

ORIGEM E PROVENIÊNCIA DOS SEDIMENTOS QUATERNÁRIOS NOS MUNICÍPIOS DE LAGOA DO CARRO E CARPINA, ZONA DA MATA NORTE DO ESTADO DE PERNAMBUCO

ORIGIN AND PROVENANCE OF QUATERNARY SEDIMENTS IN THE MUNICIPALITIES OF LAGOA DO CARRO AND CARPINA, MATA NORTE ZONE OF THE PERNAMBUCO STATE

Rizelda Regadas de Carvalho ¹, Viviane Khoury Asfora ², Willian Alexandre Lima de Moura ¹, Jose Antônio Barbosa ¹, Virgínio Henrique de Miranda Lopes Neumann ^{1*}

¹ Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Departamento de Geologia – DGEO. Av. Arquitetura s/n, Cidade Universitária, Recife, Pernambuco, 50.740-550, Brasil.

² Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Departamento de Engenharia Nuclear – DEN. Av. Prof. Luiz Freire, 1000 - Cidade Universitária, Recife, Pernambuco, 50.740-545, Brasil.

*autor correspondente. e-mail: virginio.neumann@ufpe.br

<https://doi.org/10.51359/1980-8208.2025.268277>

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo caracterizar, quanto a sua origem os sedimentos que ocorrem no município de Lagoa do Carro (PE) comparando com os de Carpina (PE), assim como compreender sua proveniência. Foram coletadas 21 amostras em Lagoa do Carro e 15 amostras em Carpina. As amostras foram submetidas a análise de Minerais Pesados (MP). Foram utilizadas também as amostras de calha de 17 poços profundos perfurados no município de Lagoa do Carro, cuja finalidade foi elaborar os perfis litológicos, de modo a conhecer a espessura desse pacote sedimentar até atingir o embasamento. Os minerais pesados abundantes em Lagoa do Carro foram: magnetita, zircão, ilmenita e apatita. Menos abundantes: turmalina, rutilo e silimanita. Os raros: monazita, anfibólio e mica. Em Carpina, os abundantes: magnetita, ilmenita e turmalina. Menos abundantes: zircão, apatita e rutilo. Os raros: mica, silimanita e monazita. Sugere-se que a proveniência desses minerais seja de duas fontes: das rochas metassedimentares do Complexo Surubim-Carolina e das rochas metaígneas do Complexo Salgadinho.

Palavras-chave: sedimentos pleistocênicos; minerais pesados; origem e proveniência.

Recebido em 10/08/2025. Aprovado em 30/11/2025.



Direitos autorais das pessoas autoras, 2025. Licenciado sob [Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

ABSTRACT

This study aimed to characterize the origin of the sediments that occur in the municipality of Lagoa do Carro, comparing them with those of Carpina, as well as to understand their provenance. Twenty-one samples were collected in Lagoa do Carro and 15 samples in Carpina. The samples were subjected to analysis of Heavy Minerals (MP). The samples from 17 deep wells drilled in the municipality of Lagoa do Carro were also used, with the purpose of preparing the lithological profiles, in order to know the thickness of this sedimentary package until reaching the basement. The heavy minerals abundant in Lagoa do Carro were: magnetite, zircon, ilmenite and apatite. Less abundant: tourmaline, rutile and sillimanite. The rare ones: monazite, amphibole and mica. In Carpina, the most abundant minerals are: magnetite, ilmenite and tourmaline. Less abundant are: zircon, apatite and rutile. The rarest are: mica, sillimanite and monazite. It is suggested that these minerals come from two sources: the metasedimentary rocks of the Surubim-Carolina Complex and the metaigneous rocks of the Salgadinho Complex.

Keywords: pleistocene sediments; heavy minerals; origin and provenance.

1. INTRODUÇÃO

Os minerais pesados são minerais detríticos oriundos das rochas ígneas, sedimentares ou metamórficas, tendo peso específico maior que $2,85 \text{ g/cm}^3$ e comumente formando constituintes menores ou minerais acessórios das rochas em geral (Bates e Jackson, 1980). Segundo (Suguio, 1980), os minerais pesados apresentam um peso específico maior do que os minerais mais comuns das rochas sedimentares, como feldspato e quartzo, cujo peso específico é de $2,6 \text{ g/cm}^3$. A quantidade dos minerais pesados em um determinado local depende da sua abundância na área fonte e da intensidade do processo de transporte, que inclui a sua capacidade de resistência ao intemperismo, à abrasão e a sua segregação devido a diferenças na densidade e forma (Addad, 2001).

Estes minerais podem ser divididos em “pesados” e “leves” (Palma, 1979). O ouro, o diamante, a cassiterita e a platina têm peso específico bastante elevado ($6,8$ a 21 g/cm^3) e, devido a esta característica, não apresentam efetivo deslocamento sob ação dos agentes de transporte. Por esta

razão são considerados pesados, “pesados” e são encontrados próximos à rocha fonte ao longo dos canais fluviais.

Como minerais pesados “leves” são conhecidos, entre muitos outros, a ilmenita, o rutilo, o zircão e a monazita, os quais possuem peso específico relativamente baixo ($2,9$ a $5,3 \text{ g/cm}^3$), o que permite o seu transporte a maiores distâncias, podendo atingir zonas litorâneas de alta energia, onde são concentrados em depósitos denominados de pláceres. Os pláceres são acumulações sedimentares formadas pela concentração mecânica de minerais detríticos de valor econômico, incluindo diversos bens metálicos ou pedras preciosas, originados a partir do intemperismo e erosão de rochas-fonte, principalmente ígneas, mas também de rochas metamórficas e sedimentares (Silva, 2000).

Os atributos dos minerais pesados provêm da sua aplicabilidade nos estudos e na interpretação dos resultados em vários aspectos relacionados à sedimentologia, estratigrafia, análise ambiental e geologia econômica.

Estudos Geológicos: Recife-PE, Brasil, v. 35, n. 1, p. 53-67, 2025. Universidade Federal de Pernambuco.

ISSN 1980-8208. DOI: <https://doi.org/10.51359/1980-8208.2025.268277>.



Este artigo está sob uma [Licença Creative Commons 4.0 Internacional - CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Os minerais pesados podem servir como indicadores da natureza das rochas e de depósitos ou ocorrências minerais localizadas a montante do ponto de coleta de um sedimento de drenagem; da área-fonte de um sedimento ou rocha sedimentar, produzindo informações diretas sobre a proveniência através das associações mineralógicas contidas nos mais diversos tipos de rochas (Morton, 1985; Addad, 2001; Pereira et al., 2005).

A distribuição dos minerais pesados em depósitos sedimentares, assim como sua proveniência, não é controlada apenas pela geografia (ou paleogeografia) e petrologia da área-fonte. Diversos fatores que atuam durante o ciclo sedimentar, como diagênese, abrasão mecânica, alteração nas planícies aluviais, fracionamento hidráulico e intemperismo químico, modificam a composição dos sedimentos e dificultam as interpretações de proveniência (Hubert, 1971; Morton, 1985; Morton & Hallsworth, 1994, 1999). Para minimizar o efeito destes processos são utilizadas técnicas mais sofisticadas como, por exemplo, o estudo de variedades de turmalina e zircão, que exibem uma série de propriedades ópticas (cor, forma e estrutura interna) que, qualitativamente, servem como indicador

petrológico (Krynine, 1946; apud Remus et al., 2008). Outro dado muito importante no estudo dos minerais pesados são as paleocorrentes registradas no pacote sedimentar que auxiliam na localização geográfica de áreas-fonte.

