



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

ALEXSANDRA BEZERRA DE CARVALHO

**CARACTERIZAÇÃO DA PALEOICTIOFAUNA DE AFLORAMENTOS
DA FORMAÇÃO ROMUALDO (APITANO-ALBIANO; GRUPO
SANTANA, BACIA DO ARARIPE) NA REGIÃO PERNAMBUCANA**

Petrolina

2016

ALEXSANDRA BEZERRA DE CARVALHO

**CARACTERIZAÇÃO DA PALEOICTIOFAUNA DE AFLORAMENTOS
DA FORMAÇÃO ROMUALDO (APITANO-ALBIANO; GRUPO
SANTANA, BACIA DO ARARIPE) NA REGIÃO PERNAMBUCANA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Marco Aurélio Gallo de França

Petrolina

2016

C331c Carvalho, Alexsandra Bezerra de
Caracterização da Paleoiçtiofauna da Formação Romualdo
(Aptiano-Albiano; Grupo Santana, Bacia do Araripe) na Região
Pernambucana / Alexsandra Bezerra de Carvalho. -- Petrolina, 2016.
xiv, 66 f. : il. ; 29 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências
Biológicas) - Universidade Federal do Vale do São Francisco,
Ciências Agrárias, Petrolina, 2016.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Gallo de França.

Referências.

1. Paleontologia. 2. Diversidade. 3. Bacia do Araripe. I. Título. II.
Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 560.981

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

FOLHA DE APROVAÇÃO

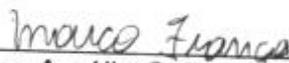
ALEXSANDRA BEZERRA DE CARVALHO

CARACTERIZAÇÃO DA PALEOICTIOFAUNA DE AFLORAMENTOS
DA FORMAÇÃO ROMUALDO (APITANO-ALBIANO; GRUPO
SANTANA, BACIA DO ARARIPE) NA REGIÃO PERNAMBUCANA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 19 de Agosto de 2016.

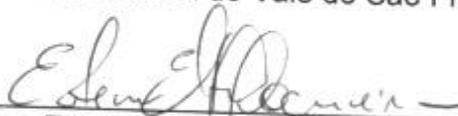
Banca Examinadora



Dr. Marco Aurélio Gallo de França – Orientador
Universidade Federal do Vale do São Francisco



Dr. Benoit Jean Bernard Jahyny – Primeiro Examinador
Universidade Federal do Vale do São Francisco



Dr. Estevan Eltink Nogueira – Segundo Examinador
Universidade Federal do Vale do São Francisco

Dedico este trabalho aos meus pais, por serem meu porto seguro e me apoiarem nessa jornada. Principalmente a Minha mãe, meu anjo protetor, que sempre lutou incansavelmente para que eu nunca desistisse dos estudos. Dedico também a minha família e as minhas amigas que sempre estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao CNPq, por aprovar o meu projeto de iniciação científica, com bolsa, que possibilitou a realização desse trabalho. A FACEPE pela aprovação e financiamento dos projetos do professor Marco Aurélio, aumentando os recursos do LAPEP. Não esquecendo do CEMAFAUNA que cedeu uma sala para que o LAPEP pudesse existir.

Agradeço ao professor Dr. Renato Garcia pelo auxílio com as análises estatísticas e ao meu colega de laboratório Markus Voltaire pelo suporte nas coletas e identificação do material.

Quero agradecer do fundo do meu coração a pessoa mais importante para mim nesse trabalho, essa pessoa me aceitou de braços abertos e me orientou como poucos poderiam fazer. Ele foi paciente do começo ao fim, quando estive doente, quando tinha problemas, até quando eu fazia minhas burradas, mas o mais importante nunca foi grosseiro nem estúpido, já me fez chorar, mas foi de vergonha por decepcioná-lo. Não é só um orientador, mas um amigo que me ensinou a gostar mais da Paleontologia. Ele merece todo o meu respeito e admiração. Essa pessoa é o professor Dr. Marco Aurélio, que mesmo com palavras não poderei agradecer por tudo.

Quero agradecer também aos professores que passaram pela minha graduação, a todos meu respeito e admiração. Um agradecimento especial a dois professores que me socorreram quando mais precisei de ajuda nos meus trabalhos acadêmicos, Dra. Marcelle Almeida e Diego Cesar. Muito obrigada a todos.

RESUMO

Bacia do Araripe é considerada uma das mais importantes bacias interiores do Nordeste, incluindo o Grupo Santana que é composto pelas estratigrafias com maior importância do ponto de vista comercial e preservação fossilífera. O Grupo Santana, do Cretáceo Inferior, está dividido em três litologias listados por sequência de deposições: as Formações Crato, Ipubi e Romualdo. A Formação Romualdo é considerada um dos *Lagerstätten* do Grupo Santana por causa da qualidade excelente da preservação fóssil de peixes, pterossauros, terópodes, répteis, moluscos, equinodermos, plantas e coprólitos. De forma geral, os afloramentos do Grupo Santana da região cearense são mais explorados dos pontos de vista paleontológico que os da região pernambucana. Como exemplo, pode-se citar as coletas controladas na Formação Romualdo na região cearense da Bacia do Araripe, realizados em trabalhos anteriores, denominados aqui de localidade F (Fara *et al.*, 2005) e localidade de V (Vila Nova *et al.*, 2011), de acordo com o primeiro autor dos seus respectivos artigos. Nesta metodologia, os nódulos de calcário são coletados considerando sua posição nos estratos litológicos, sendo os mesmos denominados de Base (mais antigo), Lajeiro do Peixe, Pré-Lajeta, Lajeta, Pós-Lajeta e Ovos de Peixe (camada mais recente). O presente trabalho teve como objetivo a caracterização paleontológica e tafonômica de espécies da paleoictiofauna coletados em afloramentos da Formação Romualdo (Grupo Santana - Bacia do Araripe) no estado de Pernambuco, assim como sua associação faunística com as localidades cearenses de coleta controlada baseadas em índices de diversidade e similaridade. Os fósseis coletados são provenientes de dois afloramentos no município de Bodocó-PE, denominados de PE₁ e PE₂. Após a identificação taxonômica dos fósseis e a caracterização dos formatos dos nódulos de calcário encontrados, foram realizados índices de diversidade de Shannon (H), de Dominância (D), e de similaridade de Bray-Curtis para todos os afloramentos (F, V, PE₁ e PE₂). Em PE, coletou-se 89 concreções, sendo 50 delas identificadas em 9 taxa, sendo *Vinctifer* (19 exemplares) e *Santanichthys* (9 exemplares) os mais abundantes. Para o índice de diversidade entre os 4 afloramentos, os resultados apontaram para uma maior diversidade para os afloramentos de PE, sendo PE₁ maior que PE₂, enquanto, conseqüentemente, os índices de Dominância foram maiores para as localidades F e V no Ceará. Considerando os estratos como

unidades geológicas temporais e geográficas de cada localidade, os dados apontam uma maior diversidade nos estratos de Ovos de Peixe, na localidade de F e V, mas com índices mais baixos que os dos afloramentos de PE. Já os índices de similaridade indicam uma maior proximidade da composição faunística de PE₁ e PE₂, sendo estes relacionados aos estratos da Base à Lajeiro de Peixe de F e V, enquanto os estratos Ovos de Peixe de F e V são considerados uma composição faunística diferenciada dos demais estratos. Sinteticamente, os dados da paleoictiofauna aqui apresentados indicaram uma maior diversidade presente nos afloramentos da área de Pernambuco em relação ao do Ceará, sendo os estratos presentes em Pernambuco similares aos da Base à Lajeiro de Peixe no Ceará.

Palavras-chave: Formação Romualdo, Diversidade, Paleontologia, Bacia do Araripe, Fóssil, Similaridade.

ABSTRACT

The Araripe Basin is considered one of the most important inland basins of the Brazilian northeast, including Santana Group which is composed for layers with important commercial and fossiliferous preservation. The Santana Group (Lower Cretaceous) is divided in three lithologies here listed by depositional sequence: Crato, Ipubi and Romualdo formations. The Romualdo Formations is considered a Lagerstätten due to excellent quality of fossil preservation of fish, pterosaurs, theropods, reptiles, mollusk, echinoderms, plants and coprolites. Overall, the outcrops of Santana Group on Ceará are very explored than other regions. For example, we can mention the controlled collections in Romualdo Fm. in Ceará, carried out in previous works, here named of "F" (Fara *et al.*, 2005) and "V" (Vila Nova *et al.*, 2011) locates, according to the first author of the respective articles. In this methodology, the limestone nodules are collected considering its position in lithological strata, named as basis (oldest layer), Lajeiro de Peixe, Pre-Lajeta, Lajeta, Pós-Lajeta and Ovos de Peixe (earliest layer). This study aimed to the paleontological and taphonomic characterization of paleoictiofauna using specimens collected from outcrops of Romualdo Formation (Santana Group - Araripe Basin) in the state of Pernambuco, as well as its faunal association with controlled collection on Ceará, based on indexes of diversity and similarity. The outcrops from Pernambuco are situated on the municipality of Bodocó-PE, namely here as PE₁ and PE₂. After the taxonomic identification, the limestone nodules were classified according to size and format, and Shannon diversity index (H), Dominance (D), and similarity of Bray-Curtis for all outcrops (F, V, PE₁ and PE₂) were performed. In PE, we collected up to 89 concretions, 50 of them identified in 9 taxa *Vinctifer*, being (19 specimens) and *Santanichthys* (9 specimens), here considered as the most abundant taxa. For the diversity index among 4 outcrops, the results indicated a greater diversity to the outcrops of PE, being PE₁ greater than PE₂, and, consequently, the rates of Dominance were higher for F and V in Ceara outcrops. Considering the layers as temporal and geological units of each locality, the data showed the greater diversity in Ovos de Peixe layer from F and V, but with lower rates than those of PE outcrops. The similarity indices indicate the greater values for the faunal composition of PE₁ and PE₂, which are related to Base to Lajeiro de Peixe layers of F and V, whereas the Ovos de Peixe layers of F and V are considered a distinct faunal

composition. Briefly, the here presented data for paleoictiofauna of Romualdo Formation indicated a greater diversity of the Pernambuco region compared to the Ceará, with more similarity of those to Base to Lajeiro de Peixe layers from Ceará outcrops.

Palavras-chave: Romualdo Formation, Diversity, Paleontology, Araripe Basin, Fossil, Similarity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Mapa geológico da Bacia do Araripe.....	19
Figura 2: Classificação dos nódulos por Saraiva (2008)	24
Figura 3: Estratigrafias da Formação Romualdo segundo Fara <i>et al.</i> (2005).....	26
Figura 4: Mapa da região de exploração – As localidades 1 e 2 representam os afloramentos nos quais foram coletadas as concreções fósseis da Formação Romualdo (Grupo Santana). A área representada está relacionada a Figura 1.	31
Figura 5: Tipos de concreções, da Formação Romualdo, encontradas nas Localidades 1 e 2.	32
Figura 6: Tipos de preservações fósseis, da Formação Romualdo, encontradas nas Localidades 1 e 2.	32
Figura 7: Índice de similaridade, entre os estratos, em cada localidade do Ceará. (A) corresponde à similaridade de Fara e (B) a similaridade de Vila Nova.	42
Figura 8: Similaridade entre os estratos da Formação Romualdo por Fara e as localidades 1 e 2 (PE). (A) corresponde a Fara e PE ₁ e (B) a Fara e PE ₂	42
Figura 9: Similaridade entre os estratos da Formação Romualdo, por Vila Nova, e as localidades 1 e 2 (PE). (A) corresponde a Vila Nova e PE ₁ ; (B) corresponde a Vila Nova e PE ₂	44
Figura 11: índice de similaridade entre os estratos das localidades do CE (V e F) e de PE. (A) localidades do CE e PE ₁ ; (B) localidades do CE e PE ₂	47
Figura 12: índice de similaridade entre os estratos das duas localidades do CE (V e F) e as duas localidades de PE (PE ₁ e PE ₂).	48
Figura 13: Similaridade entre o estrato de Fara e as localidade de PE (A), e Similaridades entre o estrato de Vila Nova e as localidades de PE.	49
Figura 14: Similaridade entre as quatro localidades do CE e PE	50

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1: Ocorrência da Paleoictiofauna da Formação Romualdo por Polck <i>et al.</i> (2015).....	22
Quadro 2: Distribuição fóssil por camada estratigráfica da Formação Romualdo segundo Fara <i>et al.</i> (2015).	28
Quadro 3: Distribuição fóssil por camada estratigráfica da Formação Romualdo segundo Vila Nova <i>et al.</i> (2011).	29
Quadro 4: Quantidade de ictiofauna, por gêneros, encontrada nas Localidades 1 e 2.	36
Quadro 5: Calssificação das Concreções da localidade PE ₁ de acordo com Saraiva (2008).....	58
Quadro 6: Calssificação das Concreções da localidade PE ₁ de acordo com Saraiva (2008).....	63
Tabela 1: Índices de Diversidade de Shannon (H) e Dominância (D) das localidades de coleta.....	39
Tabela 2: Índices de dominância (D) e Shannon (H) das Localidades PE ₁ , PE ₂ e dos estratos da Formação Romualdo das coletas de Fara <i>et al.</i> (2005) e Vila Nova <i>et al.</i> (2011).....	39

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
OBJETIVOS	17
Objetivo Geral	17
Objetivos Específicos	17
REFERENCIAL TEÓRICO	18
Geologia da Bacia do Araripe	18
Preservação Fossilífera, Paleoecologia e Paleodiversidade da Ictiofauna da Formação Romualdo	21
Coleta Controlada Estratigraficamente na Formação Romualdo	25
MATERIAL E MÉTODOS	30
Coleta do material	30
Classificação dos nódulos	31
Identificação taxonômica	33
Estudo comparativo da Paleodiversidade	33
Análise 1: Índices Diversidade e Dominância	35
Análise 2: Índice de Similaridade	35
RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
Análise 1: Índices de Diversidade, Totais, das Quatro Localidades (F com estratos agrupados, V com estratos agrupados, PE ₁ e PE ₂)	37
<i>Shannon (H):</i>	37
<i>Dominância (D):</i>	37
<i>Comparação entre os índices dos estratos do CE e das localidades PE₁ e PE₂</i>	38
Análise 2: Índices de Similaridade	40
<i>Similaridade dos estratos de cada localidade do CE (F e V)</i>	40
<i>Similaridade entre os estratos da localidade representada por F e as Localidades PE₁ e PE₂</i>	41
<i>Similaridade entre os estratos da localidade representada por V e as Localidades PE₁ e PE₂</i>	43
<i>Similaridade entre as estratigrafias das duas localidades do CE (F e V)</i>	44

<i>Similaridade entre os estratos das localidades do CE e cada localidade de PE..</i>	45
<i>Similaridade entre os estratos do CE e as duas localidades de PE</i>	47
<i>Similaridade entre os estratos de cada localidade do CE e as localidades de PE</i>	47
<i>Similaridade entre as localidades do CE e do PE.....</i>	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
ANEXO.....	58

INTRODUÇÃO

A Bacia do Araripe é umas das mais importantes bacias sedimentares nordestinas. Ela possui sete litoestratigrafias que a compõe, sendo uma delas o Grupo Santana, o conjunto de camadas estratigráficas mais importante da Bacia do Araripe. Isso por causa da exploração comercial, bem como pelo ponto de vista da diversificação e da qualidade dos fósseis existente (ASSINE, 1992). As formações Crato, Ipubi e Romualdo são unidades estratigráficas do Grupo Santana. As mesmas, são exploradas para fins paleontológicos, sendo Crato e Ipubi, também exploradas para fins mineralógicos (KELLNER, 2002; KELLNER; CAMPOS, 1999).

