tamboril/Santa Quitéria	Edicariano (NP3γ2tu3; NP3γ2tu4; NP3γ3gb)	Maçiços Residuais	Formas residuais dissecadas	Maçiços residuais dissecados em feições de colinas e cristas
	Criageniano (NP3γtsq; NP3γtst; NP2ci)	Depressão Sertaneja	Formas deprimidas c/ superfícies erosivas planas ou dissecadas	Depressões periféricas e interplanálticas submetidas a processos de pedimentação
Complexo Canindé do Ceará	Riaciano (PP2cno; PP2cnp)	Depressão Sertaneja		

Fonte: CPRM 2020.

No que diz respeito às estruturas presentes, o levantamento da CPRM (2020) caracteriza a área com presença de diques no setor norte, central e a sudoeste da área estudada. Bem como a presença falhas e da Zona de Cisalhamento de Tauá (ZCT) e a Zona de Cisalhamento Compressional que vai de encontro a de Tauá.

Mapa 1 - Unidades Geológicas da Bacia de Drenagem do Açude Paulo Sarasate.



7

ERA	PERÍODO	UNIDADE	LITOLOGIA
PROVÍNCIA PARNAÍBA			
CENO-ZOICO	Quaternário (Q) (1,75 M.A)	Depósitos Aluviais	Q2a Argilas, arcias argilosas e cascalhos
	Quaternário/Ncôgeno (2,58 M.A)	Depósitos Colúvio-Eluviais	N2Q1c Depósitos de arcias, arcias argilosas e argilas
BACIA SEDIMENTAR SILURIANO CRETÁCEO/PARNAÍBA			
PALEO-ZOICA	Siluriano (443 - 419 M.A)	Formação Tianguá	Ssgt Arenitos finos, cores bege e amarela
		Formação Ipu	Ssgl Arenitos, bege, branca, rosa e marrom
DOMÍNIO SETENTRIONAL/SUBDOMÍNIO CEARÁ CENTRAL			
NEOPROTEROZOICA	Edicariano (635 - 541 M.A)	Suite Tauá	NP3y2tu3 5 - Corpo Nova Russas NP3y2tu4 6 - Corpo Anil
		Plutônicas Ediacaranas	NP3y3gb 4 - Corpo Serrote Gado Bravo: sienogranitos e monzogranitos, cinza e rosa
NEOPROTEROZOICA	Craegiano (720 - 635 M.A)	Complexo Tamboril - Santa Quitéria	NP3ytsq Quartzos: sienogranítica, monzogranítica e tonalítica
		Unidade Tamboril	NP3ytsq Granítico-migmatítico
PALEOPROTEROZOICA	Riaciano (2300 - 2050 M.A)	Grupo Ceará	Formação Independência NP2ci Xistos aluminosos e paragneisses
		Complexo Canindé do Ceará	Unidade Ortognaisse Migmatítico PP2cno Ortognaisses granítico
			Unidade Paragneisse Migmatítico PP2cnp Paragneisses e xistos

Fonte: organizado pelos autores.

ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Na conjunção regional, a formação e evolução do relevo nordestino está condicionada aos episódios que deram origem à margem continental do Ceará, a qual teve início no final do Jurássico. Entre o Jurássico e o Barremiano, ocorreram esforços distensivos que preparavam a ruptura entre a América do sul e a África, criando uma série de rifts do sistema Cariri/Potiguar (Claudino Sales e Peulvast, 2007).

Ao final do Neocomiano as deformações associadas à abertura oceânica saltaram do segmento leste do Atlântico Sul em direção ao Atlântico Equatorial, e os rifts abortaram. Mas a deformação se prolongou ao curso do Aptiano e Albiano a norte e nordeste, tendo sido responsáveis pela gênese da margem continental transformante do nordeste (BETARD et al., 2007). Entendendo com mais acuidade a formação desses relevos, recorre-se a estudos associados à Bacia Paleozóica do Parnaíba e o noroeste do Ceará, onde está embutida a área em estudo (entorno do açude Paulo Sarasate – Varjota-CE, ver mapa 2 de geomorfologia).

A Bacia Paleozóica do Parnaíba, que resulta de forças associadas à dispersão do megacontinente Panotia (DANTAS et al., 1999 *apud* CLAUDINO SALES e PEULVAST, 2007), situa-se nos confins ocidentais do Ceará e apresenta cotas altimétricas de 700 a 900m, fato este que sugere que ela sofreu também processos de inversão topográfica, até próximo da costa.

Na intenção de explicar deformações nessa bacia e no embasamento adjacente, alguns autores (SZATMARI et al., 1987; SZATMARI, FRANÇOLIN, 1987; DESTRO et al., 1994; BELTRAME et al., 1994 *apud* PEULVAST e CLAUDINO SALES, 2002) indicaram a ocorrência de reativações mesocretáceas (pós-albianas) das zonas de cisalhamento brasileiras em função da atividade de falhas oceânicas, cujo prolongamento na zona costeira é mais ou menos conhecido – e. g. o lineamento Sobral – Pedro II no noroeste do Ceará e as zonas transformantes de Romanche e Chain.

Entretanto, a reativação da falha Sobral – Pedro II orientada SW-NE parece estar associada somente ao soerguimento da parte setentrional da bacia, pois o escarpamento que caracteriza sua borda, modelada em glint, se estende do norte ao sul por mais de 500 km. Parece provável então que no sul do Ceará a bacia do Parnaíba tenha sido soerguida solidariamente com a bacia cretácea do Araripe e os maciços centrais do Ceará.