Para (Folk, 1968) os minerais pesados correspondem aos minerais acessórios das rochas ígneas, metamórficas e de rochas sedimentares mais antigas. Podem ser encontrados vários tipos de minerais pesados: Opacos (magnetita, hematita e outros), ultraestáveis (zircão, turmalina e rutilo) e menos estáveis (granada, apatita, cianita e outros).

Segundo (Hubert, 1971; Pettijohn, 1975), existem relações entre os tipos de minerais pesados e a litologia da área fonte. Certos minerais pesados como a granada, epidoto e magnetita são derivados de terrenos metamórficos de baixo e alto grau. Enquanto zircão, turmalina e rutilo indicam fontes ígneas, metamórficas de alto grau, pegmatitos ou mesmo autigênicos. Vai depender de que forma ocorre, como por exemplo: Forma do grão, arredondamento e cor, para definir sua origem.

Para Mabesoone (1983) algumas espécies de minerais pesados são típicas para certos tipos de rocha (Tabela 1).

Tabela 1. Minerais pesados típicos para certos tipos de rochas. Fonte: Mabesoone, 1983.

<i>Rochas Ígneas Ácidas</i>	<i>Rochas Ígneas Básicas</i>	<i>Sedimentos Retrabalhados</i>	<i>Rochas Metamórficas</i>	<i>Pegmatitos</i>
Apatita Biotita Hornblenda	Anatácio Augita Broquita	Glaucônita Óxidos de ferro Rutilo	Andaluzita Granada Hornblenda (alcalina) Hornblenda (verde) Cianita	Cassiterita Fluorita Topázio
Monazita	Cromita	Turmalina		Turmalina
Muscovita	Hiperstênio	Zircão (arredondado)		
Titanita Zircão	Ilmenita Leucóxênio Olivina Rutilo		Silimanita Estaurolita	

O presente estudo tem como objetivo caracterizar, quanto a sua origem e composição os sedimentos superficiais que ocorrem nos municípios de Lagoa do Carro e Carpina, Pernambuco, assim como compreender a proveniência desses sedimentos.

Espera-se que com os resultados obtidos através desses estudos, haja uma contribuição para revisão de alguns mapas geológicos onde esses sedimentos

são muitas vezes mapeados como pertencentes à Formação Barreiras, como também ajudar futuros projetos, ou futuras pesquisas que envolvam essa unidade.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A área de estudo está localizada na zona da mata norte do estado de Pernambuco (Figura 1).

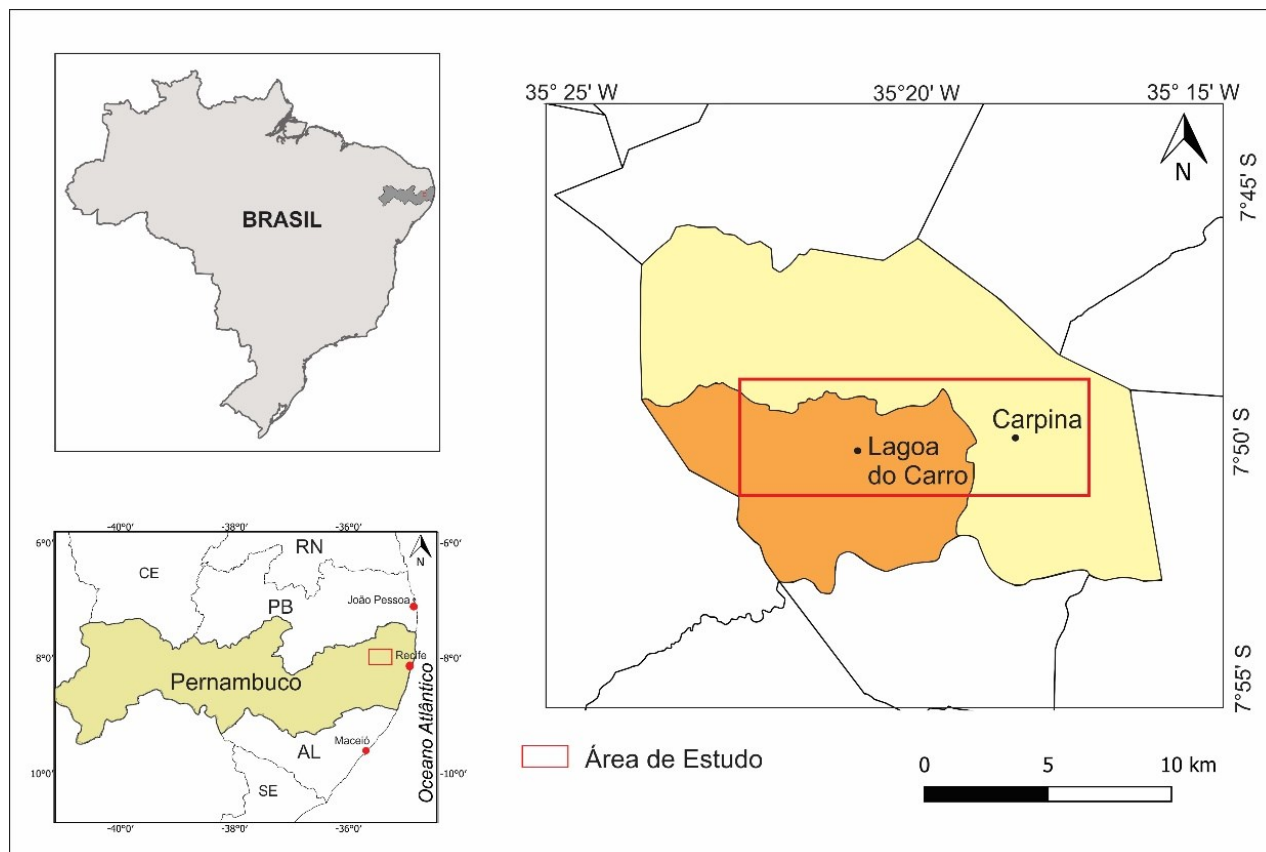


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo (Carpina e Lagoa do Carro) demarcada pelo retângulo vermelho. Fonte: Autores (2025).

Geologicamente a área encontra-se no Tereno Rio Capibaribe (TRC) na Província Borborema (Figura 2). A Província Borborema é constituída por maciços, lineamentos e, sistemas ou faixas de dobramentos estruturados durante a Orogênese Brasileira no final do Neoproterozoico (Van Schmus et al., 2008). Apresenta direções estruturais NE-SW, em função das zonas de cisalhamento (ZC's) existentes entre os

Lineamentos Patos e Pernambuco. O TRC localiza-se no sul-sudeste da Zona Transversal, com forma semelhante a um triângulo, e, limita-se ao norte pela Zona de Cisalhamento Congo-Cruzeiro do Nordeste e ao sul pela Zona de Cisalhamento Pernambuco (Brito Neves et al., 2000; Medeiros et al., 2011; Van Schmus et al., 2008, 2011; Neves 2015, 2024). Cinco unidades geológicas dominam a área de estudo: PP2sg

Estudos Geológicos: Recife-PE, Brasil, v. 35, n. 1, p. 53-67, 2025. Universidade Federal de Pernambuco.

ISSN 1980-8208. DOI: <https://doi.org/10.51359/1980-8208.2025.268277>.