Formação Romualdo, foco desse estudo, é formada por deposições sedimentares de folhelhos, margas, calcário e arenito (MAISEY, 1991; VALENÇA *et al.*, 2003). A mesma pertencente ao Grupo Santana, e é conhecida pelo seu potencial fóssilífero, encontrando-se exemplares com preservação excepcional de tecidos moles, tridimensionais e sem sinais de compactação em suas concreções (MARTILL, 1988; KELLNER, 2002). Nesta Formação, os peixes são comumente encontrados em concreções calcárias, sendo preservados escamas e esqueletos na posição original, em sua maioria, mas em algumas exceções o esqueleto está nu (MABESOONE; TINOCO, 1973). Isto evidencia que boa parte do material preservado foi rapidamente soterrado, ao invés de ficar exposto às condições de ações naturais que proporcionam a desarticulação esquelética antes do soterramento final.

De acordo com Bruno e Hessel (2006) a presença de micro fósseis como foraminíferos de ambiente costeiro raso e dinoflagelados, sugerem uma influência marinha em alguns intervalos da Formação Romualdo. A diversidade de espécies encontradas em diferentes estratos, desta formação pode ter relação com entendimento do ambiente relacionado com as incursões marinhas ou estratificações halinas das águas durante os milhões de anos em que ocorreram as deposições. Acredita-se que esta formação tenha sido depositada em um sistema ecológico ecótono (BRUNO; HESSEL, 2006), ou seja, ambiente de transição entre dois ecossistemas diferentes.

A paleoictiofauna faz parte da biodiversidade de fósseis encontrados em grandes quantidades na Formação Romualdo (Grupo Santana) da Bacia do Araripe, juntamente com outros grupos como pterossauros, terópodes, quelônios, crocodilianos, além de alguns grupos de protostômios marinhos (MARTILL, 1988;

BOSS, 2007; BOSS; VEGA, 2011). Entre os quelônios encontrados estão *Araripemys*, *Brasilemys*, *Cearachelys*, *Euraxemys*, *Caririemys* e *Santanachelys* (OLIVEIRA, 2007). Os táxons arcossaurianos compreendem os crocodilianos *Araripesuchus* e *Caririsuchus*, os dinossauros *Irritator* e *Angaturama* (Spinosauridae), e diversos táxons de pterossauros, sendo mais ocorrentes os táxons Anhangueridae e Tapejaridae (KELLNER; CAMPOS, 1999).

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Hipotetizando que a maior diversidade da paleoictiofauna, da Formação Romualdo, estivesse nas regiões pernambucanas. O presente trabalho tem como objetivo principal a caracterização paleontológica e tafonômica de táxons da paleoictiofauna, coletados em afloramentos da Formação Romualdo (Grupo Santana - Bacia do Araripe) no estado de Pernambuco para que sejam comparadas com a paleoictiofauna de outras regiões da Bacia do Araripe composta pela mesma Formação. Esta comparação poderá ser utilizada para inferências paleoecológicas de preservação da biodiversidade e inferências ambientais entre essas duas regiões.

Objetivos Específicos

- Coletar e preparar o material fóssil da Formação Romualdo (Grupo Santana - Bacia do Araripe) na região pernambucana;
- Identificar taxonomicamente os espécimes coletados;
- Classificar as concreções carbonáticas da Formação Romualdo;
- Tombar o material e criar um banco de dados no LAPEP (Laboratório de Paleontologia e Evolução de Petrolina);
- Revisar dados de trabalhos de outros autores referentes ao tema de diversidade e paleontologia da ictiofauna da Formação Romualdo;
- Realizar análises estatísticas de índice de diversidade e similaridade dos afloramentos visitados na região de Pernambuco no presente trabalho;
- Fazer o estudo comparativo de diversidade e preservação dos fósseis da Formação Romualdo da região cearense e pernambucana.

REFERENCIAL TEÓRICO

Geologia da Bacia do Araripe

Durante bilhões de anos, eventos tectônicos são responsáveis por acontecimentos que resultam em modificações nas estruturas geológicas do planeta, como a divisão do continente Gondwana. Durante o Mesozoico, no Gondwana, ocorreram processos de rifteamentos que culminaram na separação da América do Sul e África, dando início a abertura que originou o Oceano Atlântico Sul, pela invasão do mar (CARVALHO, 2001; VALENÇA; NEUMANN; MABESOONE, 2003).

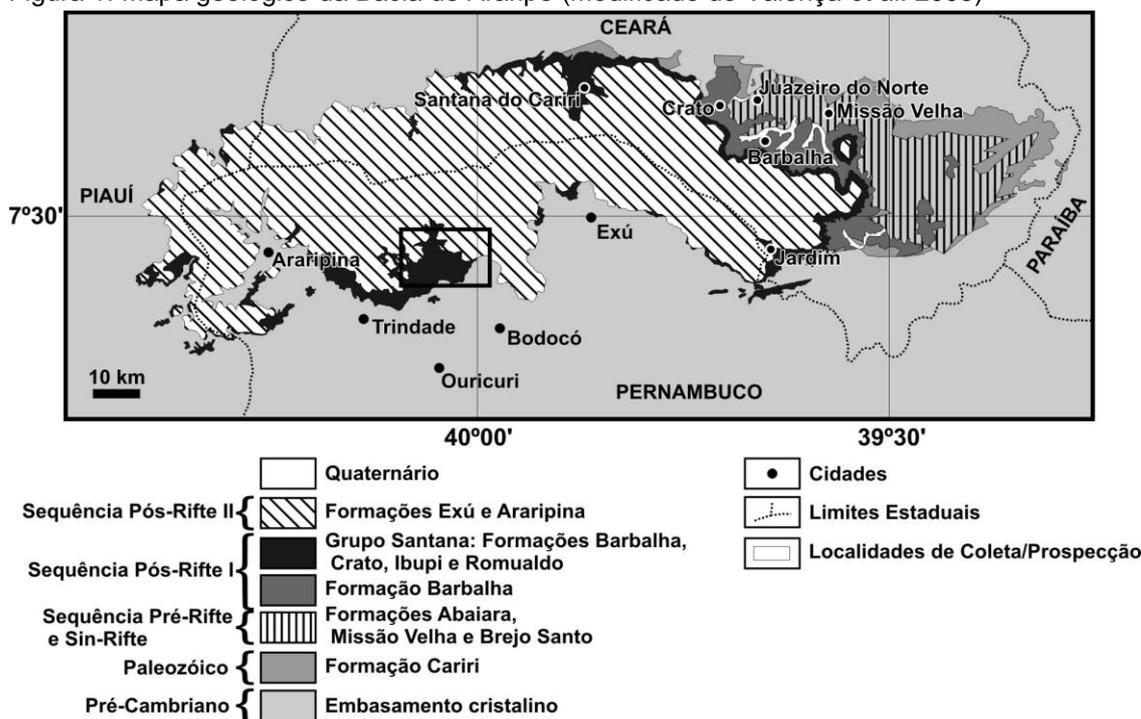
Segundo Valença, Neumann e Mabesoone (2003), os processos de rifteamento que deram início aos eventos que contribuíram para a formação das bacias intracratônicas “tipo silt” ocorreram nas etapas *Pré-rift*: fase inicial da formação da bacia do Araripe e caracterizada pela presença de falhas menores; *Syn-rift*: fase em que havia deposição de sedimentos alternada entre reativações tectônicas e períodos tranquilidade; *Pós-rift*: fase iniciada pelo abaulamento que permitiu a ingressão marinha no continente e que terminou com sua regressão (VALENÇA; NEUMANN; MABESOONE 2003).

De acordo com Assine (1994) a transgressão marinha devido ao aumento do nível do mar atingiu também o interior do Nordeste brasileiro. O autor aceita a hipótese de que essa transgressão atingiu a Bacia do Araripe, pelos vales fluviais, vinda da Bacia de Sergipe-Alagoas (ASSINE, 1994). No entanto, Arai (2009) refuta essa hipótese mostrando dados de que a ingressão tenha ocorrido através da “seaway” epicontinental da Bacia Parnaíba, ou seja, ponto de entrada e rota das águas oceânicas (ARAI, 2009). Enquanto, Valença, Neumann e Mabesoone (2003) em uma proposição confluyente entre as duas anteriores, defendem que a ingressão se deu pelas três bacias Sergipe, Parnaíba e Potiguar, ficando a do Araripe ao centro dessas ingressões (VALENÇA; NEUMANN; MABESOONE, 2003) .

A Bacia do Araripe (Figura 1), assim como as Bacias Potiguar, Iguatu, Lima Campos, Icó, Lavras de Mangabeira, Pau dos Ferros, Rio Nazaré, Vertentes e Rio do Peixe, é uma Bacia intracratônica “tipo silt” e considerada uma das mais importantes e complexas bacias sedimentares do interior do Nordeste, a mais estudada e também a mais extensa. Com aproximadamente 9.000 km², compreende parte dos estados de Ceará, Pernambuco e Piauí (ASSINE, 1992; 1994; 2007; VIDAL; PADILHA; OLIVEIRA, 2006; CHAGAS, 2006), e tem como estrutura planáltica principal a Chapada do Araripe.

A deposição sedimentar da Bacia do Araripe teve seu início com os arenitos basais da Formação Cariri no Período Siluriano, da Era Paleozoica (ASSINE, 1992; CHAGAS, 2006). Posteriormente, na Era Mesozoica, novas seqüências sedimentares (Figura 1) como as formações Brejo Santo e Missão Velha (Pré-rifte, neojurássico), as formações Abaiara (Sin-rifte, neocomiano), e as formações Rio da Batateira, Crato, Ipubi, Romualdo (Grupo Santana), Arajara e Exu (Pós-rifte, aptiano-cenomaniano) (ASSINE, 1992; 2007; FABRINI *et al.*, 2010, 2011), começaram a se formar através sistemas deposicionais continentais, aluviais, lacustres e flúvio-marinhos, provenientes dos eventos tectônicos (MAISEY, 2000; KELLNER, 2002; VALENÇA; NEUMANN; MABESOONE, 2003; CHAGAS, 2006; CHAGAS; ASSINE; FREITAS, 2007; ASSINE, 2007; ROJAS, 2009).

Figura 1: Mapa geológico da Bacia do Araripe (Modificado de Valença *et al.* 2003)



O Grupo Santana é a litoestratigrafia mais complexa e mais estudada da Bacia do Araripe pela sua composição geológica (calcário laminado e gipsita) e riqueza de fósseis, principalmente da paleoictiofauna encontradas nas concreções calcárias (ASSINE, 1992). Formado entre o Aptiano e o Albiano (Cretáceo Inferior), e considerado de origem marinho/lacustre (MAISEY, 1991; ASSINE, 1992; 1994; BRUNO; HESSEL, 2006), o Grupo Santana é dividido em três unidades litológicas que o torna de grande importância paleontológica devido ao estado de conservação

dos espécimes encontrados em suas concreções (KELLNER, 2002; CARVALHO; SANTOS, 2005; CHAGAS, 2006). Essas unidades são: Formação Crato, Ipubi e Romualdo, citadas em ordem temporal de deposição, e cujas riquezas de achados, dão ao Grupo a designação de *Lagerstätten* (MAISEY, 1991; KELLNER; CAMPOS, 1999; CARVALHO; SANTOS, 2005).

A Formação Crato é a primeira, e conseqüentemente mais antiga, estratigrafia sedimentar formada no Grupo Santana. Considerada de ambiente lacustre, apresenta fácies carbonatadas, alternando-se com folhelhos e arenitos finos, cujos fósseis são normalmente preservados comprimidos (CHAGAS, 2006; BOSS; VEGA, 2011; VOLTANI, 2011). Esta Formação é considerada de grande importância econômica por causa da exploração comercial para fins industriais e de construção civil, e está presente em várias cidades do estado do Ceará (KELLNER; CAMPOS, 1999; VIANA; NEUMANN, 2002). Nessa Formação são encontradas grandes quantidades de fósseis de peixes do gênero *Dastilbe* (MARTILL, 1988; MAISEY, 2000), da flora, protostômios (principalmente da classe insecta), além de exemplares de quelônios, crocodilianos, pterossauros, terópodes, icnofósseis e palinórfos (MAISEY 1991; VIANA; NEUMANN, 2002).