A reativação da falha Sobral – Pedro II também produziu deformações no noroeste do estado, no prolongamento dos grábens paleozóicos de Jaibaras e Ubajara (SZATMARI et al., 1987; DESTRO et al., 1994 *apud* CLAUDINO SALES e PEULVAST, 2002). Essa deformação é registrada pela presença da formação paleozóica Serra Grande (que representa a parte basal da bacia do Parnaíba) no gráben de Ubajara. A reativação cretácea do gráben de Jaibaras parece ter sido acompanhada e seguido pelo rebaixamento em relação aos relevos vizinhos de um largo corredor no entorno do qual foi desenvolvida uma superfície de aplainamento com inselbergs, a “Superfície Infrapaleozóica” (CLAUDINO SALES, 2002; PEULVAST, CLAUDINO SALES, 2000).

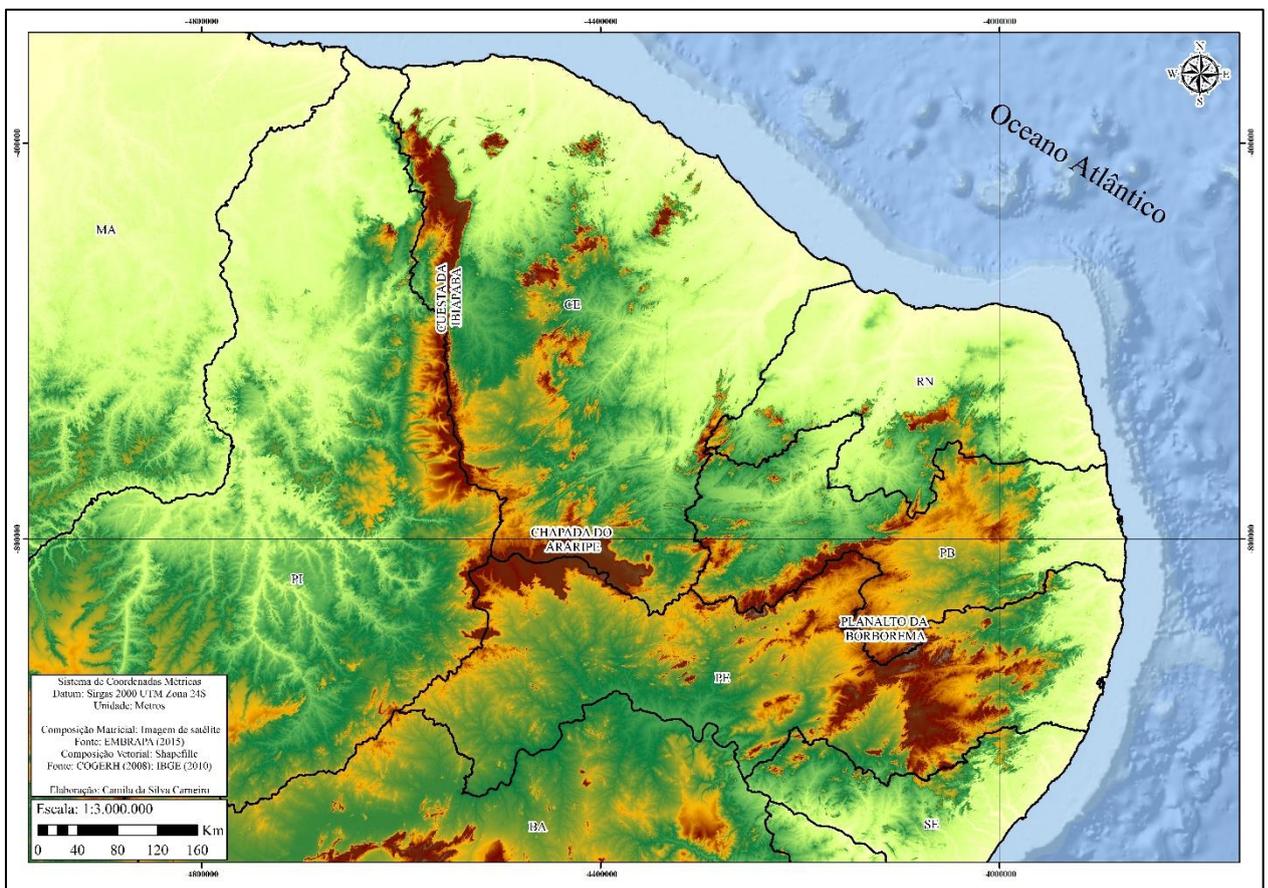
A altitude da superfície Infrapaleozóica, exumada e destruída ao curso da inversão de relevo da borda da Bacia do Parnaíba para dar lugar à superfície sertaneja – menos de 100m no graben de Morrinhos e da ordem de 700m a oeste e ao sul de Sobral – indica que essa região sofreu não apenas os movimentos diferenciais associados aos rejeitos, mas também a ação da flexuração marginal a nordeste.

Ressalta-se que a área em estudo está embutida a oeste do anfiteatro que delinea o Nordeste o qual possui 450 km² aberto em direção ao mar, abrangendo a Paraíba, todo o Ceará e parte do Rio Grande do Norte, compreendendo um conjunto complexo de formas estruturais soerguidas em direção ao sul sendo trabalhadas pela erosão (CLAUDINO-SALES, 2002). Por ausência de um grande escarpamento, vários outros elementos morfoestruturais,

em particular a morfologia regional em anfiteatro, apresentando escarpamentos elevados enquadrando regiões deprimidas, permitem distinguir diferentes compartimentos morfoestruturais resultantes da abertura oceânica cretácea (CLAUDINO-SALES, 2016).