Este artigo está sob uma [Licença Creative Commons 4.0 Internacional - CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

(Complexo Salgadinho) e PP3yu (Ortognaisse Urucuba) do Paleoproterozóico; NP23sc (Complexo Surubim-Carolina) do Neoproterozóico; ENb (Formação Barreiras) e NQc (Depósitos Eluviais/ Coluviais) do Cenozóico (CPRM, 2016).

O Complexo Salgadinho (Paleoproterozóico) é composto por anfibólio-biotita, ortognaisses com magnetita, bandados, de composição tonalítica, diorítica, granodiorítica e granítica, por vezes migmatizados e localmente miloníticos. Podem conter lentes de anfibolitos, metagabros (às vezes boudinados). De granulação média, e coloração variando de cinza a rósea (CPRM, 2016; 2017).

O Ortognaisse Urucuba (Paleoproterozóico) é constituído por

ortognaisses de composição granítica a granodiorítica equigranulares de granulação fina a média (CPRM, 2016).

O Complexo Surubim-Carolina (Neoproterozóico) compreende uma variedade de tipos litológicos, como os micaxistos, granada-biotita xistos com cianita, e paragnaisses pelíticos a semi-pelíticos, leucognaisses, anfibólio-biotita paragnaisses. Possuem lentes / intercalações de mármore e quartzitos micáceos a feldspáticos. Os principais minerais das rochas do Complexo Surubim-Carolina são a biotita, quartzo e plagioclásio. Ocorre também a muscovita, abundante em alguns locais, a silimanita é um aluminossilicato frequente, às vezes a turmalina e biotita. Também apresenta como acessórios a granada, cianita e zircão detrítico (CPRM, 2016; 2017).

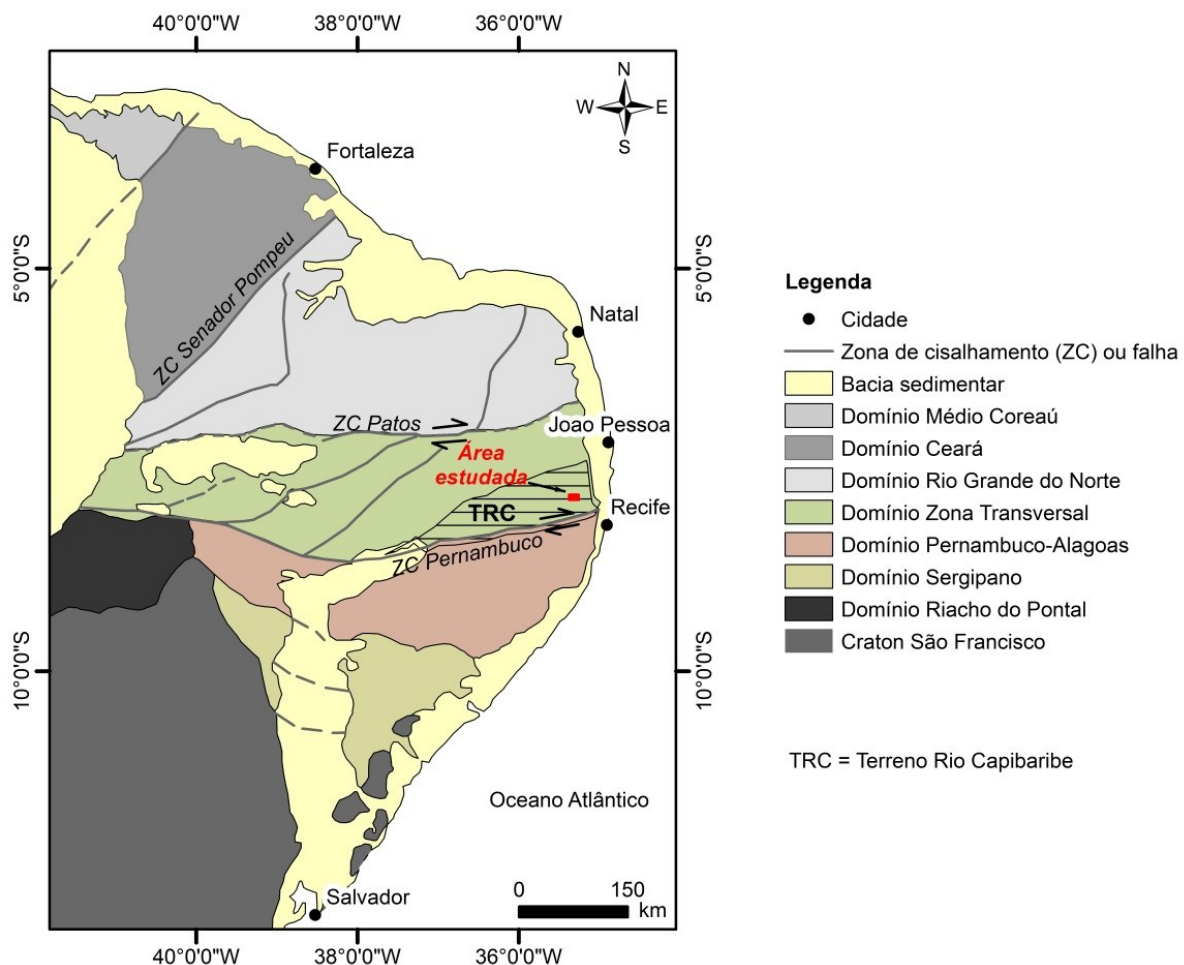


Figura 2. Mapa simplificado da Província Borborema, com indicação da área estudada pertencente ao Terreno Rio Capibaribe (TRC). Domínio da Zona Transversal. Fonte: Modificado de Van Schmus et al., 2008.

Estudos Geológicos: Recife-PE, Brasil, v. 35, n. 1, p. 53-67, 2025. Universidade Federal de Pernambuco.

ISSN 1980-8208. DOI: <https://doi.org/10.51359/1980-8208.2025.268277>.



Este artigo está sob uma [Licença Creative Commons 4.0 Internacional - CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Em princípio foi feito um levantamento bibliográfico de trabalhos, artigos, teses e dissertações que abordassem o tema, principalmente aqueles relacionados com a Formação Barreiras e Pós-Barreiras. Foram consultados também os diversos métodos adotados em sedimentos, que pudessem ser utilizados para o estudo deste trabalho, que foram definidos conforme a necessidade vigente. Como base cartográfica foi utilizada a Carta Planialtimétrica da SUDENE, Folha Carpina (SB.25-Y-C-V-3-NE) escala 1: 25.000; Mapa Geológico Projeto Rio Capibaribe (CPRM, 2016) escala 1: 250.000, além de trabalhos de campo e de laboratório.

Trabalhos de Campo

Foram realizadas seis etapas de campo distribuídas entre os dois municípios com descrição dos afloramentos georreferenciados e fotografados. Selecionou-se os afloramentos mais representativos para coleta de material, bem como os que abrangessem toda a área a ser estudada. Também foram coletadas 05 amostras da Formação Barreiras de um mesmo afloramento em diferentes níveis, no município de Araçoiaba/PE, com a finalidade de comparar através de análises os resultados encontrados com os municípios em questão.

Análises Laboratoriais

Visando as análises laboratoriais, foram coletadas amostras para análise de minerais pesados. Os poços analisados foram classificados conforme a seguinte sequência: P-01; P-02; P-03; P-04; P-05; P-06; P-07; P-08; P-09a e P-09b; P-10; P-11; P-12; P-13; P-14; P-15 e P-16.