Depositada acima da Formação Crato, a Formação Ipubi é uma litoestratigrafia que apresenta fins econômicos pela exploração da gipsita (KELLNER, 2002; OLIVEIRA, 2006; CHAGAS 2006; ASSINE, 2007). Todavia, não apresenta uma rica preservação de fósseis como as Formações Crato e Romualdo. Caracterizada pelos evaporitos (gipsita e anidrita) e folhelhos betuminosos, formando lamina *palisades*, é considerada de ambiente que sofre variações relativas do nível do mar como os costeiros supra maré (CHAGAS, 2006; ASSINE, 1992; 2007). Dentre os fósseis encontrados estão restos de ostrácodes, peixes, râmulos, folhas de *Ginko* (OLIVEIRA, 2006), e foi constatado a presença do primeiro testudine (quelônio) dessa formação (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

A Formação Romualdo, foco deste trabalho, é a unidade estratigráfica superior e mais recente do Grupo Santana, estando localizada acima da Formação Ipubi (KELLNER, 2002; ASSINE, 2007). Formada por deposições sedimentares de folhelhos, margas, calcário e arenito (MAISEY, 1991; VALENÇA; NEUMANN; MABESOONE 2003), cuja presença intercalando-se em toda as sequências da Formação demonstra que houve uma contribuição sedimentar de sazonalidade na deposição dos sedimentos. Os estratos sedimentares indicam que houve períodos

deposicionais de sedimentos arenosos controlados pela tectônica intercalados por períodos de não-atividade pela deposição de folhelhos em ambiente aquoso. Se o evento tectônico tiver longa duração, maior será a camada arenosa; e se a ausência desse evento for longa, maior será a camada de folhelhos (SARAIVA, 2008).

Preservação Fossilífera, Paleoecologia e Paleodiversidade da Ictiofauna da Formação Romualdo

Os vertebrados da paleoictiofauna Actinopterygii encontrados na Formação Romualdo são: os gêneros *Vinctifer* (Aspidorhynchidae), *Tharrhias* (Gonorynchiformes), *Rhacolepis* (Pachyrhizodontidae) e *Cladocyclus* (Ichthyodectiformes), enquanto *Brannerion* (Albulidae), *Calamopleurus* (Amiiformes), *Santanichthys* (Incertae sedis), *Oshunia* (Ionoscopidae), *Obaichthys* (Obaichthyidae), *Notelops* (Notelopidae), *Neoprocinetes* (Pycnodontidae), *Lepidotes* (Semionotidae), *Iemanjá* (Pycnodontidae), *Beurlenichthys* (Incertae sedis), *Araripichthys* (Ararapichthyidae), *Araripelepidotes* (Semionotidae) são mais raros (MAISEY, 1991; FARA *et al*, 2005; BRUNO; HESSEL, 2006; BOOS; VEGA, 2011; VILA NOVA *et al*, 2011). Há também a ocorrência, porém rara, de Sarcopterygii como *Axelrodichthys* (Mawsoniidae) e *Mawsonia* (Mawsoniidae), além de Elasmobranchii dos gêneros *Tribodus* (Hybodontidae) e *Iansan* (Rhinobatidae), tubarão e raia respectivamente (BRUNO e HESSEL, 2006; BOSS e VEGA, 2011).

Mabesoone e Tinoco (1973) analisaram, através de estudos comparativos com homólogos modernos, os hábitos de vida dos peixes da Formação Romualdo e propuseram que os peixes *Lepidotes*, *Microdon*, *Ophiopsis* eram de águas tranquilas; *Dastilbe* e *Tharrhias* eram de cardume; *Brannerion*, *Notelops*, *Paraelops*, *Rhacolepis* são representantes de espécies que viviam em bandos; enquanto *Enneles* (*Calamopleurus*), *Aspidorhynchus*, *Cladocyclus* eram de gêneros carnívoros (MABESOONE; TINOCO, 1973).

Kellner e Campos (1999), em seu estudo de revisão, relata a ocorrências dos táxons da paleoictiofauna na Formação Romualdo, em que *Rhacolepis*, *Vinctifer*, *Tharrhias* são os táxons mais comuns da Formação Romualdo chegando a 90% das amostras. Os *Neoprocinetes* e *Iemanjá*, segundo este autor, possuem menor ocorrência, enquanto *Oshunia* e *Obaichthys* são raros. Os gêneros *Calamopleurus* e

o *Cladocyclus* são considerados os maiores predadores. O autor pontua a presença de elasmobrânquios *Iansan* e *Tribodus*, bem como exemplares Sarcopterígeos (Coelacanthidae) extremamente raros (KELLNER; CAMPOS, 1999).

Polck *et al.* (2015) elaboraram um guia de identificação de peixes fósseis do Grupo Santana em que descrevem a ocorrência de cada gênero nas estratigrafias deste grupo. O Quadro 1 representa a ocorrência da paleoictiofauna da Formação Romualdo.

Quadro 1: Ocorrência da Paleoictiofauna da Formação Romualdo por Polck *et al.* (2015)

		OCORRÊNCIA				
		Comum e mais abundante	Comum	Não muito comum	Raros	Muito raros
TÁXONS	<i>Cladocyclus</i>	<i>Araripelepidotes</i>	<i>Lepidotes</i>	<i>Araripichthys</i>	<i>Dentilepisosteus</i>	
	<i>Rhacolepis</i>	<i>Beurlenichthys</i>		<i>Brannerion</i>	<i>Iansan</i>	
	<i>Vinctifer</i>	<i>Calamopleurus</i>		<i>Bullichthys</i>	<i>Iemanja</i>	
		<i>Notelops</i>		<i>Paraelops</i>	<i>Obaichthys</i>	
		<i>Tharrhias</i>		<i>Placidichthys</i>	<i>Oshunia</i>	
				<i>Neoproscinetes</i>	<i>Stahbaja</i>	
				<i>Santanichthys</i>	<i>Tribodus</i>	
				<i>Mawsonia</i>		

As biotas aquáticas, sistemas fluviais e lacustres foram profundamente afetados pela criação e modificação das bacias interiores durante o Albiano, com a destruição de habitats. O afluxo das águas marinhas, também, dispersou peixes marinhos em muitas bacias (MAISEY, 2000). Martill (1988) acredita que houve uma mortalidade em massa dos peixes devido algumas evidências encontradas nas concreções, como a presença de peixes do mesmo táxon e tamanho em uma mesma concreção. Ainda não se sabe ao certo o que pode ter acontecido para que houvesse uma mortalidade em massa, mas acredita-se que a superfície da água tenha passado por eventos como alterações químicas ou catastróficas de temperatura, mudanças de salinidade em ambientes marinhos marginais ou ascensão de salinidade na coluna d'água (MARTILL, 1988).

De acordo com Mabeoone e Tinoco (1973) os peixes bem preservados são encontrados em uma estrutura calcítica com lâminas concêntricas em torno de uma cavidade oca. O autor acredita que a fossilização dos espécimes possa ter ocorrido sobre intensa luz solar fazendo com que o animal morto secasse liberando líquidos e

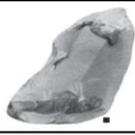
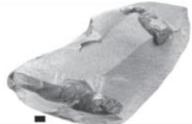
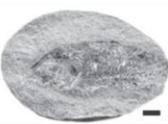
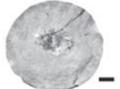
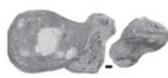
gorduras enquanto argila e areia aderiam ao corpo formado uma massa protetora, causando um tipo de cozimento que impede a decomposição. Enquanto isso, a gordura liberada cimentava o sedimento circundante. Esse processo provavelmente não ocorria com a cauda por possuir baixas quantidades de lipídeos (MABESOONE; TINOCO, 1973).

Segundo Martill (1988), os fundos d'água eram oxigenados e hipersalinos e eram formados por um tapete de organismos procariotos. Estes acumulavam-se sobre as carcaças de peixe que desciam ao fundo impedindo sua subida e fazendo com que os gases acumulassem dentro da cavidade do corpo. As paredes do corpo dos peixes de até 40 cm foram preservadas pela pressão do gás dentro das carcaças. Com a decomposição, o fundo d'água tornou-se anóxico, elevando a quantidade do CO₂ dissolvido na água, diminuindo o pH e inibindo a precipitação do carbonato e aumentando o francolite. A presença de amônia possibilitou o aumento do pH, e quando o peixe chegava ao fundo ocorria, também, a fosfatização dos tecidos moles por bactérias que metabolizam os tecidos. Com o pH alto a precipitação do carbonato iniciou-se a formação de concreção, impedindo que o corpo fosse compactado (MARTILL, 1988)

Saraiva (2008), em suas escavações, classificou as concreções carbonáticas da Formação Romualdo (Figura 2), utilizando a terminologia de Fara *et al.* (2005) para cada nível litológico (Figura 3). Assim, os autores puderam comparar os tipos de concreções encontradas em cada nível da Formação Romualdo e utilizou os critérios *Tamanho da concreção* (cm): comprimento e largura; *Número de espécie por concreção*: afossilífera, unifossilífera ou multifossilífera; *Posicionamento do fóssil na concreção*: superior, mediana, inferior, paralela transversal ou dispersa; *Dimensionalidade espacial*: tridimensional ou comprimida; *Quantidade de matriz em relação ao fóssil*: regular, abundante, escassa ou curta; *Formato geral das concreções*: oval-alongada, ovoide, irregular; *Laminação e textura interna da matriz*: laminada ou pouco laminada (Figura 2). Ainda, segundo o autor, no nível Ovos de Peixe, pode-se encontrar concreções subesféricas e septárias. As concreções que predominam no Matracão 1 são ovoides pouco laminadas, e no Matracão 2 são ovoides e alongadas com matriz abundante, e septárias. No Pós-Lajeta encontra-se concreções oval-alongada com macro fósseis desarticulados, além de ostrácodes e coprólitos, enquanto no Pré-Lajeta contém concreções esparsas, ovoides e subesféricas. As concreções fossilíferas do Lajeiro do Peixe são muito aderidas e

com fósseis fragmentados e comprimidos. Já no nível Base, as concreções são raras e com restos fósseis desarticulados (SARAIVA, 2008). Os níveis litológicos descritos por Fara *et al.* (2005) estão descritos na Figura 3.

Figura 2: Classificação dos nódulos por Saraiva (2008)

Número de espécimes			
	AFOSSILÍFERA	UNIFOSSILÍFERA	MULTIFOSSILÍFERA
Posicionamento dos fósseis na concreção			
	SUPERIOR	MEDIANO	INFERIOR
			
	TRANSVERSAL	PARALELOS	DISPERSOS
Dimensionalidade espacial			
	TRIDIMENSIONAL	COMPRIMIDO	
Quantidade de matriz em relação ao fóssil			
	ABUNDANTE	REGULAR	
			
	ESCASSA	CURTA	
Formato geral das concreções			
	SUB-ESFÉRICA	OVÓIDE	
			
	OVAL-ALONGADA	IRREGULAR	
Laminação e textura interna da matriz			
	LAMINADA	POUCO LAMINADA	

Coleta Controlada Estratigraficamente na Formação Romualdo

As coletas controladas, feitas pelo estudo tafonômico das litoestratigrafias, são importantes para se identificar em que período, ambiente e condições de deposição a fossilização ocorreu, além de facilitar a compreensão da ecologia das espécies estudadas.

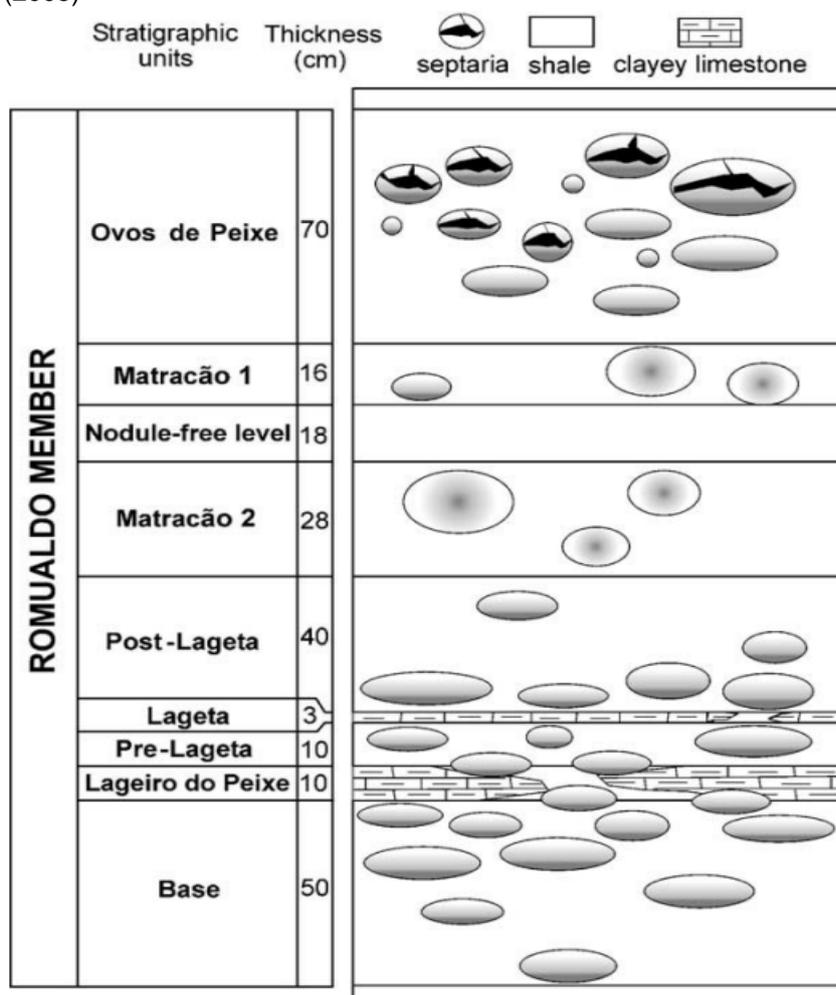
Fara *et al.* (2005) coletou materiais no sítio fossilífero, no estado cearense, denominado de Parque dos Pterossauros, analisando a espessura das camadas litoestratigráficas da Formação Romualdo e percebendo que elas podem variar de local para local. Lajeiro do Peixes é o nome dado à base dessa Formação, que é composta de folhelho laminado de cor bege, contendo concreções raras e revestida por calcário rico em argila com espessura entre 5 e 10 cm aproximadamente. A Lajeta encontra-se 15 cm acima do Lajeiro, formado por argilo-calcário. Essa camada possui de 1,5 a 3 cm de espessura originada pelas duas unidades Pré e Pós-Lajeta que são dois níveis de concretização típicos de rolamento. Sobrepondo a unidade pós-Lajeta encontra-se o nível Matracão com 18 cm de espessura contendo poucas concreções que são compactas, muito duras, raramente fossilíferas e que pode variar entre cinza e cinza escuro. O nível superior da Formação Romualdo com 70 a 100 cm de espessura é denominado de Ovos de Peixe, que possui na parte superior numerosas concreções septarianas que podem ou não conter restos fósseis. Seu limite superior é marcado por concreções maiores chegando a 1 m de concreções livres, xistos resistentes e argila. No nível Ovos de Peixe, encontraram alguns esqueletos articulados de peixes indeterminados e com pequeno a médio porte, além de fragmentos de plantas e numerosos coprólitos (Figura 3) (FARA *et al.*, 2005).