Quanto aos terrenos elevados do anfiteatro, esses correspondem ao ombro NW do rift intracontinental Cariri/Potiguar (os maciços descontínuos do Ceará central) e o ombro SE (o Maciço da Borborema), fortemente atacados pela erosão. Recortando esse conjunto, a fachada oceânica aparece composta, comportando a leste e ao centro a vasta área da bacia Potiguar, e a oeste, o ombro sul da abertura transformante Atlântida, sob a forma de um alinhamento de maciços (os Maciços de Baturité, Irauçuba e Meruoca, que se soerguem a partir do sopé de um largo pediplano modelado no embasamento Pré-Cambriano, posteriormente recoberto ao norte por sedimentos neogênicos, a Formação Barreiras) (CLAUDINO-SALES, 2016; Ver figura 2).

Figura 2 - Imagem do Anfiteatro entre a Bacia do Parnaíba e o Maciço da Borborema com 450 km² aberto em direção ao mar.

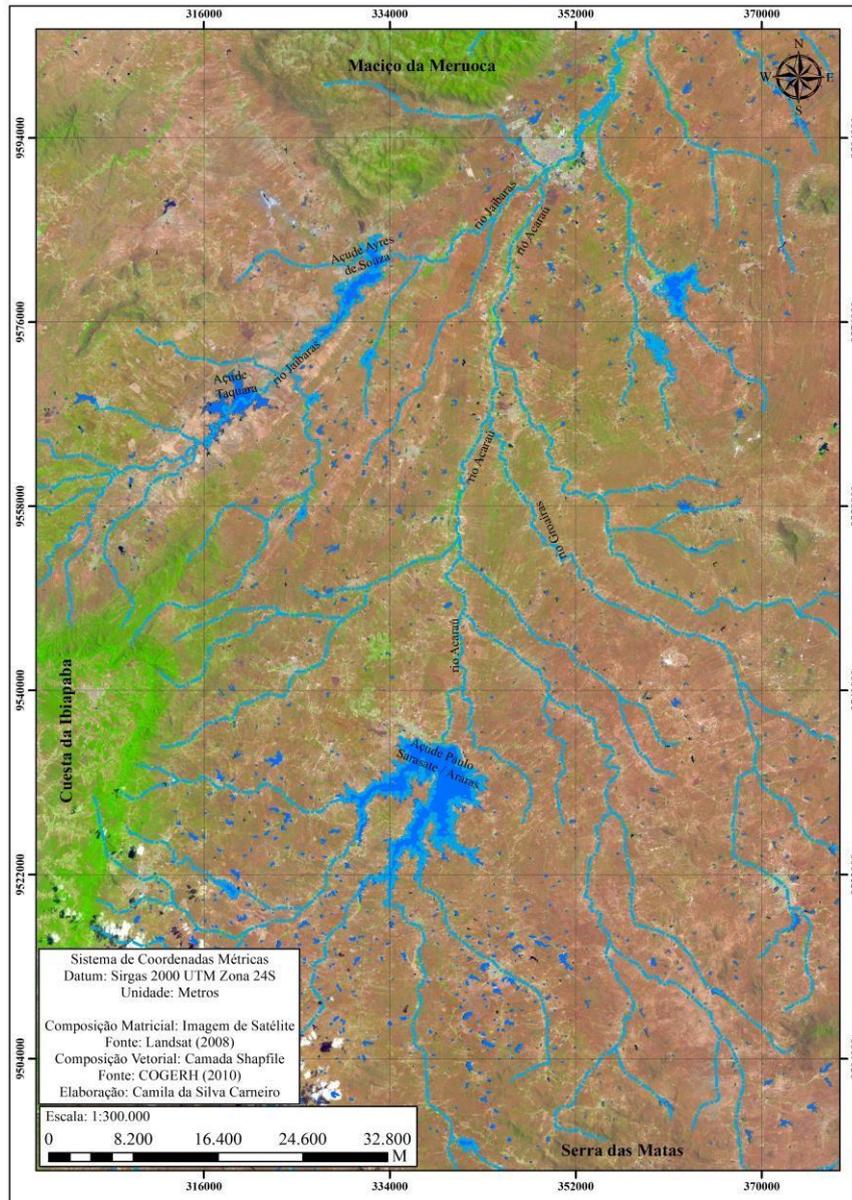


Fonte: SRTM. Elaborado pelos autores.

O quadrante estabelecido para a pesquisa encerra quatro unidades geomorfológicas respectivamente representadas pelo Planalto da Ibiapaba (Formação Serra Grande), Superfícies de Aplainamento (Depressão Sertaneja) a Planície Fluvial do rio Acaraú e Maciços Residuais, representado pelo Maciço Residual da Serra das Matas (Ver figura 3).

Para a descrição das unidades geomorfológicas da área em estudo considerou-se, a princípio, os critérios utilizados para a identificação das unidades em nível regional, ou seja, a homogeneidade das formas de relevo e o posicionamento altimétrico relativo.

Figura 3 - Quadrante da área da pesquisa com as coordenadas geográficas, no meio da imagem o Açude Paulo Sarasate.



Fonte: SRTM. Elaborado pelos autores.

O Planalto Sedimentar da Ibiapaba representa um dos mais significativos compartimentos de relevo do Ceará, cujo escarpamento compreende o rebordo oriental da bacia sedimentar do Maranhão – Piauí (SOUZA, 1988).

O rebordo da Ibiapaba constitui o “front” de declive bastante íngreme que contrasta para leste com os terrenos rebaixados da Depressão Ocidental do Ceará. Esse fato dá ensejo à ocorrência aqui de um dos mais sugestivos exemplos de áreas de eversão do relevo brasileiro.