O poço P-09 foi dividido em a e b, pelo motivo que o primeiro (P-09a) não foi concluído, devido à sua litologia, de

natureza extremamente argilosa, culminando com o ferramental de perfuração preso. Por isso, foi efetuada outra locação no mesmo local para uma nova tentativa, a qual foi satisfatória. Apesar de esse primeiro poço ter sido descartado para o objetivo principal, mas, para este estudo foram consideradas as informações litológicas contidas nele, para efeito comparativo com os demais.

Foram elaborados dois perfis litoestratigráficos desses poços, um N-S e o outro E-W com a finalidade de se efetuar uma correlação estratigráfica entre eles, no que se refere à espessura desse pacote sedimentar, correlacionando se essa cobertura tem alguma relação entre suas altitudes, e com as rochas do embasamento aflorantes nessas áreas.

Minerais Pesados

Foi realizada uma seleção das 21 amostras coletadas nos 12 afloramentos em Lagoa do Carro e das 15 amostras dos 07 afloramentos de Carpina, totalizando 36 amostras para análise de minerais pesados. Essas amostras foram bateadas, secas a uma temperatura de 80°C durante 24 horas na estufa do Laboratório de Laminação /Departamento de Geologia, UFPE.

Após a lavagem e secagem foi efetuada a separação da fração leve da fração pesada, manualmente, em lupa binocular. Posteriormente foram submetidos à separação dos minerais magnéticos (magnetita e outros com inclusões de minerais magnéticos) através de um ímã de mão. Os minerais pesados foram analisados e separados com auxílio de lupa binocular, utilizando métodos comparativos visuais, e com auxílio de guias de determinação de minerais em grãos (Pereira et al., 2005). Os minerais pesados foram separados por cor, forma e hábito.

Em seguida foi realizada a separação dos minerais translúcidos dos opacos. Seguiu-se a contagem

sistemática sob lupa binocular de 100grãos, para o resultado estatístico de 100%.

4. RESULTADOS
4.1. Mapeamento Geológico

O primeiro resultado obtido foi o mapa geológico esquemático dos Municípios de Lagoa do Carro e Carpina (Figura 3). O mapa geológico aqui apresentado (Figura 3) difere do mapa geológico divulgado da CPRM (2016 e 2017). Não foi evidenciada a presença de sedimentos da Formação Barreiras.

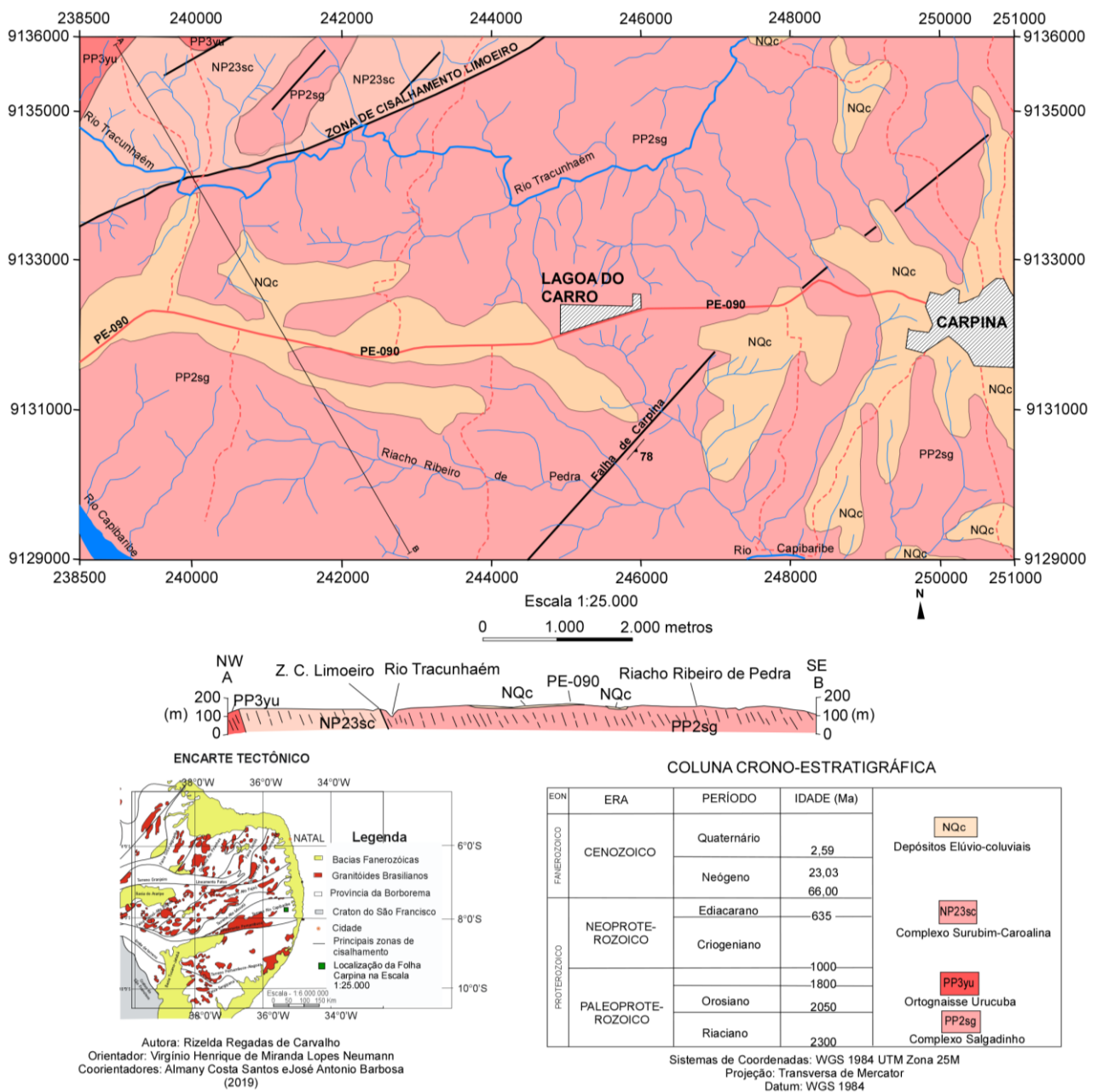


Figura 3. Mapa Geológico Esquemático de parte dos Municípios de lagoa do Carro e Carpina, PE. Fonte: Autores (2025).

4.2. Minerais Pesados

Os minerais pesados encontrados nos afloramentos amostrados de Lagoa

do Carro foram (Figura 4): A magnetita, zircão, ilmenita e apatita considerados os mais abundantes. Seguidos das

turmalinas, rutilos e silimanitas, mas não ocorrem em todos os afloramentos, e considerados menos abundantes. Os minerais com menor ocorrência e considerados raros nas amostras foram a monazita, anfibólio e mica.

As associações dos minerais pesados identificados com seus respectivos percentuais estão representadas em gráficos, nos 12 afloramentos com coleta de material no município de Lagoa do Carro de acordo com a ordem de abundância.

A magnetita ocorre em todos os afloramentos e níveis das amostras analisadas e se apresentam na cor preta ou vários tons de marrom na cor brilhante, e alguns com hábito octaédrico, e às vezes disformes.