De acordo com Fara *et al.* (2005), a distribuição das concreções é irregular ao longo da Formação, de modo que, no Matracão (subdividido em: Matracão 1; sem concreções; e Matracão 2) a densidade foi de 0,8 concreções/m³ enquanto na pré-Lajeta foi de 15 concreções/m³ ficando, assim, o meio da unidade Ovos de Peixe com maioria das concreções, seguida da camada entre o topo da base e a parte inferior da pós-Lajeta. Os mesmos autores investigaram, também, a relação entre a posição estratigráfica e a morfologia das concreções e perceberam que não há relação entre o comprimento das concreções e sua posição na zona e que as

concreções encontradas da camada superior da Pós-Lajeta à base da Ovos de Peixe são inferiores a 30 cm (FARA *et al.*, 2005).

Dos táxons mais identificáveis no trabalho de escavações controladas de Fara *et al.* (2005), *Vinctifer* é abundante na unidade Ovos de Peixe, enquanto *Tharrhias* do topo da Base até a parte inferior da unidade Pós-Lajeta, porém ambos ocorrem em vários níveis. A ocorrência de *Brannerion* parece estar restrita aos níveis de dominâncias do *Tharrhias*, e a do *Notelops* se restringe a unidade dominada por *Vinctifer*. Já o *Cladocyclus* encontra-se abundante na Base e na unidade Pós-Lajeta (Fara *et al.*, 2005). O Quadro 2 mostra a distribuição dos fósseis, por camada estratigráfica, encontrados por Fara *et al.* (2005).

Figura 3: Estratigrafias da Formação Romualdo segundo Fara *et al.* (2005)



Vila Nova *et al.* (2011) encontrou 202 concreções em 12,32 m³ de sedimentos removidos e 248 cm de profundidade e sete níveis de mortalidade. Das concreções, 173 continham fósseis de peixes (maioria), coprólitos e pterossauros (fora dos níveis de mortalidade). Os mesmos autores utilizaram as características e divisões propostas por Fara *et al.* (2005) e perceberam que as camadas superiores e inferiores mostram diferentes tipos de compactação dos fósseis sendo tridimensionais, maioria, na parte superior e compactado nas porções inferiores. No nível denominado de base o *Cladocyclus* representa 2% do total de concreções encontradas. A pós-Lajeta com *Tharrhias*, *Calamopleurus cylindricus*, representando 5%. Já a Lajeta não possui concreções, mas apresenta laminae com fósseis de peixes bidimensionais. Na pós-Lajeta encontrou fósseis de pterossauro, *Vinctifer* sp., *Rhacolepis bucalis*, *Tharrhias* sp., *Calamopleurus cylindricus* e coprólitos, perfazendo 9% dos fósseis. Na Ovos de Peixe encontraram *Vinctifer comptoni*, *R. bucalis*, *Tharrhias* sp. e *Calamopleurus cylindricus* representando 83% das concreções encontradas na Formação, e tendo *Rhacolepis* e *Vinctifer* como os mais comuns (VILA NOVA *et al.*, 2011). Os peixes encontrados nessas litoestratigrafias estão descritos no Quadro 3.

Diferentemente do que afirmam Fara *et al.* (2005), sobre a camada Lajeiro do Peixe, Vila Nova *et al.* (2011) em suas coletas não conseguiram identificar fósseis na mesma. Esses autores levanta a hipótese de que o estrato não seja homogêneo em se tratando de fósseis. Outra hipótese é a de sucessão faunística por causa da distribuição heterogênea e dominante de alguns gêneros como *Vinctifer*, *Rhacolepis* e *Tharrhias*, e que a mesma tenha ocorrido em toda a Bacia, mas em épocas diferentes. Os autores acreditam que o evento de mortalidade em massa inferido por outros autores possa ter surgido por causa dessa sucessão (VILA NOVA *et al.*, 2011).

Quadro 2: Distribuição fóssil por camada estratigráfica da Formação Romualdo segundo Fara *et al.* (2015).

TÁXONS	OVOS DE PEIXE	MATRAÇÃO 1	NODULE-FREE	MATRACAO 2	PÓS-LAJETA	LAJETA	PRÉ-LAJETA	LAJEIRO DO PEIXE	BASE	TOTAL
Peixe Indeterminado	13	4	0	1	14	0	10	15	19	76
<i>Vinctifer</i>	65	0	0	0	1	0	2	3	4	75
<i>Tharrhias</i>	3	0	0	0	5	0	7	19	15	49
<i>Cladocyclus</i>	2	0	0	0	4	0	0	2	4	12
<i>Brannerion</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	1	3
<i>Notelops</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Calamopleurus</i>	3	0	0	0	0	0	0	1	0	4

Quadro 3: Distribuição fóssil por camada estratigráfica da Formação Romualdo segundo Vila Nova *et al.* (2011).

TÁXONS	OVOS DE PEIXE	MATRAÇÃO 1	NODULE-FREE	MATRACAO 2	PÓS-LAJETA	LAJETA	PRÉ-LAJETA	LAJEIRO DO PEIXE	BASE	TOTAL
Peixe Indeterminado	15	0	0	0	0	2	2	0	0	19
<i>Vinctifer</i>	65	0	0	0	2	0	0	0	0	67
<i>Tharrhias</i>	11	0	0	0	1	0	3	0	0	15
<i>Cladocyclus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
<i>Rhacolepis</i>	34	0	0	0	4	0	0	0	0	38
<i>Calamopleurus</i>	1	0	0	0	2	0	2	0	0	5

MATERIAL E MÉTODOS

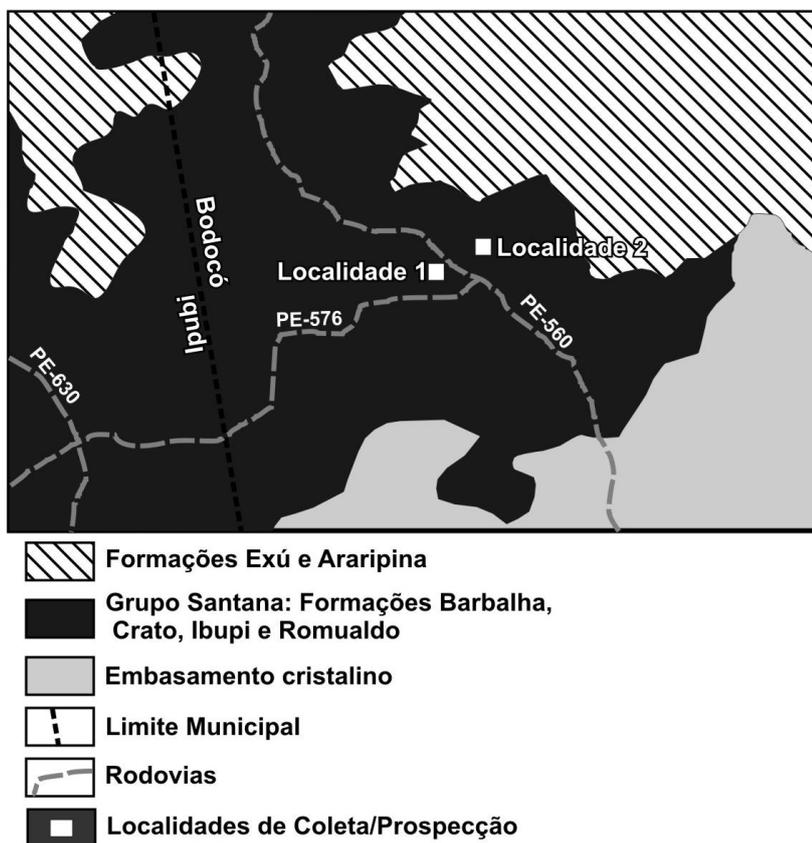
Coleta do material

Os trabalhos de reconhecimento estratigráfico, prospecção e coleta foram realizados na porção Pernambucana da Chapada do Araripe. O município de Bodocó localizada ao sopé da Chapada foi o principal alvo das expedições. Foram realizadas três viagens nas datas de 11 a 12 de outubro, 13 a 14 de dezembro de 2014, e 23 a 24 de maio de 2015. Nestas, foram visitados os mesmos afloramentos em busca de materiais concrecionários. A litoestratigrafia do Grupo Santana, na qual as concreções foram coletadas, é a Formação Romualdo.

As concreções foram encontradas, nos afloramentos da região, em cursos de águas intermitente, oriundas de processos pluviais que fazem com que esse material role do seu local de origem. Por se tratarem de materiais fósseis fora de seu ponto geográfico e estratigráfico originais, a coleta de dados tafonômicos no campo foram impossibilitados, inviabilizando a coleta controlada estratigraficamente. Os dois afloramentos, nos quais registrou-se a presença de fósseis, foram identificados como Localidade 01 (PE₁) de coordenadas 7° 36' 36,43" S e 40° 3' 30,60" W, e Localidade 02 (PE₂) coordenadas 7° 36' 10,45" S e 40° 02' 46,27" W. Estas se distanciam uma da outra por aproximadamente 1,5 Km, como apresentado no mapa (Figura 4). Para cada afloramento foi dedicado o mesmo tempo de exploração e número de dias/coletas, indicando um esforço de coleta similar entre as duas áreas.

Para exploração, os materiais utilizados foram: picaretas, martelos e talhadeiras, com auxílio de luvas. As concreções foram talhadas, e observado o seu conteúdo. A maior parte das concreções encontradas se tratava de partes dos corpos dos peixes como cauda, cabeça e tronco. Poucos exemplares possuíam o corpo completo. Estas concreções apresentavam-se sobre, ou em camadas superficiais do solo, o que impossibilitou a coleta e análise de dados tafonômicos. O material fóssil coletado foi transportado para análise e identificação no Laboratório de Paleontologia e Evolução de Petrolina-LAPEP, localizado no Campus Ciências Agrárias-CCA da Universidade Federal do Vale do São Francisco-UNIVASF.

Figura 4: Mapa da região de exploração – As localidades 1 e 2 representam os afloramentos nos quais foram coletadas as concreções fósseis da Formação Romualdo (Grupo Santana). A área representada está relacionada a Figura 1. (Geologia baseado em Valença *et al.*, 2003; limites regionais e rodovias baseado em www.maps.google.com)



Classificação dos nódulos

Em laboratório os nódulos (concreções) foram classificados de acordo com Saraiva (2008) (Figura 2), tamanho da concreção; espécime por concreção; posição na concreção; dimensão dentro da concreção; relação matriz/fóssil; formação da concreção; estrutura e texturas sedimentares. Nas figuras 5 e 6 estão apresentadas algumas dessas classificações como formação da concreção (Figura 5), e formação da concreção e dimensionalidade espacial (Figura 6).

Figura 5: Forma geral das concreções, da Formação Romualdo, encontradas nas Localidades 1 e 2 (classificação baseada em Saraiva 2008).