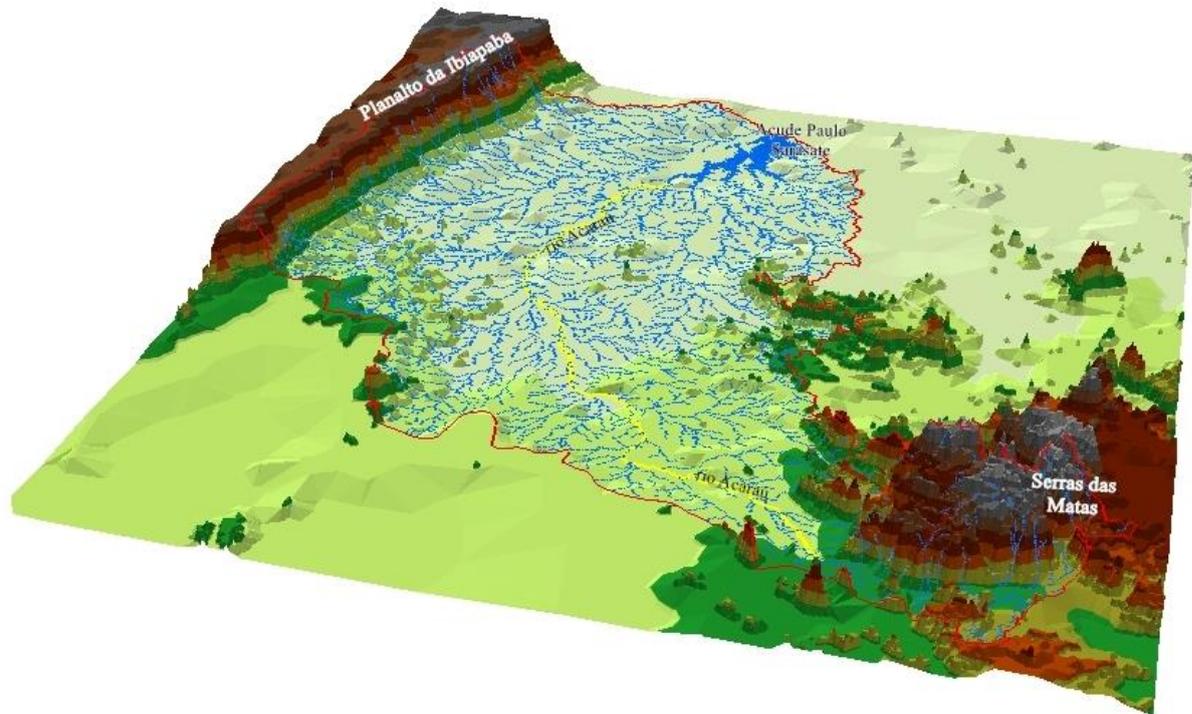
A escarpa da Ibiapaba se orienta para NNW, representando um bloco dissimétrico, cujas camadas de topo mergulham suavemente para oeste no sentido do eixo da bacia. Trata-se então do reverso que, até certa distância, apresenta características intrinsecamente associadas à estrutura geológica.

No front, o embasamento apresenta-se soerguido com rochas quartzíticas, predominando até a altitude superior a 500 m, capeada por uma cornija de declives verticais.

As chuvas do tipo orográficas estabelecem os processos químicos, condicionando os solos a um material mais espesso, apresentando uma vegetação arbórea.

A rede de drenagem é bastante significativa, sendo responsável por inúmeras nascentes de rios anaclinais e alimentando rios ortoclinais como o Coreaú e o Acaraú. (Ver figura 4).

Figura 4 - Planalto da Ibiapaba, Depressão Sertaneja, Planície Fluvial do rio Acaraú e Insetbergs.



Fonte: SRTM.

A Depressão Sertaneja dispõe-se na periferia dos planaltos sedimentares e dos Maciços Residuais ou embutidas entre estes. Trata-se, segundo Souza (1988), da unidade de maior extensão territorial com ampla distribuição por todos os estados nordestinos. São marcadas pela primazia de topografias planas ou levemente onduladas quando os níveis altimétricos têm altitudes médias, 130 – 150 m. Em maiores altitudes, a 300 m, a dissecação é mais evidente, isolando interflúvios de feições colinosas, tabuliformes ou lombadas.

Para Claudino Sales e Peulvast (2007), uma tal disposição morfoestrutural foi herdada da extensão intracontinental do Neocomiano-Barremiano e da deformação transformante equatorial do Barremiano-Albiano, que resultaram na abertura oceânica no Cretáceo Superior, seguidas por inversões de relevo ao final do Cretáceo.

Esses dispositivos morfoestruturais apresentam topografias antigas, pré-cenomanianas, em posição topográfica deprimida, meio exumadas, meio inumadas, comportando grandes aplainamentos com inselbergs no plano de Superfície Sertaneja, no entorno de vestígios de ombros (horsts) de rifts do eixo Cariri/Potiguar.

Essas superfícies mostram que a diferenciação dos grandes volumes de relevo da margem continental em questão, bem como a modelagem das baixas superfícies, foram adquiridas ou preparadas desde o Cretáceo. Na sequência, a ação erosiva, a flexura marginal e talvez também o vulcanismo terciário apenas reorganizaram e, de maneira bastante modesta e/ou localizada, esses dispositivos morfoestruturais (CLAUDINO-SALES e LIRA, 2011).