O zircão foi o segundo mineral mais abundante no município, e só não ocorreu no nível “c” do Afloramento RL-29. Foram observados grãos incolores, prismáticos em sua maioria. Mas, alguns são encontrados com as terminações arredondadas. Foi encontrado também em menor proporção na cor amarela, alaranjado, prismático e translúcido.

A ilmenita é o terceiro mineral abundante, ocorrendo em todos os afloramentos, com exceção do nível c, topo do Afloramento RL-27. E se apresentam na cor preta, com brilho metálico, com grãos disformes e outros subarredondados.

O quarto mineral abundante é a apatita, com ocorrência em grande parte dos afloramentos estudados, e se apresentam de forma esférica e brilho translúcido. Em alguns casos são incolores e arredondados.

Os minerais pesados menos abundantes nos afloramentos foram as turmalinas, os rutilos e as silimanitas. Mas não ocorrem em todos os afloramentos.

As turmalinas ocorrem de diversas formas e cores, variando de uma cor verde escura, quase preta, às vezes para um verde mais claro, em alguns grãos se apresentam subangulosos, com algumas faces preservadas. Por vezes com algumas faces prismáticas, e outros grãos subarredondados. Possuem um brilho vítreo, e alguns prismas são alongados.

O rutilo também não ocorre em todos os afloramentos. Os grãos identificados se apresentam na cor vermelha, com brilho translúcido, de forma arredondada. Por vezes prismático, arredondado, e grão bem polido.

A silimanita foi observada em poucos afloramentos, e se apresentam na coloração esbranquiçada, amarelada, com brilho vítreo, em formas prismáticas, com faces finamente estriadas.

Os minerais pesados considerados raros nas amostras analisadas foram a monazita, anfibólio e as micas. As micas e o anfibólio não ocorrem no Afloramento RL-19. Dos três minerais já citados, só a monazita é encontrada, apenas em um nível amostrado. Já no Afloramento RL-17 só ocorre o anfibólio (actinolita-tremolita) no nível “b” do afloramento. Quanto às micas, e a monazita, não aparecem em nenhum dos dois níveis amostrados.

O anfibólio, representado pela actinolita-tremolita ocorreu em poucos afloramentos sob forma de cristais alongados, tipo fibrosa, com hábito acicular de cor incolor esverdeada.

A monazita é um mineral pouco comum nas amostras estudadas, com ocorrência em apenas três afloramentos e, portanto, foi considerada rara. Os grãos identificados ocorrem de forma transparente com cores castanho amarelada de brilho resinoso.

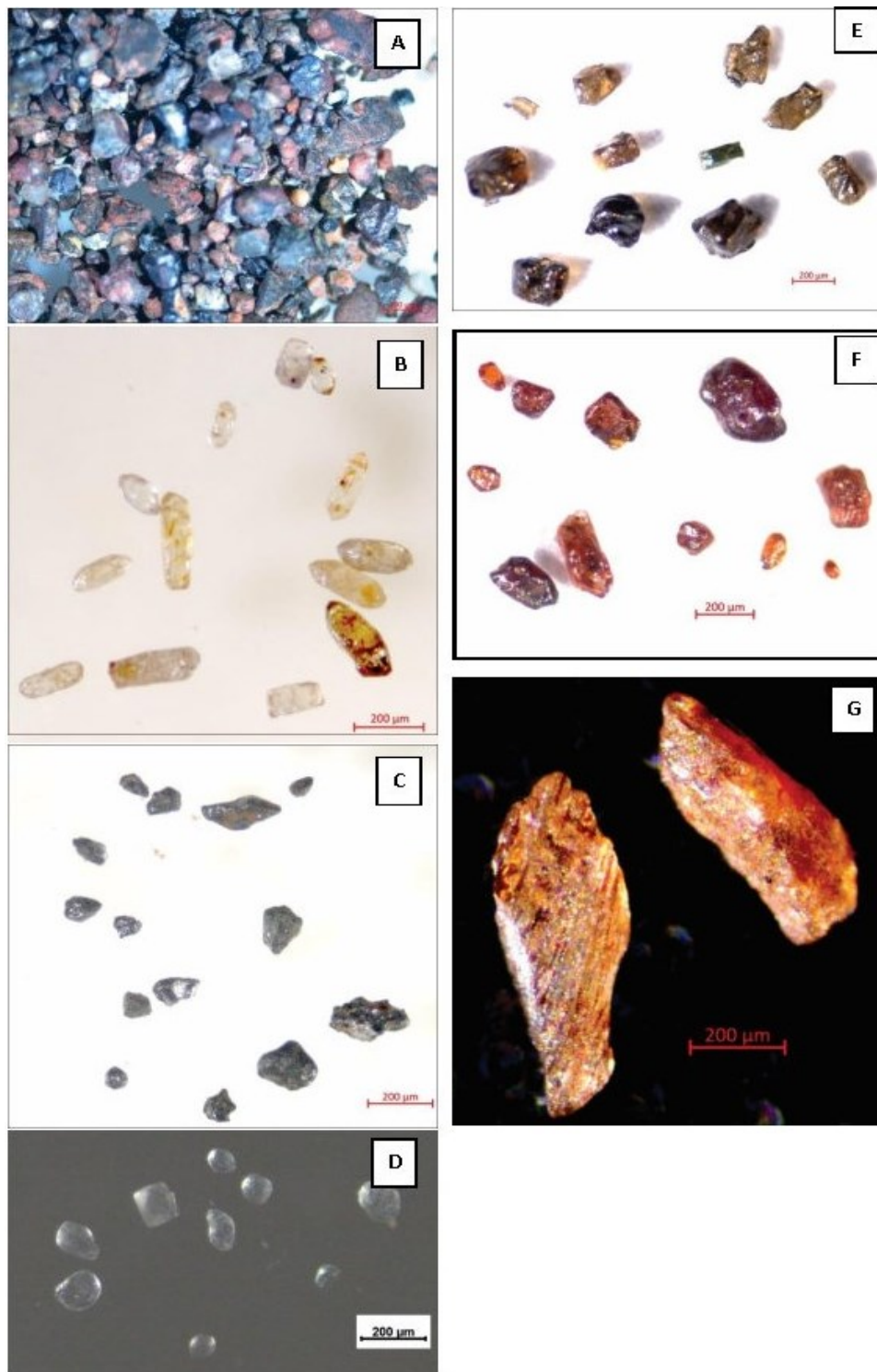


Figura 4. Minerais pesados que ocorrem na área de Lagoa do Carro. A) Monazita, B) Zircão, C) Ilmenita, D) Apatita, E) Turmalina, F) Rutilo e G) Silimanita. Fonte: Autores (2025).

Em Carpina, os minerais pesados abundantes foram (Figura 5): A magnetita, ilmenita e turmalina. Os menos abundantes foram o zircão, apatita e rutilo.

Os raros são as micas, a silimanita e a monazita. O único mineral não ocorrente em Carpina foi o anfibólio.