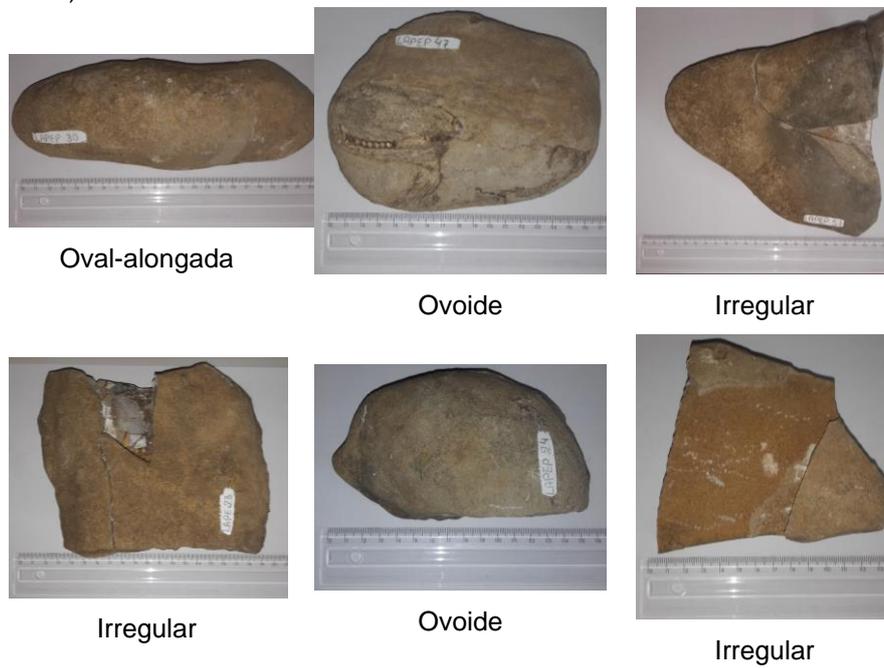
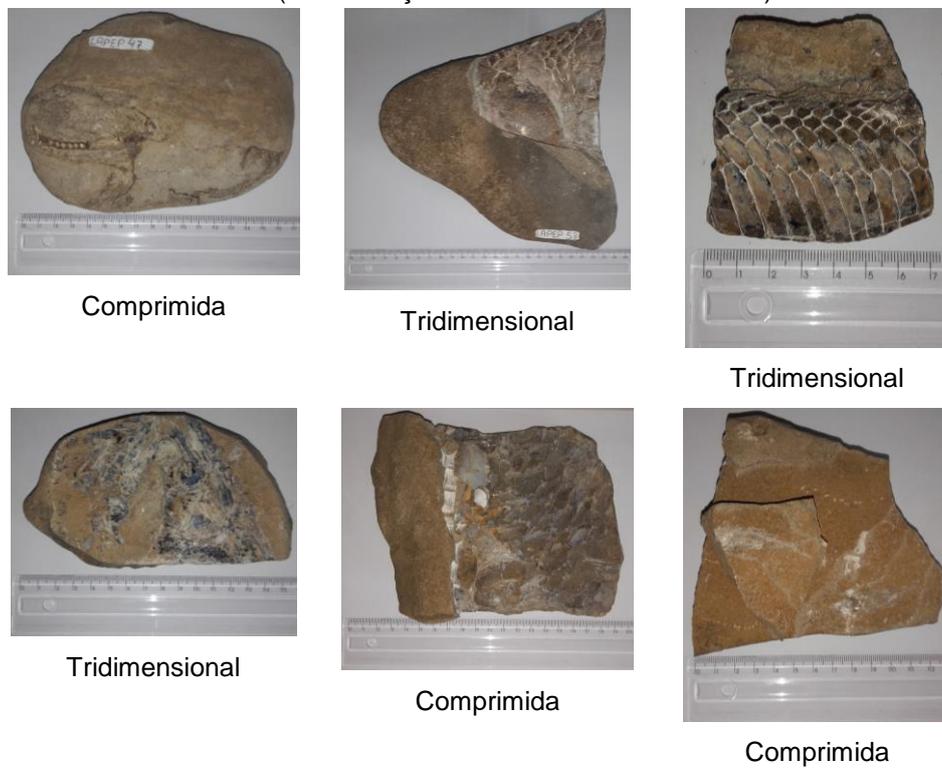


Figura 6: Tipos de preservações fósseis, da Formação Romualdo, encontradas nas Localidades 1 e 2. (Classificação baseada em Saraiva 2008).



Identificação taxonômica

No LAPEP, o material coletado foi separado por local de coleta, para a identificação taxonômica. Para esta, utilizou-se livros, artigos e outros trabalhos científicos, além de pesquisas de imagens na internet para comparação com os exemplares encontrados. Por se tratar de material parcialmente exposto, não houve a necessidade de uma preparação mais detalhada dos fósseis para a sua identificação.

Os fósseis foram identificados morfologicamente segundo Maisey (1991), Voltani (2011) e Polck (2015), e taxonomicamente de acordo com as considerações tafonômicas (p.e. espécime preservado parcialmente ou totalmente, tamanho do nódulo de calcário, posição do fóssil no nódulo, etc.) de Fara *et al.* (2005), Bruno e Hessel (2006) e Saraiva *et al.* (2007). Em seguida foi tombado - suas informações guardadas no Banco de Dados Digital do LAPEP - e armazenado em armários de aço, para que seu registro possibilite futuras consultas.

Estudo comparativo da Paleodiversidade

Realizou-se estudos comparativos utilizando-se de trabalhos de coletas controladas dos autores Fara *et al.* (2005) e Vila Nova *et al.* (2011), além de dados paleontológicos de Saraiva (2008), nos quais descrevem as camadas estratigráficas da Formação Romualdo, quais e quantas espécies estão presentes em cada uma das estratigrafias. Foram realizadas análises entre as localidades de Fara *et al.* (2005; aqui denominado apenas de "F"), Vila Nova *et al.* (2011; aqui denominado apenas de "V") e as duas localidades alvo deste trabalho (PE₁ e PE₂), por meio de análises estatísticas de índice de diversidade de Shannon (SHANNON; WEAVER, 1949), dominância e de similaridade (BRAY-CURTIS, 1957) para estudo comparativo entre os materiais fósseis encontrados nos estados de Pernambuco e Ceará. Para tal finalidade utilizou-se o programa Paleontological Statistic - PAST (versão: 3.12) (HAMMER, 2016).

O índice de diversidade de Shannon (H) (SHANNON; WEAVER, 1949) é utilizado em casos nos quais a comunidade inteira não pode ser inventariada, sendo os dados coletados representante de amostras da comunidade (AMARAL, 2013), levando em consideração tanto a riqueza, quanto a equitabilidade (BARROS, 2007).

Os índices podem variar de 0 (comunidades com um único táxon) até valores elevados (comunidades com muitos táxons, cada um com alguns indivíduos) (HAMMER, 2016), sendo que, quanto menor o valor do índice menor a diversidade e quanto maior o valor, maior será a diversidade (URAMOTO, 2005). Para calcular o índice de Shannon foi utilizada a equação:

$$H = -\sum_i \frac{n_i}{n} \ln \frac{n_i}{n}$$

O índice de dominância (D), é calculado de acordo com o número de indivíduos de uma espécie e o número de indivíduos de todas as espécies encontradas (GOMES, 2004). Assim, os valores dados podem variar de 0 (todos os táxons presentes em iguais quantidades) a 1 (um táxon domina completamente a comunidade) (HAMMER, 2016). Para este índice utiliza-se a equação:

$$D = \sum_i \left(\frac{n_i}{n} \right)^2$$

O índice de similaridade de Bray-Curtis (1957) é calculado de acordo com as diferenças absolutas e as somas das abundâncias, sendo muito influenciado por espécies dominantes e pouco, por espécies raras (VALENTIN, 1995). Seu índice é comumente utilizado para dados de abundância e calculado pelo programa PAST (HAMMER, 2016) através da equação:

$$d_{jk} = 1 - \frac{\sum_i |x_{ji} - x_{ki}|}{\sum_i (x_{ji} + x_{ki})}$$

Análise 1: Índices Diversidade e Dominância

Foi realizado na primeira análise, o índice de diversidade e dominância de forma agrupada para os estratos de cada localidade. Sendo que, todos os indivíduos coletados na localidade de F correspondem à uma única variável, assim como em V, PE₁ e PE₂. Esse teste foi realizado para se obter a comparação dos índices por afloramento. Os mesmos índices também foram calculados, desta vez considerando os indivíduos que ocorrem em cada estrato dos afloramentos de F e V. Neste caso, nos afloramentos PE₁ e PE₂ não foi considerado que possa ter havido mistura temporal, na coleta, já que o estrato coletado não excedia a profundidade de 20 cm.

Análise 2: Índice de Similaridade

Na análise 2 calculou-se os índices de similaridade de F, V, PE₁ e PE₂. Primeiro foi calculado o que os afloramentos de PE teriam de similar com os outros afloramentos. Para isso, dados de PE₁ foram analisados isoladamente com F e com V. O mesmo foi feito para PE₂. Por fim, todos os estratos de F e V foram inseridos em uma única análise, inserindo separadamente e em conjunto os dados de PE₁ e PE₂.

Não foi realizado nenhum tipo de análise para os nódulos cujos táxons foram indeterminados, tanto para as localidades do Ceará, quanto para as localidades de Pernambuco.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Trabalhos de escavações controladas são os métodos mais adequados para a coleta de materiais fósseis. Contudo, por se tratar de um método dispendioso tanto do ponto de vista de esforço da coleta quanto do ponto de vista orçamentário, não são amplamente utilizados por todos os profissionais da Paleontologia. Isso, porém, não diminui a qualidade dos trabalhos dos mesmos.

A coleta de material da porção pernambucana da Bacia do Araripe fez-se de forma simples, obtendo-se êxito em quantidade considerável de concreções com presença de fósseis. Das 89 concreções coletadas nas Localidades PE₁ e PE₂, 50 foram identificadas como peixes fósseis de Actinopterygii. Os 50 espécimes estão distribuídos em 9 táxons e identificados em nível de gênero, enquanto que as 39 concreções restantes foram consideradas indeterminadas, por se tratarem de material muito fragmentário, impossibilitando sua identificação taxonômica. No Quadro 4 estão representados os táxons coletados nos dois afloramentos da Formação Romualdo.

Quadro 4: Quantidade de ictiofauna, por gêneros, encontrada nas Localidades 1 e 2.

GÊNEROS	LOCALIDADE 1	LOCALIDADE 2	TOTAL
<i>Araripichthys</i> sp.	1	0	1
<i>Brannerion</i> sp.	2	0	2
<i>Cladocyclus</i> sp.	4	4	8
<i>Notelops</i> sp.	4	1	5
<i>Obaichthys</i> sp.	0	2	2
<i>Rhacolepis</i> sp.	1	2	3
<i>Santanichthys</i>	8	1	9
<i>Tharrhias</i> sp.	1	0	1
<i>Vinctifer</i> sp.	8	11	19
Indeterminados	19	20	39

Classificação das Concreções

Foram medidos os tamanhos das concreções coletadas nos afloramentos de PE e obteve-se uma média de 13,4 cm de comprimento e 9,6 cm de largura para a Localidade de PE₁, e para os nódulos a Localidade PE₂ obteve-se uma média de 13,0 cm de largura e 9,3 cm de comprimento. Elas também foram classificadas de acordo com as categorias propostas por Saraiva (2008; Figura 2), das quais foram registradas quanto ao número de gênero por concreção: 71 unifossilíferas e 17 multifossilíferas; quanto ao posicionamento do fóssil na concreção: 15 superiores, 41 medianas, 15 inferiores, 2 paralelas, 2 transversal e 13 dispersas; quanto à dimensionalidade espacial: 58 tridimensionais e 30 comprimidas; quanto à quantidade de matriz em relação ao fóssil: 42 regulares, 31 abundantes, 12 escassas e 3 curtas; quanto ao formato geral das concreção: 30 oval-alongadas, 16 ovoides, 42 irregulares; quanto a laminação e textura interna da matriz: 31 laminadas e 57 pouco laminadas. Das 89 concreções, uma não foi possível a classificação total, de acordo com Saraiva (2008), ficando esta, classificada apenas por tamanho.

Análise1: Índices de Diversidade, Totais, das Quatro Localidades (F com estratos agrupados, V com estratos agrupados, PE₁ e PE₂)

Shannon (H):

Os índices de H para PE são maiores quando comparados as localidades de coleta controlada no CE (Tabela 1). Isso ocorreu, devido a quantidade de táxons encontrada nas localidades pernambucanas, serem maior do que nas localidades cearenses.

Dominância (D):

Ao analisar a quantidade de táxons em cada localidade, temos que a amostra possui 8 táxons em PE₁. Apesar do baixo número de indivíduos amostrados (29: ver Tabela 1), a localidade PE₁ representa uma maior equitabilidade entre os gêneros. Tais dados justificam seu menor índice de D entre as 4 localidades: F, V, PE₁ e PE₂ apresentados na Tabela 1. Deste ponto de vista, apesar de menor dominância, os dados indicam maior diversidade nas localidades pernambucanas do que no Ceará.

Comparação entre os índices dos estratos do CE e das localidades PE₁ e PE₂

Considerando a pequena probabilidade de haver mistura temporal entre os estratos nas localidades de PE (dado que a profundidade do afloramento não excedia 20 cm, sendo os fósseis coletados na superfície), foi realizada uma segunda análise de diversidade, na qual os índices de H foram calculados também para cada estrato fossilífero das localidades do CE (Fara e Vila Nova). Novamente os índices de diversidade das localidades PE₁ e PE₂ foram maiores, seguidos pelos estratos Pós-Lajeta V, Pós-Lajeta F, Base F, Ovos de Peixe V, Lajeiro do Peixe F, Pré-Lajeta V, Ovos de Peixe F, Pré-Lajeta F e Base V.

O Lajeiro do Peixe V não apresentou concreção fossilífera. Tais dados são condizentes com os apresentados por Fara *et al.* (2005), no qual o estrato Ovo de Peixe apesar de possuir a maior quantidade de indivíduos coletados e maior quantidade de táxons, possui a diversidade baixa, pois tem índices elevados de D, representados na Tabela 2, principalmente relacionados a quantidade de *Vinctifer* coletados em comparação aos demais táxons como *Tharrhias*, *Calamopleurus*, *Cladocyclus*, *Notelops*, *Rhacolepis* (Tabela 2). Esses dados corroboram com a baixa diversidade dos estratos de F e V e estão listados nos Quadros 2 e 3. Do mesmo modo, os maiores índices de H dos estratos, nestas duas localidades (V e F), está presente no Pós-Lajeta. Este estrato em “V” possui 9 indivíduos distribuídos em 4 táxons, sendo o índice de D baixo. Já em “F”, o estrato Pós-Lajeta possui 11 indivíduos, também distribuídos em 4 táxons. Em ambas as camadas (F e V), o *Vinctifer* apresenta baixa riqueza de indivíduos, diferente de *Tharrhias* que em “V” apresenta apenas 1 indivíduo e em “F” há 5 indivíduos deste táxon (Tabela 2). Dos demais táxons, nenhum se sobrepõem na amostragem em ambas as camadas: *Brannerion* e *Notelops* ocorrem apenas em “F”, e *Rhacolepis* ocorrem somente em “V” (Quadros 2 e 3).

Os estratos coletados por Fara *et al.* (2005) e Vila Nova *et al.* (2011) apresentaram distribuição diferenciada (Quadros 2 e 3), portanto possuem maior dominância em determinados estratos. Contudo, as localidades pernambucanas possuem poucos indivíduos, porém com maior quantidade de táxons. Mesmo se tratando de coletas diferenciadas os índices de diversidade e dominância foram realizados para corroborar com o que se hipotetizava em relação a região Pernambucana.