Conforme Claudino sales e Peulvast (2002), as terras emersas são ricas em superfícies de aplainamento, fracamente diferenciadas, horizontalizadas, pouco inclinadas e, mais frequentemente, de altitude média à baixa. Encontram-se, frequentemente, dissecadas e degradadas, mas subsistem na paisagem como interflúvios planos ou de topografia acidentada, às vezes como simples níveis de cristas ou “Gipfleur” – ainda que, nesse caso, a relação com antigas superfícies de aplainamento tenha sido questionada (ALPES e PENCK, 1919 *apud* PEULVAST e CLAUDINO SALES, 2002) ou recolocada em discussão (região mediterrânea: DUFAURE *et al.*, 1984 *apud* PEULVAST e CLAUDINO SALES, 2002). A longa persistência na paisagem permitiu-lhes desempenhar o papel de superfícies de contato entre o embasamento e suas coberturas, assim como de substrato para o trânsito de sedimentos. Elas conheceram também a renovação de seus regolitos e de seus solos, fato que, aliás, dificulta as numerosas tentativas de reconstituição de suas origens, a partir da consideração apenas das coberturas atualmente preservadas (SIMON-COINÇON, 1999 *apud* PEULVAST e CLAUDINO SALES, 2002).

A presença de elementos sedimentares de referência – depósitos discordantes, frequentemente sem correlação temporal ou francamente diacrônicos, por vezes reduzidos a testemunhos de identificação delicada (GODARD, SIMON-COINÇON, 1994 *apud* PEULVAST e CLAUDINO SALES, 2002) e de formações superficiais características pode facilitar a caracterização das superfícies de aplainamento. Elas exibem em diversos casos a coexistência de elementos de idade e de origens variadas em topografias aparentemente uniformes (MASSIF ARMORICAIN, VENDÉE, GODARD *et al.*, 1994; WYNS, 1994, *apud* PEULVAST e CLAUDINO SALES, 2000).

Por essa razão, essas superfícies são frequentemente mal datadas, inclusive porque existe uma grande confusão acerca da noção mesmo da idade que lhe pode ser aplicada (Idade inicial? Idade final, antes da fossilização ou da dissecação? Idade local das superfícies de discordância ou dos elementos exumados, os únicos realmente datáveis? (DUMONT, 1991). Por outro lado, as superfícies de aplainamento raramente são perfeitas. Os relevos residuais que as cercam e os escarpamentos que delimitam algumas dentre elas podem estar desconectados dos acidentes tectônicos ou dos contatos litológicos que revelam a persistência possível de influências estruturais.

Com respeito ao rebaixamento (*downwearing*) ou regressão (*backwearing*), das formas de relevo, é provável que os dois processos possam atuar simultaneamente, mesmo se, por motivo de ausência de homogeneidade estrutural, os recuos dos escarpamentos pareçam mais fracos e mais lentos que os previstos por L. King (platôs e escarpamentos de Queensland Central, Austrália (YONG e WRAY, 2000 *apud* CLAUDINO SALES e PEULVAST, 2002).

O ponto fraco de muitos modelos clássicos reside no mau conhecimento dos mecanismos mesmo de evolução dos aplainamentos. Nas últimas décadas, preponderou a ideia de um controle dominante das condições próprias das regiões tropicais para o desenvolvimento de superfícies planas, como pedimentos ou pediplanos, geralmente ricos em inselbergs. Após J. Budel (1957), G. Millot (1980) ou ainda M. Thomas (1989), as publicações vêm insistindo sobre o papel das alternâncias a curto e longo prazo (TAYLOR, HOWARD, 1998 *apud* CLAUDINO SALES e PEULVAST, 2002) entre fases climáticas úmidas e quentes, propícias à alteração em profundidade (cripto-alteração), e fases secas ou de vegetação rarefeita, que autorizam a remoção dos mantos de intemperismo e o nivelamento dos desníveis pela ação da erosão areolar, gerando aplainamentos do tipo *etching* (ou *etchplanation*, caracterizado sobretudo pela cripto-alteração) e *stripping* (aplainamento por denudação, essencialmente pela ação areolar).

De acordo com Vitte (2001), quanto à *etchplanação*, as primeiras observações sobre o intemperismo químico e a sua importância para a morfogênese nas regiões tropicais quentes e úmidas devem-se aos trabalhos de Branner em 1886, no Brasil, e Falconer em 1911, na Nigéria.

Esses autores atestaram o papel funcional do manto e do *front* de intemperismo nos processos de denudação e formação das paisagens (VITTE, 2001).

O conceito *etch* foi desenvolvido por Willis (1936, apud ADAMS, 1975) como o resultado da interação entre a corrosão fluvial e a decomposição da rocha na produção do relevo. Este conceito foi aplicado para contrastar com a peneplanação, muito embora o autor considerasse que um peneplano poderia dar origem a uma superfície de *etching*. Willis considerou o intemperismo da rocha um agente de planação, independente da altitude. (VITTE, 2001).

Coube à Wayland (1933, apud VITTE, 2001) a aplicação do conceito de *etchplain* quando trabalhou em Uganda. Para o autor, as peneplanícies em Uganda seriam formadas pela alternância entre as alterações geoquímicas das rochas e a erosão superficial. O processo de *etchplain* seria marcado por uma paisagem profundamente alterada, que posteriormente sofreria a ação de um ciclo erosivo com o saprolito sendo exposto, formando uma planície rochosa. O saprolito apresentaria topografia irregular, estando sujeito a novo ciclo de alteração e de erosão, de maneira que as suas irregularidades seriam paulatinamente expostas à superfície, criando *inselbergs* na paisagem.

Mas a teoria da *etchplanação*, conforme Vitte (2001), foi revolucionada a partir dos trabalhos de BÜDEL (1957, 1963, 1982). Com o conceito de *einebnungsflächen*, ou seja, de *dupla superfície de aplainamento*, Büdel consolidou o papel do intemperismo na análise geomorfológica (THOMAS, 1989, 1994 apud VITTE, 2001).