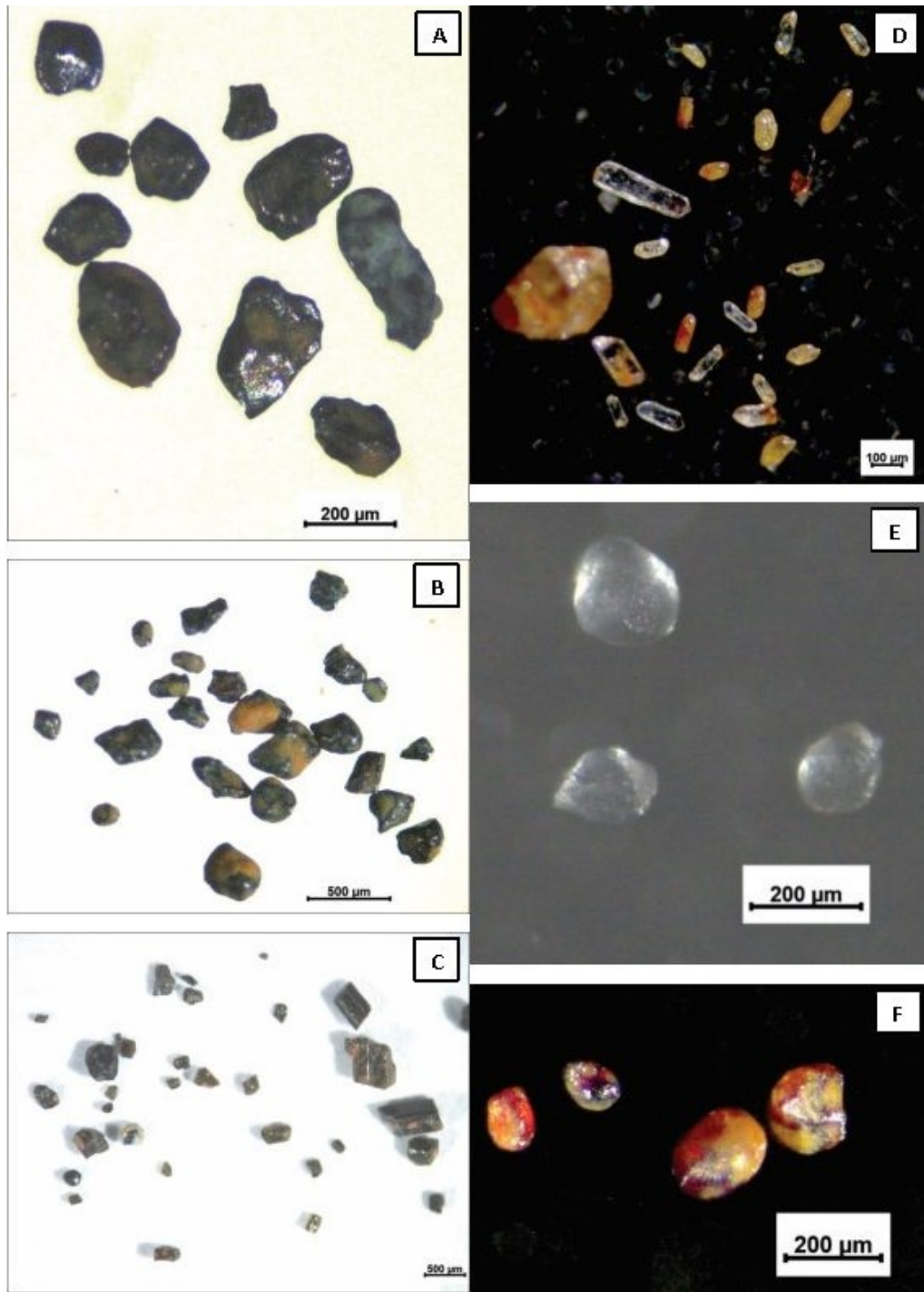


Figura 5. Minerais pesados que ocorrem na área de Carpina. A) Magnetita, B) Ilmenita, C) Turmalina, D) Zircão, E) Apatita e F) Rutilo. Fonte: Autores (2025).

A magnetita foi um dos minerais abundantes em todos os afloramentos, e foram observados grãos com hábito octaédrico, outros disformes, na cor preta em sua maioria, com brilho translúcido.

A ilmenita foi o segundo mineral mais abundante em Carpina. São

encontradas na cor preta, alguns com brilho metálico, outros, opacos, e forma não definida. Alguns grãos possuem pouco grau de arredondamento.

As turmalinas são o terceiro mineral pesado mais abundante. Ocorrem nas cores verdes acastanhada, verde e na cor

Estudos Geológicos: Recife-PE, Brasil, v. 35, n. 1, p. 53-67, 2025. Universidade Federal de Pernambuco.

ISSN 1980-8208. DOI: <https://doi.org/10.51359/1980-8208.2025.268277>.



Este artigo está sob uma [Licença Creative Commons 4.0 Internacional - CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

preta (afrisita). Os grãos apresentam hábito trigonal com estrias, outros subangulosos/subarredondados com crostas de óxido de ferro. Alguns grãos apresentam hábito ortogonal com inclusão esférica, e outros grãos são facetados com hábito trigonal.

Os minerais pesados menos abundantes nos afloramentos em Carpina foram o zircão, a apatita e o rutilo, por não se apresentarem em todos os afloramentos.

O zircão aparece prismático, incolor, às vezes amarelado com brilho translúcido. No afloramento RCa-11c (topo) ele ocorre com as duas terminações perfeitas e de cor castanho claro.

5. DISCUSSÃO

De acordo com Suguio (1980), para o estudo da proveniência e interpretar a litologia da área fonte, os minerais pesados são agrupados em assembleias cogenéticas, tais como as provenientes de sedimentos retrabalhados, rochas metamórficas e rochas ígneas em geral, pegmatitos e minerais autigênicos (rochas sedimentares como fonte), conforme discriminado e modificado de (Suguio, 1980) de acordo com os minerais pesados observados nas amostras analisadas, conforme abaixo.

- Sedimentos retrabalhados > grãos bem arredondados de rutilo, zircão e turmalina;
- Rochas metamórficas de alto grau > ilmenita, silimanita, magnetita, turmalina, zircão, biotita, actinolita e tremolita;
- Rochas ígneas félsicas > rutilo, zircão (euédrico), monazita, apatita, ilmenita e biotita.
- Rochas ígneas máficas > ilmenita, magnetita e rutilo
- Pegmatitos > apatita, biotita e rutilo
- Autigênicos > turmalina, zircão e rutilo.

Conforme Mabesoone (1983) o estudo de minerais pesados é importante para fins de correlação. Teoricamente, cada unidade estratigráfica difere até um certo grau de outra no caráter e na abundância das suas associações desses minerais. No entanto, podem interferir alguns fenômenos que dificultam essa correlação, por exemplo, num sedimento antigo retrabalhado, tendo assim a mesma associação mineralógica. Também podem mostrar uma mistura de duas ou mais fontes diferentes.

Segundo Remus et al. (2008), o intemperismo químico de um modo geral, causa o empobrecimento dos minerais instáveis originalmente presentes na rocha fonte, devido à dissolução seletiva, ocasionando um aumento relativo dos minerais mais estáveis na assembleia dos sedimentos clásticos. A duração do intemperismo químico diretamente relacionado ao relevo da área fonte e disponibilidade de água, é um fator importante na determinação dos produtos gerados.

Quanto maior o relevo, maior a velocidade de erosão e deposição, e menor o tempo de exposição do grão aos agentes intempéricos.

Quanto menor o relevo, menor a velocidade de erosão e deposição, e maior o tempo de exposição do grão aos agentes intempéricos.

Para Remus et al. (2008) zircões e apatitas com terminações bem arredondadas, indicam proveniência de terrenos reciclados, retrabalhados por ondas ou envolvimento eólico. O zircão é um mineral acessório comum, ultra estável e ocorre primariamente numa gama variada de rochas ígneas, sendo mais frequentemente encontrado em rochas ácidas. Nas rochas metamórficas o zircão é um mineral acessório comum em terrenos de alto grau e também encontrado em rochas de alta pressão.