Tabela 1: Índices de Diversidade de Shannon (H) e Dominância (D) das localidades de coleta.

	FARA total	VN Total	PE1 Total	PE2 Total
Taxa_S	6	5	8	6
Individuals	145	128	29	21
Dominance_D	0,39	0,3779	0,1986	0,3333
Shannon_H	1,152	1,165	1,79	1,392

Tabela 2: Índices de dominância (D) e Shannon (H) das Localidades PE₁, PE₂ e dos estratos da Formação Romualdo das coletas de Fara *et al.* (2005) e Vila Nova *et al.* (2011)

	OVOS DE PEIXE (F)	PÓS- LAJETA (F)	PRÉ- LAJETA (F)	LAJEIRO DO PEIXE (F)	BASE (F)	OVOS DE PEIXE (V)	PÓS- LAJETA (V)	PRÉ- LAJETA (V)	BASE (V)	LOCAL PE 1	LOCAL PE 2
Taxa_S	5	4	2	5	4	4	4	2	1	8	6
Individuals	75	11	9	26	24	111	9	5	3	29	21
Dominance_D	0,7557	0,3554	0,6543	0,5562	0,4479	0,4466	0,3086	0,52	1	0,1986	0,3333
Shannon_H	0,5748	1,162	0,5297	0,9263	1,023	0,9473	1,273	0,673	0	1,79	1,392

Análise 2: Índices de Similaridade

Similaridade dos estratos de cada localidade do CE (F e V)

O dendograma da Figura 7A mostra que há uma alta similaridade de 0,84 entre os estratos Base F e Lajeiro do Peixe F, que são estratos sucessivos. Assim como Base F e Lajeiro do Peixe F, uma similaridade relativamente alta de 0,6 foi encontrada para os estratos Pré e Pós Lajeta F, que também são sucessivos e contínuos, porém, com a unidade Lajeta, permeando os mesmos (Figura 7A). Há, também, similaridade média de 0,54 entre os estratos Pré/ Pós-Lajeta F e Lajeiro do Peixe F/ Base F. A Ovos de Peixe F possui similaridade baixa (0,16) em relação as outras estratigrafias (Pré/ Pós-Lajeta F e Lajeiro do Peixe F/ Base F), com similaridade média de 0,53 entre si, pois se trata de uma unidade diferenciada das demais em composições faunísticas, apresentando maior diversidade (Figura 7A). Isso indica que 3 composições faunísticas diferentes podem ser interpretadas, sucedendo-se temporalmente: Base e Lajeiro do Peixe, com *Vinctifer*, *Tharrhias* (abundante), *Cladocyclus*, *Brannerion* e *Calamopleurus* (apenas no Lajeiro); Pré e Pós Lajeta, composto por *Vinctifer*, *Tharrhias*, *Cladocyclus* e *Brannerion* (estes dois últimos apenas em Pós-Lajeta); Ovos de Peixe, composto por *Vinctifer* (abundante), *Tharrhias*, *Cladocyclus*, *Notelops* e *Calamopleurus*. A abundância de alguns táxons em cada estrato é relativa, dependendo do ambiente pretérito no qual foi depositado.

O dendograma da Figura 7B mostra uma similaridade mediana entre Pré e Pós-Lajeta V (0,43), e a Ovos de Peixe V apresenta similaridade 0,1 em relação a Pré e Pós-Lajeta. Assim como na Figura 7A a Ovos de Peixe V trata-se de uma unidade diferenciada das demais apresentando maior ocorrência de *Vinctifer*, *Rhacolepis* e *Tharrhias*. Diferentemente a Ovos de Peixe F (Figura 7^a) apresenta maior ocorrência apenas de *Vinctifer*. A Base V é apresentada como um viés da coleta, ou da localidade, ou preservacional, ou de distribuição geográfica, por apresentar apenas 3 indivíduos de um único táxon (Figura 7B e Tabela 2), enquanto o Lajeiro do Peixe V não apresentou registro fóssil. Tais dados são semelhantes com os encontrados em F, sendo que uma unidade mais antiga (Base V/ Lajeiro do Peixe V) foi possivelmente subamostrada, enquanto as demais unidades Pré e Pós-Lajeta V/ Ovos de Peixe V foram resgatados.

Similaridade entre os estratos da localidade representada por F e as Localidades PE₁ e PE₂

No dendograma da Figura 8A, quando inserido a localidade PE₁ nas análises da localidade F, o mesmo apresenta uma similaridade de 0,29 entre as unidades da Base a Pós-Lajeta F. A Ovos de Peixe F em relação a estas estratigrafias e a localidade PE₁ possui similaridade de apenas 0,18 (Figura 8A). Tanto a unidade Ovos de Peixe F, quanto a localidade PE₁ possuem maior diversidade de táxons e um maior número de indivíduos desses táxons em relação as outras unidades (Tabela 2). Esses dados podem estar relacionados as baixas similaridades entre ambos e entre eles e as outras estratigrafias. Mesmo com a inserção da PE₁ as unidades Base e Lajeiro F / Pré e Pós-Lajeta F continuam com similaridade média de 0,53, não ocorrendo interferência em seus resultados.

A Figura 8B mostra um dendograma das análises de similaridades dos estratos de F, na qual a localidade PE₂ foi inserida. Esta aparece com 0,29 de similaridade com a unidade Ovos de Peixe F. Considerada uma similaridade baixa, quando comparada com a similaridade entre outras estratigrafias (0,84 para Base F e Lajeiro do Peixe F; 0,6 para Pré e Pós Lajeta F; 0,53 para ambos os grupos de estratos: ver Figura 8B). No entanto, a unidade Ovos de Peixe F mais a localidade PE₂ em relação ao restante das unidades apresentam similaridade 0,2, valor inferior à similaridade entre ambas (Figura 8B).

A PE₁ tem mais similaridade com os estratos da Base a Pós-Lajeta F, enquanto PE₂ tem mais similaridade com a Ovos de Peixe F. Na PE₁ isso pode ter ocorrido por causa da equitabilidade, na distribuição dos indivíduos por táxon, entre esta localidade e os estratos da Base ao Pós-Lajeta F. Já PE₂ teve mais similaridade com a Ovos de Peixe F, talvez, por causa da quantidade de *Vinctifer* que na PE₂ teve maior ocorrência entre os táxons encontrados.

Figura 7: Índice de similaridade, entre os estratos, em cada localidade do Ceará. (A) corresponde à similaridade de Fara e (B) a similaridade de Vila Nova.

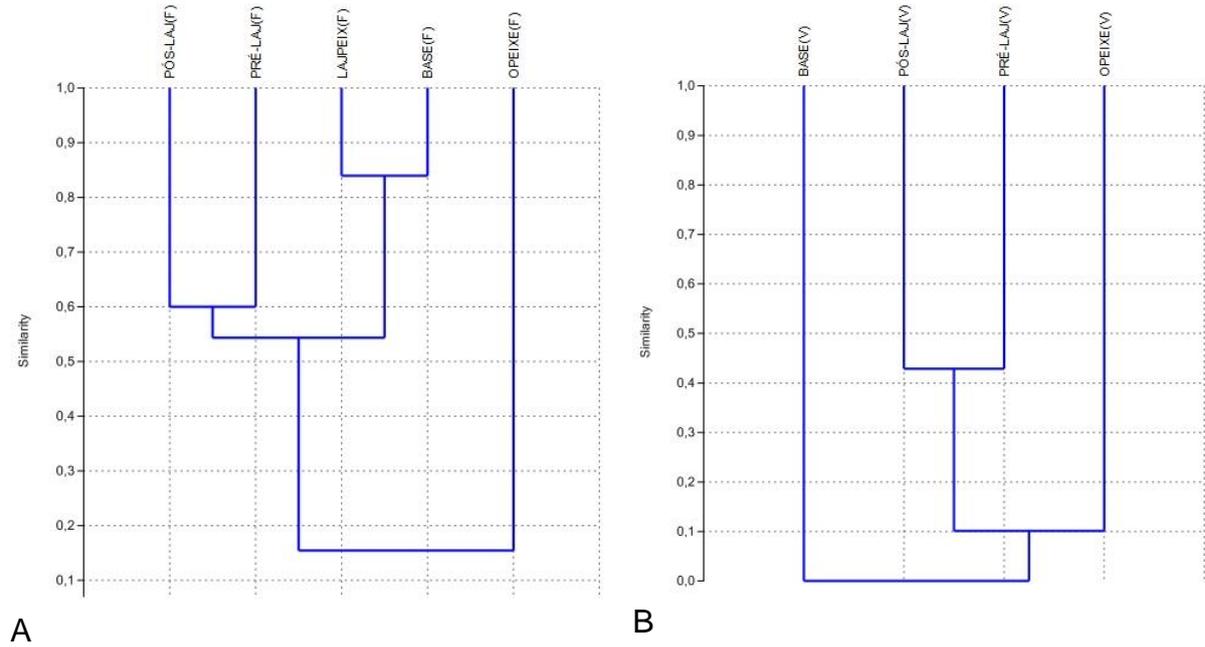
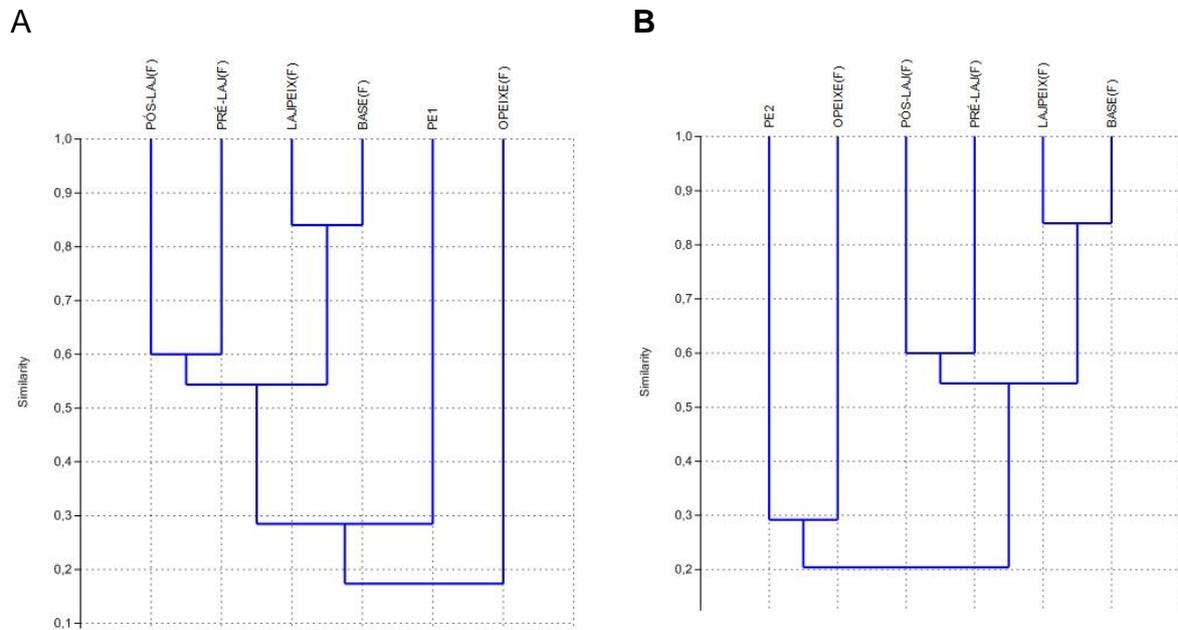


Figura 8: Similaridade entre os estratos da Formação Romualdo por Fara e as localidades 1 e 2 (PE). (A) corresponde a Fara e PE₁ e (B) a Fara e PE₂.



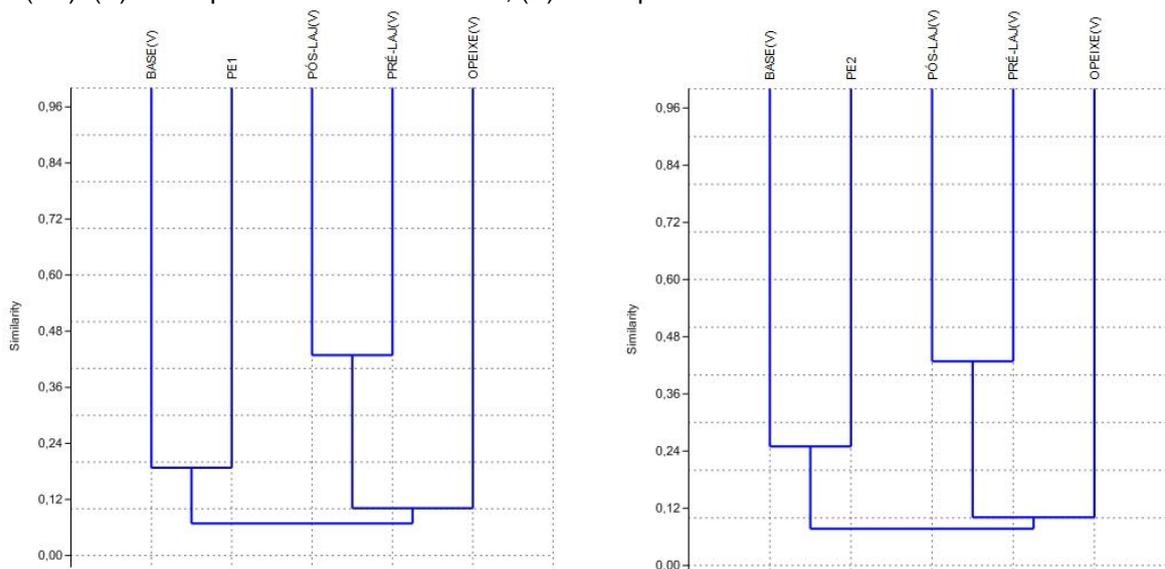
Similaridade entre os estratos da localidade representada por V e as Localidades PE₁ e PE₂

A localidade PE₁ foi inserida nas análises de similaridade da localidade V. Assim no dendograma da Figura 9A tem-se uma similaridade de 0,42 para as unidades Pré e Pós-Lajeta V, entre as mesmas e a unidade Ovos de Peixe V a similaridade é de 0,10, valor considerado baixo. Já entre a Base V e a localidade PE₁ a similaridade 0,19 também é baixa, porém ambas são mais similares entre si do que com a Ovos de Peixe V e Pré/ Pós-Lajeta V. Diferente do que aconteceu na Figura 8A. Deste ponto de vista, a similaridade entre esses locais (Ovos de Peixe V / Pré-Lajeta V / Pós-Lajeta V e Base V / PE₁) é menor ainda 0,07 (Figura 9A). Observando a composição taxonômica destes agrupamentos por similaridade, pode-se observar que: a similaridade entre Base V e PE₁ está provavelmente estabelecida pela presença dos três indivíduos de *Cladocyclus*, táxon único, na Base V, sendo o único táxon comum ao estrato V e ao afloramento PE₁ com 4 indivíduos desse táxon. Quando a Base V foi retirada da análise o afloramento PE₁, obteve 0,24 de similaridade com os estratos Ovos de Peixe V. No entanto, em relação a demais localidade obteve 0,18 de similaridade.