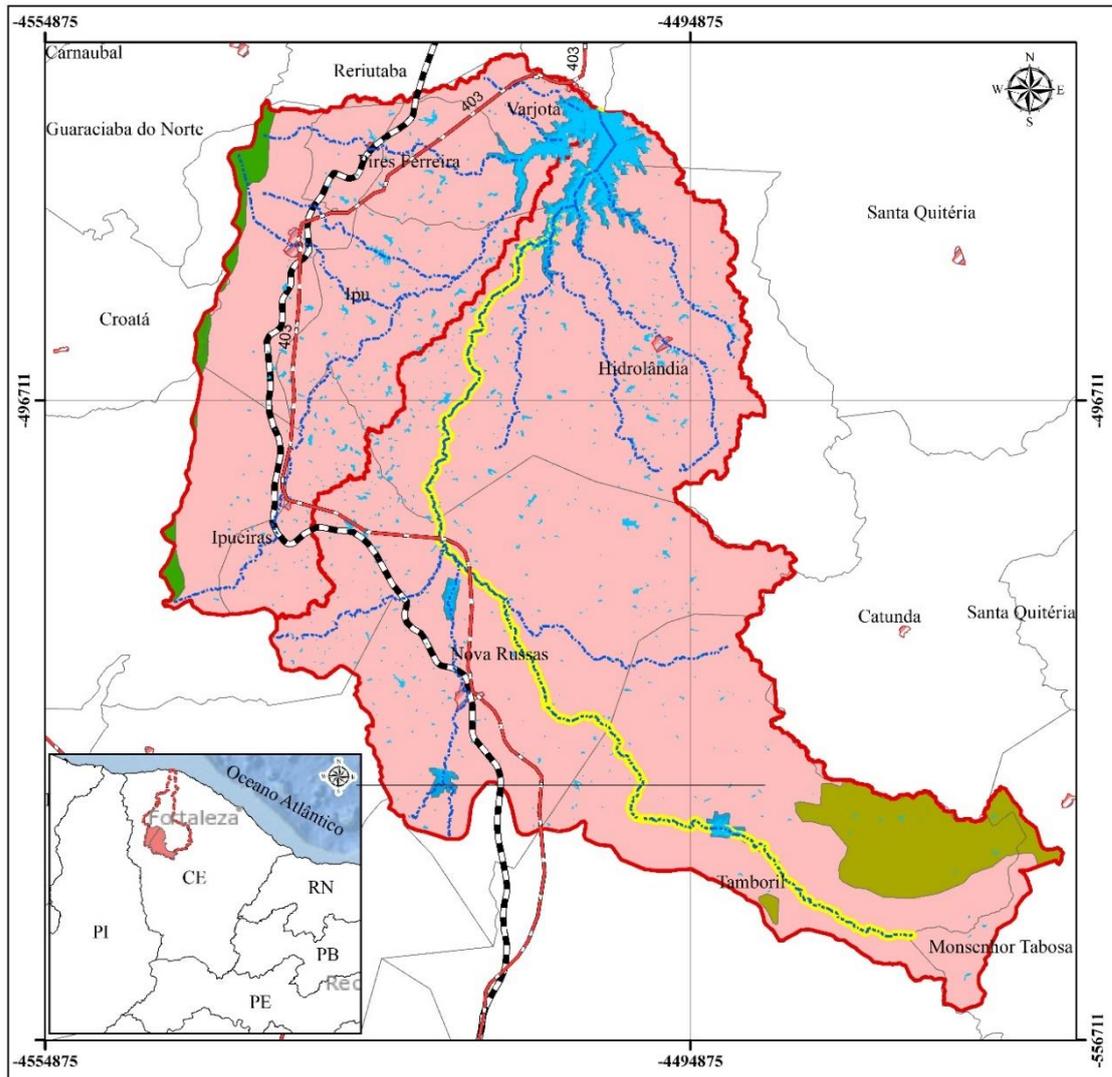
RESULTADOS E DISCUSSÕES

As litologias que compõem a área em estudo são do Pré-Cambriano Superior (Complexo Nordeste) e material do Pré-Cambriano Inferior a médio do Complexo Tamboril – Santa Quitéria, situados entre a falha Sobral – Pedro II e a falha Senador Pompeu.

No setor NW do açude, há a presença de granitos, mas, com relevos rebaixados, existe um maior número de falhas no setor N, NW e SW entre o açude e o Planalto da Ibiapaba, já no setor E e SE, estas diminuem, existindo áreas de cisalhamento, de acordo com dados do Atlas digital e recursos minerais do Ceará escala: 1:500.000 CPRM-2020. Em função da baixa pluviosidade, geralmente em torno de 600 a 800 mm anuais, a vegetação predominante é a caatinga hipoxerófila, nas áreas menos secas e de caatinga hiperxerófila, nas áreas de seca mais acentuada.

O principal sistema atmosférico das condições climáticas no estado do Ceará é a zona de convergência intertropical (ZCIT), onde acontecem as chuvas que correspondem ao verão-outono do hemisfério sul. O período chuvoso no interior do continente configura-se entre os meses de fevereiro a maio, tendo seus índices mais elevados nos meses de março e abril. Esse sistema é proporcionado pela convergência dos alísios de NE no hemisfério norte e de sudeste no hemisfério sul. As amplitudes térmicas em geral não ultrapassam 5°C, referentes aos meses que apresentam as temperaturas mais elevadas de setembro a dezembro.

Mapa 2 - Unidades Geomorfológicas da Bacia de Drenagem do Açude Paulo Sarasate.