A turmalina, pelo fato de ser um mineral pesado ultra estável também é um

mineral com excelente potencial para discriminar rochas-fonte.

Analisando os minerais pesados identificados nas amostras observou-se que as ocorrências minerais não são idênticas nos dois municípios, mas, o que se constata é a semelhança mineral nas duas áreas.

Em Lagoa do Carro os minerais identificados foram em ordem de abundância: magnetita, zircão, ilmenita, apatita (abundantes) turmalina, rutilo e silimanita (menos abundantes) e raros (monazita, anfibólio e mica).

Em Carpina, a ordem de abundância foi: magnetita, ilmenita, turmalina (abundantes) zircão, apatita e rutilo (menos abundantes) e raros (micas, silimanita e monazita). O único mineral não ocorrente em Carpina foi o anfibólio.

A magnetita foi o mineral mais abundante nas duas áreas e ocorreu às vezes com hábito octaédrico, indicando pouco transporte.

O zircão também ocorreu em todos os afloramentos de Lagoa do Carro e foi observado em cinco afloramentos dos sete amostrados em Carpina. Ele se apresentou de diversas formas e coloração indicando pouco ou nenhum transporte em função dos hábitos apresentados como por exemplo com as duas terminações perfeitas, prismáticas bipiramidais e alguns com terminações arredondadas. A cor variou castanho claro, incolores, amarelo alaranjado e incolores.

A ilmenita, também predominante nos dois municípios se apresentou na cor preta, com brilho metálico, grãos disformes e outros arredondados.

A turmalina ocorreu em todos os afloramentos de Carpina. Em Lagoa do Carro ocorreu em dez afloramentos dos doze analisados. Se apresentou de diversas formas e cores entre as quais na cor verde escura, com tons amarronzados, facetada com hábito trigonal. Às vezes se apresenta em forma

de fragmentos, ortogonal com inclusão acicular. Ocorre também com grãos subangulosos, na cor verde, com algumas faces prismáticas. Alguns poucos grãos se apresentaram com crostas de óxido de ferro incrustado, e raramente agregada com ilmenita, e alguns fragmentos com fraturas conchoidais. As cores variaram de verde claro a verde escura, e raramente na cor preta, representada pela afrisita com algumas faces preservadas.

A apatita foi um mineral menos abundante em Carpina, com ocorrência em quatro afloramentos dos sete analisados. Já em Lagoa do Carro, foi presente em onze dos doze afloramentos amostrados. Se apresentou de forma normalmente esférica, brilho translúcido, alguns grãos incolores e arredondados.

O rutilo, também menos abundante nos dois municípios, se apresentou ora geminado, com geminação em joelho, na cor vermelha, brilho translúcido, às vezes de forma arredondada, e grãos prismáticos com terminações arredondadas, bem polidos. Ocorreu também prismático, avermelhado agregado com óxido de ferro.

A silimanita, do tipo fibrolita, foi menos abundante em Lagoa do Carro, e em Carpina foi considerada rara pela ocorrência em poucos afloramentos. Se apresentou na cor verde claro esbranquiçada, amarelada, com brilho vítreo, às vezes prismáticas, alongadas, com faces finamente estriadas.

A monazita, considerada rara nos dois municípios, os grãos identificados apresentaram-se de forma transparente, com cores castanho amarelado de brilho resinoso

As micas, também raras nos dois municípios, principalmente em Lagoa do Carro, com a menor ocorrência, pela razão de se apresentar em apenas quatro afloramentos dos doze analisados. Em Carpina, só foram identificadas em três afloramentos dos sete estudados. Mas, quando ocorreu, apresentou uma

percentagem bem acima dos demais, ultrapassando até os considerados abundantes. Elas estavam muito oxidadas, por isso a difícil identificação entre muscovita e biotita. A forma ocorrente foi em lamelas, placosas, com brilho metálico.

O anfibólio só presente em Lagoa do Carro, considerado também raro nas amostras analisadas. Seus grãos se apresentaram em cristais alongados com hábito acicular, e cor incolor esverdeada.

Algumas ocorrências são mais determinantes de serem interpretadas, conforme se apresentam, de acordo com a cor, forma e tipo de desgaste, como por exemplo: A magnetita com hábito octaédrico, indica pouco transporte, ou a própria rocha fonte. A turmalina meio facetada, indica que a fonte está próxima. O zircão com hábito prismático (euédrico), origem magmática. Zircão metamórfico em geral, ou de sedimentos retrabalhados, possuem terminações arredondadas.

Comparando os resultados obtidos com os dados da literatura, os dez minerais pesados observados em Lagoa do Carro e os nove encontrados em Carpina serão relacionados conforme suas características com as prováveis rochas-fontes.

A magnetita, mineral com uma grande concentração nas amostras, associada a rochas ígneas máficas, ou rocha metamórfica de alto grau, tem como potencial rocha fonte o Complexo Salgadinho.

O zircão, ocorreu de diversas formas e cores, podendo ser oriundo de origem ígnea, metamórfica e sedimentos retrabalhados. É possível que seja proveniente de mais de uma fonte pelas características encontradas, como prováveis fontes, o Complexo Surubim-Caroalina e o Complexo Salgadinho e sedimentos retrabalhados.

A ilmenita por sua vez está presente nas rochas ígneas e

metamórficas, e suas prováveis rochas fonte é o Complexo Surubim-Caroalina e o Complexo Salgadinho.

Quanto as apatitas, podem serem provenientes de rocha ígnea ácida ou de sedimentos retrabalhados. Pela forma de ocorrência nos grãos analisados, seu potencial fonte foi de sedimentos retrabalhados, e do Complexo Salgadinho.

A proveniência dos grãos de turmalina pode estar associada à pegmatitos, rocha ígnea ácida, rocha metamórfica de alto grau e sedimentos retrabalhados. Pelas características encontradas, suas prováveis fontes são as rochas metamórficas do Complexo Surubim-Caroalina, e de sedimentos retrabalhados.

O rutilo, por sua vez, está associado à sedimentos retrabalhados e rocha ígnea ácida. É possível que sua procedência esteja relacionada ao Complexo Salgadinho, e alguns associados aos sedimentos retrabalhados.

A silimanita, relacionada a rocha metamórfica de alto grau, esse mineral sugere uma proveniência das rochas metamórficas do Complexo Surubim-Caroalina.

A ocorrência da monazita foi discreta nas amostras analisadas, e relacionada a rocha ígnea ácida, sua provável fonte sugere ser do Complexo Salgadinho.

As micas ocorrem em grande variedade de rochas ígneas e metamórficas. A sua provável fonte na área de estudo, está relacionada aos Complexo Salgadinho e Surubim-Caroalina.

O anfibólio é associado a xistos e rochas metamórficas de alto grau. E sua ocorrência pode ser associada as rochas metaígneas do Complexo Salgadinho.

5.1. Associação Mineralógica e Proveniência

Estudos Geológicos: Recife-PE, Brasil, v. 35, n. 1, p. 53-67, 2025. Universidade Federal de Pernambuco.

ISSN 1980-8208. DOI: <https://doi.org/10.51359/1980-8208.2025.268277>.