A Figura 9B tem valores próximos aos da Figura 9A, mas a Base V e PE₂ apresentam similaridade 0,25 (Figura 9B), maior que o valor da Base V e PE₁ (0,19) (Figura 9A), significando que a PE₂ possui maior similaridade com a Base V do que a PE₁. Já a similaridade entre Ovos de Peixe V / Pré-Lajeta V / Pós-Lajeta V e Base V / PE₁ (0,08: ver Figura 9B) é semelhante ao da Figura 9A (0,07).

PE₁ e PE₂ possuem praticamente a mesma similaridade com Base V, e apesar dos índices terem sido baixos, as localidades do Pernambuco possuem uma similaridade maior com esse estrato, quando comparada aos outros. Enquanto isso, nas análises de F com a inserção da PE₁ e PE₂ as similaridades foram totalmente diferenciadas, havendo mais similaridade entre os estratos da Base a Pós-Lajeta F e PE₁, sendo PE₂ mais similar a Ovos de Peixe F (Figuras 8A e 8B).

Figura 9: Similaridade entre os estratos da Formação Romualdo, por Vila Nova, e as localidades 1 e 2 (PE). (A) corresponde a Vila Nova e PE₁; (B) corresponde a Vila Nova e PE₂



Similaridade entre as estratigrafias das duas localidades do CE (F e V)

No dendograma da Figura 10 todos os estratos da Formação Romualdo das localidades do CE estão sendo comparados. Os valores de similaridade da Figura 7A assim como os da Figura 7B continuam, porém com exceção das unidades Ovos de Peixe F e Ovos de Peixe V que aparece na Figura 10 como mais similares entre si. Existe uma composição faunística distinta entre os estratos de Ovos de Peixe e os estratos mais inferiores, que é independente da região geográfica.

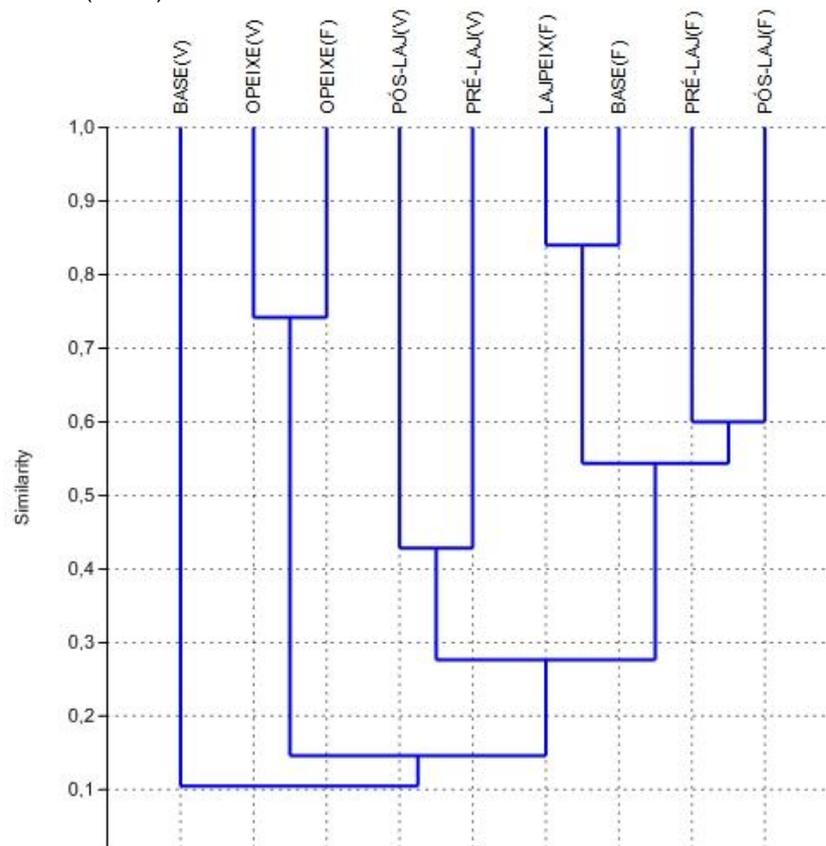
As unidades Ovos de Peixe possuem uma abundância de *Vinctifer* que chega a ser discrepante dos demais estratos e a Ovos de Peixe V e F, ainda registra uma abundância de *Rhacolepis* que chega a ser raro na maioria das localidades. A similaridade entre as duas estratigrafias é de 0,74, um valor de semelhança considerado alto. Estes em relação aos demais estratos da Figura 7A (Pré/ Pós-Lajeta F e Lajeiro do Peixe F/ Base F) e Figura 7B (Pré-Lajeta V e Pós-Lajeta V com exceção da Base V) possuem semelhança igual a 0,15 (Figura 10) considerada Baixa. Elas formam uma unidade de composição faunística similar e sua relação mais próxima de Pré-Lajeta V e Pós-Lajeta V, indica que há unidades geográficas distintas nas 2 localidades do CE e estas estão distantes entre si, aproximadamente 30 Km (Vila Nova, pers. comum., 2016).

Independente da localidade a sucessão Pré e Pós-Lajeta apresenta uma similaridade alta. Pré-Lajeta V e Pós-Lajeta V formam uma unidade geográfica,

assim como Pré/ Pós-Lajeta F e Lajeiro do Peixe F/ Base F formam outra, e as duas formam uma unidade temporal assim como as Ovos de Peixe F e V formam outra unidade temporal. Nas unidades geográficas o que pode variar interferindo nos resultados é a temporalidade ou a Biota, enquanto nas unidades temporais o que pode variar é a geografia ou, também, a biota.

A Base V possui similaridade igual a 0,11 com os demais estratos, possivelmente pela presença de um único táxon nesta camada (*Cladocyclus*) e com apenas 3 indivíduos representantes, tornando-se então um estrato viés de coleta, amostragem ou geográfico.

Figura 10: Similaridade, entre os estratos, das duas localidades do Ceará (F e V).



Similaridade entre os estratos das localidades do CE e cada localidade de PE

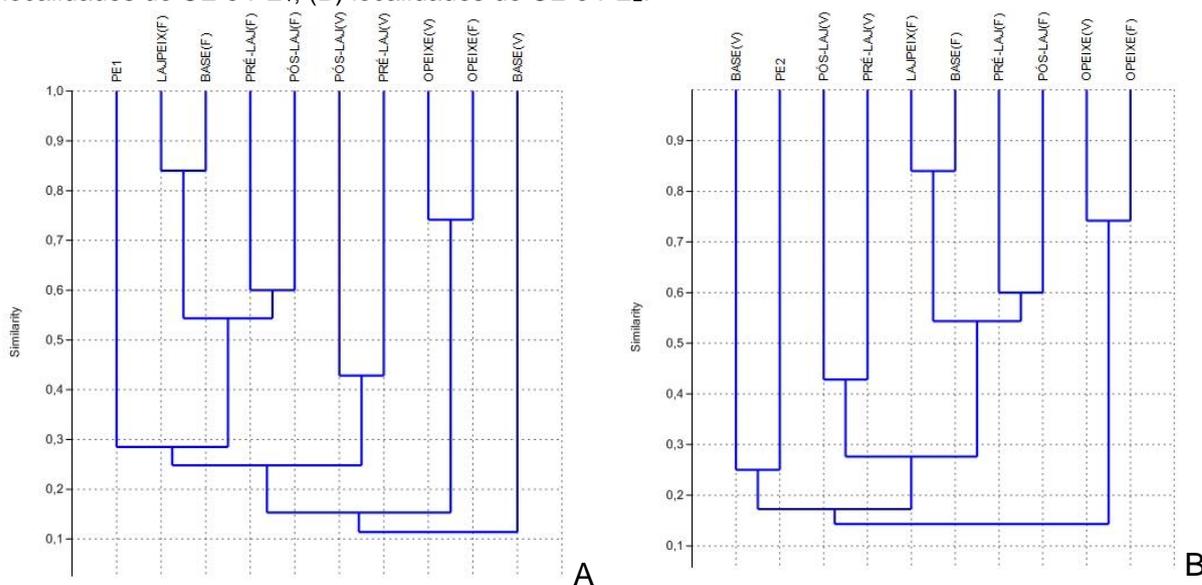
A Figura 11A apresenta a similaridade de todos os estratos dos afloramentos do CE com a inserção de PE₁. Ao inserir PE₁ nos cálculos de similaridade de todos os estratos de F e V, os índices apontaram que PE₁ é mais similar (0,28) a unidade

dos estratos mais basais (Base à Pós-Lajeta) de F do que aos demais estratos com os quais possui menores índices de similaridade (Figura 11A). Esse dado indica que PE₁ é mais condizente com a unidade biótica destes estratos mais basais, mas sua composição é mais similar a região de F do que de V, mesmo estando aproximadamente 50 Km de F (enquanto a distância entre F e V é de aproximadamente 30 Km). Essa similaridade com os estratos basais de F pode ter ocorrido devido a equitabilidade na distribuição dos indivíduos por táxon nas camadas estratigráficas de F e a localidade PE₁, como foi mostrado na Figura 8A.

Ao inserir PE₂ nas análises de similaridade dos estratos de F e V, ele apresenta mais similaridade a Base de V. Isso provavelmente é devido a presença de um táxon de *Cladocyclus*, representado nesse estrato, por três indivíduos e que está ausente nos outros estratos, porém presente nas duas localidades de PE. Um ponto interessante é que a Base V mais PE₂ são mais próximos dos estratos da Base à Pós-Lajeta de F e V, do que do Ovos de Peixe de F e V. As Ovos de peixe apresentam-se mais similares entre si por causa da maior ocorrência de *Vinctifer*, que está presente nas camadas das duas localidades F e V em quantidades iguais. Tornando esses estratos muito diferentes dos demais.

Esses dados mostram resultados que dão um direcionamento à que estratos as localidades PE₁ e PE₂ são mais similares. Neste caso, pode ter havido diferenças na similaridade devido a temporalidade, ecologia, geografia ou distribuição das espécies no ambiente deposicional pretérito.

Figura 10: índice de similaridade entre os estratos das localidades do CE (V e F) e de PE. (A) localidades do CE e PE₁; (B) localidades do CE e PE₂.



Similaridade entre os estratos do CE e as duas localidades de PE

Na Figura 12, as duas localidades de PE (PE₁ e PE₂) foram inseridas juntas nas análises de similaridade de todos os estratos. Deste modo PE₁ e PE₂ aparecem similares entre si com um valor alto de 0,6, devido a equitabilidade dos táxons distribuídos em 29 e 21 indivíduos. Estes têm similaridade 0,22, considerada baixa, entre os estratos das localidades representadas na Figura 7A (exceção da Ovos de Peixe F) e Figura 7B (exceção da Ovos de Peixe V e a Base V). Ambos possuem 0,17 de similaridade com as Ovos de Peixe F e Ovos de Peixe V, e 0,12 de similaridade com a Base V (Figura 12). As localidades PE₁ e PE₂ formam uma unidade geográfica distinta, cuja composição biótica das comunidades são similares as composições da Base à Pós-Lajeta de F e V (exceção Base V).

Similaridade entre os estratos de cada localidade do CE e as localidades de PE

O dendrograma da Figura 13A no qual foi inserido as localidades PE₁ e PE₂ unidas nas análises de similaridade dos estratos de F. As localidades PE₁ e PE₂ nessa análise são similares a Ovos de Peixe F 0,27, valor baixo. Ambos possuem de similaridade menor ainda (0,23) com as estratigrafias apresentadas na Figura 7A (exceção da Ovos de Peixe F). Indicando que a unidade geográfica PE é mais

similar a Ovos de Peixe de F, embora isso seja refutado na análise mais global de F, V e PE (Figura 12).

Na Figura 13B a Base V tem similaridade baixa de 0,22 com as localidades PE₁ e PE₂, indicando que são similares pela presença de um único táxon nesta camada (*Cladocyclus*) com apenas 3 indivíduos representantes, e 4 indivíduos nas duas localidades PE, tornando-se então um estrato viés de coleta, amostragem ou de distribuição geográfica. PE₁ e PE₂ por sua vez são 0,11 similares a Ovos de Peixe V diferente da Figura 13A que apresenta similaridade maior entre esse estrato e as duas localidades de PE. As Pré e Pós-Lajeta têm 0,09 de similaridade com os demais uma similaridade muito baixa, diferindo do que aconteceu quando analisados os estratos (F e V) em conjunto com as localidades PE₁ e PE₂.

Os dados de ambas figuras, inferem que as análises apresentam valores mais significativos quando analisados de forma global, já que quando analisados separadamente apresentam similaridades divergentes.

Figura 112: índice de similaridade entre os estratos das duas localidades do CE (V e F) e as duas localidades de PE (PE₁ e PE₂).