Mapa Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Açude Paulo Sarasate - Ceará - Brasil																	
Convenções Cartográficas 		Legenda 															
Escala: 1:1.100.000 0 5 10 20 Km		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Unidades Geomorfológicas</th> <th>Feições Morfológicas</th> <th>Modelados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Planície Fluvial</td> <td>Planície fluvial do médio curso do rio Acaraú</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Depressão Sertaneja</td> <td>Superfície de Aplainamento</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Planalto da Ibiapaba</td> <td>Planalto Sedimentar da Ibiapaba</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Inscelbergs</td> <td>Formas Residuais Dissecadas</td> </tr> </tbody> </table>	Unidades Geomorfológicas	Feições Morfológicas	Modelados		Planície Fluvial	Planície fluvial do médio curso do rio Acaraú		Depressão Sertaneja	Superfície de Aplainamento		Planalto da Ibiapaba	Planalto Sedimentar da Ibiapaba		Inscelbergs	Formas Residuais Dissecadas
Unidades Geomorfológicas	Feições Morfológicas	Modelados															
	Planície Fluvial	Planície fluvial do médio curso do rio Acaraú															
	Depressão Sertaneja	Superfície de Aplainamento															
	Planalto da Ibiapaba	Planalto Sedimentar da Ibiapaba															
	Inscelbergs	Formas Residuais Dissecadas															
Sistemas de Coordenadas Métricas Datum: SIRGAS 2000 UTM Zona 24 S Unidades: Metros Composição Vetorial: Camada Shapefile Nordeste do Brasil Fonte: IBGE (2010), COGERH (2008), DNIT (2011) Elaboração: Camila da Silva Carneiro																	

Fonte: organizado pelos autores.

A rede de drenagem é significativa apesar de comandada pelos processos da semiaridez e com chuvas mal distribuídas no tempo e no espaço, condicionando os rios e riachos a uma drenagem de regime intermitente sazonal, destacando-se o rio Acaraú como principal que apresenta padrão dendrítico e subdendrítico e drenagem do tipo exorréica, aberta para o mar. O açude Paulo Sarasate recebe vários rios e riachos como: Feitosa, Jatobá, Seco, São Francisco, Acaraú, Fuzil, do Mato, Tapagem, Inferno, Mutamba, Mucambo, Tocaia.

Os solos distribuem-se da seguinte forma: predominam os Brunos não cálcicos (Luvisolos) nas colinas sertanejas baixas, apresentando fertilidade natural média a alta; os planossolos solódicos (Planossolos) e litólicos (Neossolos Litólicos) nas baixas vertentes e fundos de vales de fertilidade baixa; os aluviais (Neossolos Aluviais) nas vertentes baixas e fundo de vales com fertilidade alta; nos relevos residuais e pedimentos rochosos os afloramentos de rochas e chão pedregosos. E os (Argissolos) Podzólico vermelho-amarelo nas colinas sertanejas altas.

A Planície Fluvial do rio Acaraú é uma área de exceção dentro do contexto do semiárido cearense, por apresentar condições de solos e de disposições hídricas favoráveis. De acordo com Suguio e Bigarella (1990), as correntes fluviais representam possivelmente um dos mais importantes agentes geológicos que desempenham papel de grande relevância não só na escultura do modelado da superfície terrestre, como também no condicionamento ambiental da própria vida do homem. Powell (1876) *apud* CLAUDINO SALES e PEULVAST (2002) foi um dos primeiros a demonstrar as leis fundamentais da ação fluvial. Esse autor estabeleceu o conceito de nível de base de erosão fluvial, a partir do qual formulou a ideia de ciclo de erosão, que, na fase final, conduziria à peneplanização do relevo. Para Souza (1988), as planícies fluviais são as formas mais características de acumulação decorrentes da ação fluvial. A montante apresenta vales estreitos e mais escavados, enquanto que para jusante o canal tende a se alargar principalmente no baixo curso onde a acumulação de sedimentos é mais intensa.

Vale ressaltar que a planície fluvial do rio Acaraú faz parte da segunda bacia hidrográfica do estado do Ceará, que, apesar desse ambiente estar condicionado pelos processos da semiaridez e por possuir um regime fluvial irregular e alta taxa de evaporação, dispõe de um nível de reserva hídrica razoável (COGERH, 1998).

De acordo com Lima (2012, p. 80) “As planícies fluviais da área da bacia de drenagem do açude Paulo Sarasate representam 160,09km² e são constituídas de sedimentos aluviais areno-argilosos do Cenozóico (Quaternário).”

Quanto aos Maciços Residuais, destaque para o Serra das Matas, que, apresentando altitudes médias de 750m, chegam a provocar as chuvas de relevo. Apesar da altitude considerada, trata-se de uma serra seca, um dos motivos evidentes e significativos é a distância do litoral, trazendo consigo problemas socioeconômicos para lavoura e conseqüentemente, para as comunidades sertanejas.

CONCLUSÃO

Há uma longa discussão geológica/ geomorfológica a nível mundial sobre eventos geológicos e geomorfológicos ligados à Plataforma da Sul Americana. Estas por sua vez defendem seus pontos de vista de forma responsável e coerente. Sabe-se que o conhecimento da evolução geotectônica tem evoluído nos últimos anos, mas apesar disso ainda existem insegurança e dúvidas referentes a dados coletados e analisados. Apesar de tudo o reconhecimento do esforço de pesquisadores e cientistas em tentar explicar os fenômenos naturais é recebida com entusiasmo e perseverança por estudiosos no assunto. Vale ressaltar que da mesma forma que desenvolveram os estudos geológicos, os geomorfológicos

caminham na mesma linha, através de revisões conceituais e métodos mais adequados de interpretação dos fatos geomorfológicos.