Este artigo está sob uma [Licença Creative Commons 4.0 Internacional - CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

A associação magnetita, ilmenita, rutilo, zircão, apatita, micas e anfibólio pode-se inferir que são provenientes do Complexo Salgadinho.

As ocorrências da silimanita, turmalina, zircão, micas e ilmenita, também estão associadas as rochas do Complexo Surubim- Caroalina.

E alguns são provenientes de sedimentos retrabalhados do próprio embasamento como o rutilo, apatita, turmalina e zircão.

Através dos minerais pesados analisados nos dois municípios, percebeu-se que são oriundos de fontes semelhantes. A proveniência desses minerais ocorreu de fonte próxima, ou da própria rocha da área de estudo. Como proveniente de duas fontes distintas: Das rochas metasedimentares do Complexo Surubim- Caroalina, do Neoproterozóico e das rochas metaígneas, Paleoproterozóicas do Complexo Salgadinho.

6. CONCLUSÕES

Os minerais pesados abundantes em Lagoa do Carro foram: Magnetita, Zircão, Ilmenita e Apatita. Menos abundantes: Turmalina, Rutilo e Silimanita. Os raros: Monazita, Anfibólio e Mica.

Em Carpina, os abundantes: Magnetita, Ilmenita e Turmalina. Menos abundantes: Zircão, Apatita e Rutilo. Os raros: Mica, silimanita e monazita.

Sugere-se que a proveniência dos minerais pesados encontrados em Lagoa do Carro e Carpina seja de duas fontes: das rochas metasedimentares do Complexo Surubim-Caroalina e das rochas metaígneas do Complexo Salgadinho. E, conseqüentemente, os minerais pesados sofreram pouco ou nenhum transporte.

REFERÊNCIAS

- Addad, J.E. 2001. Minerais pesados: uma ferramenta para prospecção, proveniência, paleogeografia e análise ambiental. São Paulo: Edição independente. 80 p.
- Bates, R. L. & Jackson, J.A. 1980. Glossary of geology. Virgínia: American Geological Institute. 750p.
- Brito Neves, B.B., Santos, E.J., Van Schmus, W.R. 2000. Tectonic history of the Borborema province. In: Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomaz Filho, A., Campos, D.A. (Eds.), Tectonic Evolution of South America. 31º International Geological Congress, Rio de Janeiro, pp. 151–182.
- CPRM (Serviço Geológico do Brasil). 2016. Projeto Rio Capibaribe - Carta Geológica preliminar - escala 1:250.000. Recife. URL: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/18542> (acessado em 05/08/2023).
- CPRM (Serviço Geológico do Brasil). 2017. Programa Geologia do Brasil. Geologia e Recursos Minerais da Folha Surubim (SB. 25-Y-C-IV). Escala 1:100.000. Estados de Pernambuco e Paraíba, 98p. Recife, 2017. URL: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/17775> (acessado em 15/07/2023).
- Folk, R.L. 1968. Petrology of Sedimentary Rocks. The Univ. of Texas, Austin, Hemphil's. 172p.
- Hubert J.F. 1971. Analysis of Heavy-Mineral Assemblage. In: Carver R.E. (ed.) Procedures in Sedimentary Petrology. Athens, Geórgia, Wiley Interscience, p.453-478.
- Krynine, P.D. 1946. The tourmaline group in sediments. J. Geology, 54: p. 65-87.
- Lima, M.G. 2008. A História do Intemperismo na Província Borborema Oriental, Nordeste do Brasil: Implicações Paleoclimáticas e Tectônicas. Tese de Doutorado. Universidade do Rio Grande do Norte.
- Estudos Geológicos: Recife-PE, Brasil, v. 35, n. 1, p. 53-67, 2025. Universidade Federal de Pernambuco. ISSN 1980-8208. DOI: <https://doi.org/10.51359/1980-8208.2025.268277>.



- Natal/RN, 594p. URL: <https://repositorio.ufrn.br/items/928be29e-5df6-4d78-a06a-e21f0fde8a6f>.
- Mabesoone, J.M. 1983. Sedimentologia. 2 ed. rev. e atual. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, Ed. Universitária, 475p.
- Medeiros, V.C., Medeiros, W.E., Jardim de Sá, E.F. 2011. Utilização de imagens aerogamaespectrométricas, Landsat 7 ETM+ e aeromagnéticas no estudo do arcabouço crustal da porção central do Domínio da Zona Transversal, Província Borborema, NE do Brasil. *Revista Brasileira de Geofísica* 29, 83–97.
- Morton, A.C. 1985. Heavy mineral in provenance studies. In: Zuffa G.G. (ed.) *Provenance of Arenites*. Dordrecht, Germany, D. Reidel Pub. Co. p. 249-278.
- Morton, A.C. & Hallsworth, C.R. 1994. Identifying provenance-specific features of detrital heavy mineral assemblages in sandstones. *Sedimentary Geology*, v. 90, p. 241-256. URL: [https://doi.org/10.1016/0037-0738\(94\)90041-8](https://doi.org/10.1016/0037-0738(94)90041-8).
- Morton, A.C. & Hallsworth, C.R. 1999. Processes controlling the composition of heavy mineral assemblages in sandstones. *Sed. Geol.*, 124: p. 3-29. URL: [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(98\)00118-3](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(98)00118-3).
- Neves, S.P. 2015. Constrains from zircon geochronology on the tectonic evolution of the Borborema Province: Widespread intracontinental Neoproterozoic reworking of a Paleoproterozoic accretionary orogen. *J. S. Am. Earth Sci.* 58, 150–164.
- Neves, S.P. 2024. How many oceans closed during the brasiliano Cycle in Northeastern Brazil? Implications for the amalgamation of western Gondwana. *Earth Science Reviews*, v. 257, p. 104909.
- Palma, J.J.C. 1979. Depósitos de minerais pesados. *Série Projeto REMAC*, 10: p. 33-50.
- Pereira, R. M.; Ávila, C. A.; Lima, P. R. A. S. 2005. *Minerais em Grãos: técnicas de coleta, preparação e identificação*. São Paulo: Oficina de Textos. 112p.
- Pettifohn, F.J. 1975. *Sedimentary Rocks*. New York: Harper & Row Publishers, New York, 3ed. 628p.
- Remus, M.V.D., Souza, R.S., Cupertino, J. A., De Rós, L.F., Dani, N., Vignol-Lelarge, M.L. 2008. Proveniência sedimentar, métodos e técnicas analíticas aplicadas. *Revista Brasileira de Geociências* 38 (2 – suplemento): p. 166-185.
- Silva, C.G. 2000. Placers marinhos. *Revista Brasileira de Geofísica*, 18 (3): p. 327-336. URL: <https://doi.org/10.1590/S0102-261X2000000300010>.
- Suguio, K. 1980. *Rochas Sedimentares: Propriedades, gênese, importância econômica*. São Paulo: Editora Edgard Blucher: Editora da Universidade de São Paulo. 495p.
- Van Schmus, W.R., Oliveira, E.P., Silva Filho, A.F., Toteu, F., Penaye, J., Guimarães, I.P. 2008. Proterozoic Links between the Borborema Province, NE Brazil, and the Central African Fold Belt. *London. Geological Society*, p.66-69. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2011.02.010>
- Van Schmus, W.R., Kozuch, M., Brito Neves, B.B. 2011. Precambrian history of the Zona Transversal of the Borborema Province, NE Brazil: Insights from Sm-Nd and U-Pb geochronology. *J. S. Am. Earth Sci.* 31, 227–252.