De forma geral a área da pesquisa possui seus processos explicados pela geotectônica, processos denudacionais como também processos paleoclimáticos. Suas vastas áreas formando a depressão sertaneja são compostas por rochas graníticas e/ou metamorfizadas com dobramentos antigos. Ressalta-se na área em estudo uma porção considerável da bacia sedimentar paleomesozóica do Maranhão/Piauí, contribuindo com nascentes que deságuam no rio Acaraú.

Percebe-se nitidamente através do texto proposto que o desenvolvimento da paisagem em toda área abordada na pesquisa, inclusive os taludes, referentes à pedimentação estão associados a mudanças climáticas que aconteceram no Quaternário e a morfologia escalonada representando tectônica epirogênica.

REFERÊNCIAS

BERTRAND, G. **La Nature em Géographie**: um paradigma d'interface. Toulouse, Institut de Géographie, GÉODOC, n. 34, 1991.

BETARD, F.; PEULVAST, J.P.; CLAUDINO-SALES, V. Caracterização morfopedológica de uma serra úmida no semi-árido do Nordeste brasileiro: o caso do maciço de Baturité-CE. **Mercator**, vol. 6 (12), p. 107-126, 2007.

BÜDEL, J. Die doppeleten Einebnungsflächen in den feuchten Tropen. Zeitschrift für Geomorphologie, **Stuttgart**, n. 1, p. 201-288, 1957.

CHRISTOFOLETTI, A. **O Desenvolvimento Teórico-Analítico em Geomorfologia: do Ciclo de Erosão aos Sistemas Dissipativos**. Geografia. Rio Claro, v.14 (28), p.15-30, 1989.

CLAUDINO-SALES, V. **Megageomorfologia do Estado do Ceará, história da paisagem geomorfológica**. São Paulo: Novas Edições Acadêmicas, 2016.

CLAUDINO-SALES, V. Geomorfologia Estrutural: Terra, Corpos Planetários Sólidos. **MERCATOR** (FORTALEZA. ONLINE), v. 2, p. 127-132, 2002.

CLAUDINO-SALES, V.; LIRA, M.V. Megageomorfologia do noroeste do Estado do Ceará. **Caminhos de Geografia**, vol. 12 (38), p. 200-209, 2011

CLAUDINO-SALES, V. ; PEULVAST, J. P. Evolução Morfoestrutural do Relevo da Margem Continental do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil. **Caminhos de Geografia**-Revista on line UFU- Fev/2007.

CLAUDINO-SALES, V.; PEULVAST, J. P. **Evolução e Tipologia das dunas costeiras no Estado do Ceará**. In: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2002, Campinas. Anais do III Simpósio Nacional de Geomorfologia. Campinas: Unicamp. v. 1. p. 90-90.

COGERH, **Companhia de Gerenciamento de Águas do Estado do Ceará** – Atlas. 1998.

COGERH, **Companhia de Gerenciamento de Águas do Estado do Ceará**. Base de dados vetoriais, 2008.

CPRM, **Atlas Digital de Geologia e Recursos Minerais do Ceará**. Edição 2020. Escala- 1:500.000 CPRM. 2020.

DNIT, **Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes**. Base de dados vetoriais, 2011. Disponível em:

<<https://servicos.dnit.gov.br/dnitcloud/index.php/s/oTpPRmYs5AAdiNr>>.

DUMONT, L. Homo Æqualis II. L'Idéologie Allemande. France, Allemagne et retour. Paris: Gallimard, 1991.

EMBRAPA, **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Base de dados matriciais, 2015. Disponível em:

<<https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/download/ce/ce.htm>>.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Base de dados vetoriais, 2010.

INPE, **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Base de dados matriciais, 2011.

LIMA, E. C. **Análise e Manejo Geoambiental das Nascentes do Alto rio Acaraú: Serra das Matas Ceará – Dissertação de Mestrado UECE**, Fortaleza- 2004.

LIMA, E. C. **Planejamento ambiental como subsídio para gestão ambiental da bacia de drenagem do açude Paulo Sarasate Varjota-Ceará**. (tese de doutorado). Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2012.

MILLOT, G. Les grands aplainissements des soeles continentaux dans les pays tropicaux et desertiques. Mémoires H. Service Societé Géologie de France, Paris, n. 10, p. 295-305, 1980.

NASCIMENTO, W. M.; VILLAÇA, M. G. Bacias hidrográficas: Planejamento e gerenciamento. **Revista eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros (AGB), Três Lagoas**, n. 7, maio de 2008.

PEULVAST, J. P; CLAUDINO SALES, V. Aplainamento e Geodinâmica: Revisitando um Problema Clássico em Geomorfologia. **Revista Mercator-UFC**, ano 01, nº 01. 2002.

SOTCHAVA, V. B. **Definition de Quelques Notions et Termes de Géographie Physique. Institute de Geographie de la Sibirie et Extrem Orient**. n. 3, p. 94-177, 1962.

SOUZA, M. J. N. Contribuição ao Estudo das Unidades Morfo-Estruturais do Estado do Ceará. **Revista de Geologia**, (1) 73-91, jun/1988.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J.J. **Ambientes fluviais**. 2.ed. Florianópolis: Editora da UFSC/UFPR, 1990.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro. IBGE. Diretoria técnica, SUPREN, 1977.

THORNES, J. B.; BRUNSDEN D. **Geomorphology on Time**. Londres: **Methuen**, 1977.

TROPMAIR, H. **Biogeografia e meio ambiente**. 3.ed. Rio Claro: Graff Set. p. 258. 1989.
VITTE, A. C. Considerações sobre a teoria da etchplanação e sua aplicação nos estudos das
formas de relevo nas regiões tropicais quentes e úmidas. **Revista Terra Livre**, n. 16, p. 11-
24, 2001.