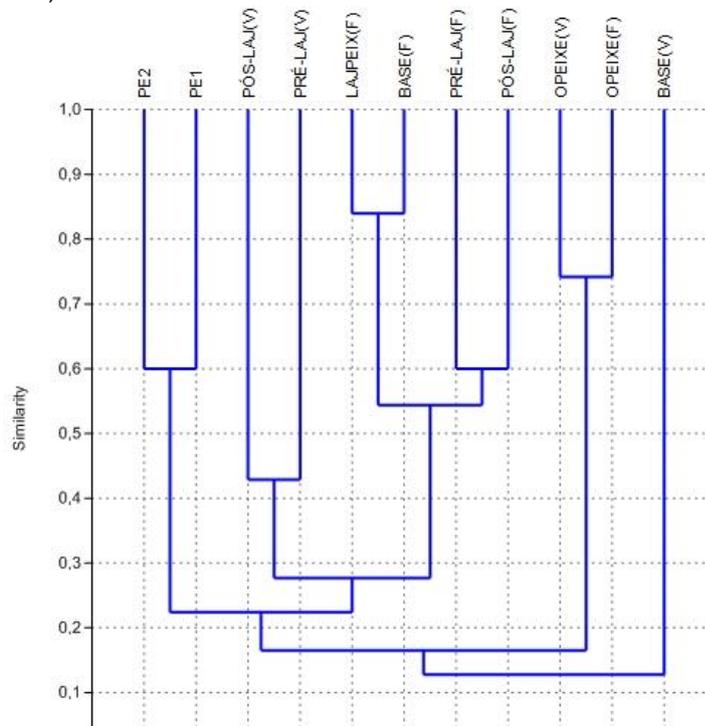
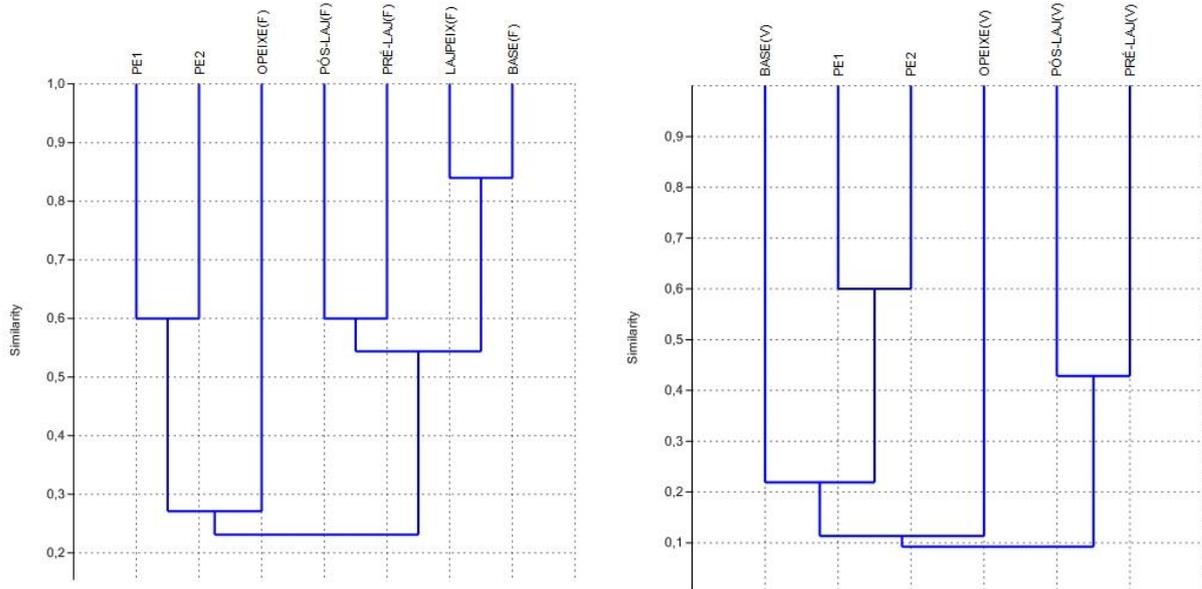


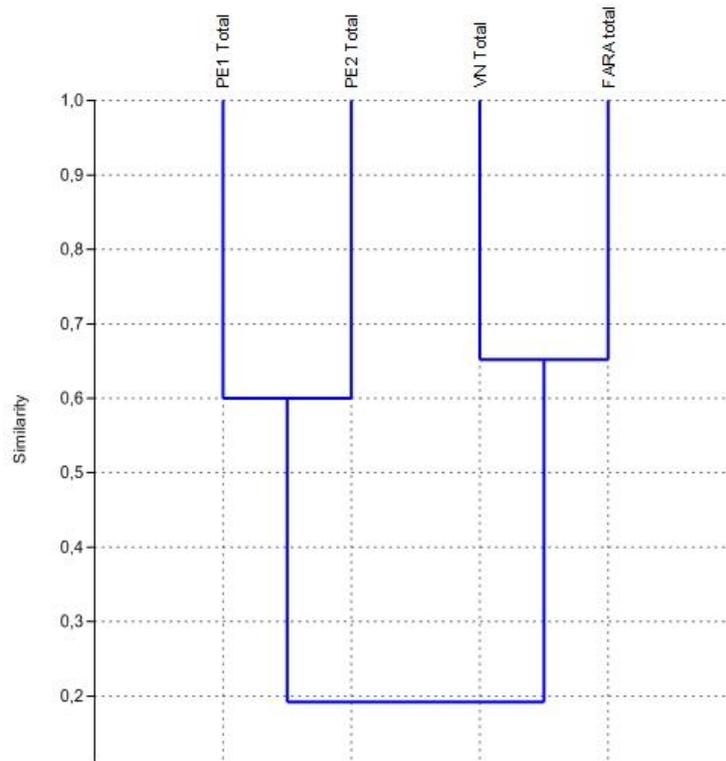
Figura 13: Similaridade entre o estrato de Fara e as localidades de PE (A), e Similaridades entre o estrato de Vila Nova e as localidades de PE.



Similaridade entre as localidades do CE e do PE

Quando analisada a similaridades das quatro localidades juntas obteve-se que os as duas localidades do CE e de PE tiveram mais similaridade entre si, e baixa similaridade entre as localidades de diferentes regiões. Tais dados indicam que as localidades de Pernambuco são mais similares entre si do que com as localidades do Ceará, corroborando com a hipótese de haver uma variação da composição faunística influenciada pelo posicionamento geográfico.

Figura 14: Similaridade entre as quatro localidades do CE e PE



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A paleontologia é uma área de estudo essencial para a descoberta de materiais que possam compor e contar a história dos organismos que viveram nesses milhares de anos, em que a Terra passou por inúmeras transformações. A Bacia do Araripe, com seu potencial fossilífero, pode ajudar nessa tarefa fornecendo dados que possam facilitar a compreensão da biota e da paleoecologia no intervalo temporal inicial do Cretáceo.

O Grupo Santana é pouco explorado do ponto de vista paleontológico, na face sul da Bacia do Araripe, sendo esta mais intensamente conhecida pelos fósseis da região do estado do Ceará. O presente trabalho colaborou para um melhor entendimento da biodiversidade pretérita nesta região pouco conhecida. Comparado com trabalhos de coleta controlada na região cearense da Bacia, e mesmo se tratando de metodologias de coleta de dados diferentes, o presente estudo proporcionou uma noção da ocorrência fossilífera na Formação Romualdo na região pernambucana.

A região de Pernambuco apresenta variedade e ocorrência significativas de gêneros da paleoictiofauna, essas variáveis foram apresentadas no decorrer deste trabalho, onde se apresentou os índices de diversidade e dominâncias de alguns gêneros comparados com as de coletas controladas. Talvez por terem sido diferentes as formas de coleta, o índice de similaridade entre as concreções fossilíferas das duas regiões CE e PE, pode não ter sido diferente do que o esperado, por se tratarem de coletas estratigráficas comparadas com coletas superficiais na rocha matriz. Contudo, os índices demonstraram que a Formação Romualdo na região pernambucana possui maior diversidade que as localidades cearenses. Ao mesmo tempo, os testes de similaridades indicaram que nas localidades cearenses existe uma clara distinção da composição da comunidade fóssil dos estratos Base à Lajeiro do Peixe entre Ovos de Peixe, sendo PE similar a primeira.

As análises globais, ou seja, utilizando os dados totais das localidades de cada região, corroboram com as hipóteses das localidades de cada região serem mais similares entre si. Porém dados fragmentados não refutam a idéia de similaridade entre os estratos das localidades de regiões distintas.

Na comunidade mais antiga (Base à Lajeiro do Peixe) há um viés de diferenciação das comunidades em termos geográficos, sendo que os dados apontam para uma comunidade em V, uma comunidade em F e uma comunidade em PE.

Os dados apresentados aqui relatam uma diversidade da ictiofauna pouco conhecida na região pernambucana da Formação Romualdo, e que podem levantar questionamentos futuros colaborando para o aumento das pesquisas nessa região. O potencial fóssil encontrado nessa porção da Bacia do Araripe pode ser maior do que o imaginado e registrado até hoje. Mesmo com números altos de indivíduos nas localidades de Ceará, Pernambuco apresentou maior diversidade de táxons.

O trabalho, também, mostrou que as duas regiões de coleta possuem similaridades entre si, apesar dos baixos índices. Além disso as coletas mesmo sendo feitas de forma diferenciada, os estratos do CE apresentaram similaridade entre as localidades de PE. A hipótese de maior diversidade no Pernambuco foi corroborada e a similaridade que se pensava estar mais próxima da Ovos de Peixe foi refutada, ficando as localidades PE₁ e PE₂, com similaridade mais próxima dos estratos da Base a Pós-Lajeta.

Através deste trabalho foi possível provar a diversidade da paleoictiofauna no Pernambuco é significativa ao ser comparada ao Ceará. Com isso se faz necessário a realização de coletas controladas na região pernambucana, porção da Bacia que esconde muita informação fóssil, sobre milhões de anos de história. Assim como uma maior prospecção de outras localidades em busca da biodiversidade pretérita em Pernambuco.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL *et al.* – Variabilidade espacial do Índice de Diversidade de Shannon-Weaver em Floresta Ombrófila Mista. **Sci. For., Piracicaba**, v. 41, n. 97, mar. 2013. p. 083-093;
- ARAI, M. Paleogeografia do Atlântico Sul no Aptiano: um novo modelo a partir de dados micro paleontológicos recentes. **B. Geoci. Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2. 2009. p. 331-351;
- ASSINE, M. L. ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA DA BACIA DO ARARIPE, NORDESTE DO BRASIL. **Revista Brasileira de Geociências**, vol 22, n 3, 1992. p. 289-300;
- ASSINE, M. L. PALEOCORRENTES E PALEOGEOGRAFIA NA BACIA DO ARARIPE, NORDESTE DO BRASIL. **Revista Brasileira de Geociências**, vol 24, n 4, 1994. p.223-232;
- ASSINE, M. L. Bacia do Araripe. **Boletim Geociências Petrobrás**. v. 15, n. 2, 2007. p. 371-389;
- BARROS, R. S. M. **MEDIDAS DE DIVERSIDADE BIOLÓGICA**. 2007. Disponível em: < http://www.ufjf.br/ecologia/files/2009/11/Estagio_docencia_Ronald1.pdf> (acesso em: 26/07/2016);
- BOOS, A. D. S.; VEGA, C. S. Paleofauna de Vertebrados Registrada na Formação Santana (Cretáceo), Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. **Acta Biol. Par.**, 40 (3- 4): 119-127. Curitiba, 2011;
- BRAY, J. R.; CURTIS, J. T. An Ordination of the Upland Forest Communities of Southern Wisconsin. **Ecological Monographs**, vol. 27, n. 4, 1957. p. 325-349;
- BRUNO, A. P. S.; HESSEL, M. H. REGISTROS PALEONTOLÓGICOS DO CRETÁCEO MARINHO NA BACIA DO ARARIPE. **Estudos Geológicos** v. 16, n 1, 2006. p. 30-49;
- CARVALHO, I. D. S. BACIAS INTRACRATÔNICAS DO NORDESTE DO BRASIL. In: BRITO, I. M. **GEOLOGIA HISTÓRICA**. Uberlândia: Edefu, 2001. p. 116-140;

Disponível em: <http://www.igeo.ufrj.br/~ismar/1/1_12.pdf>. Acesso em: 03 julho 2016;

CARVALHO, M. S. S.; SANTOS, M. E. C. M. Histórico das Pesquisas Paleontológicas na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências** – UFRJ, Vol. 28-1, 2005. p. 15-34;

CHAGAS, D. B. DAS. **LITOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO ARARIPE: REAVALIAÇÃO E PROPOSTAS PARA REVISÃO**. 2006. 127 f. Dissertação (Mestrado em Geociências), Programa de Pós-Graduação em Geologia Regional, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro. 2006;

CHAGAS, D. B. DAS; ASSINE, M. L.; FREITAS, F. I. FÁCIAS SEDIMENTARES E AMBIENTES DEPOSICIONAIS DA FORMAÇÃO BARBALHA NO VALE DO CARIRI, BACIA DO ARARIPE, NORDESTE DO BRASIL. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 26, n. 4, 2007. p. 313-322;

FAMBRINI, *et al.* Sedimentary facies analysis and depositional systems of Missão Velha Formation in the type-area, Araripe Basin, northeastern Brazil: reservoir implications. In: RIO OIL e GAS EXPO AND CONFERENCE 2010, Rio de Janeiro. **Anais...** 2010. 10 p;

FAMBRINI, *et al.* Estratigrafia, Arquitetura Depositional e Faciologia da Formação Missão Velha (Neojurássico Eocretáceo) na Área-Tipo, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil: Exemplo de Sedimentação de Estágio de Início de Rifte a Clímax de Rifte. **Geol. USP, Sér. cient.**, v. 11, n. 2, agosto 2011. p. 55-87;

FARA, *et al.* Controlled excavations in the Romualdo Member of the Santana Formation (Early Cretaceous, Araripe Basin, northeastern Brazil): stratigraphic, paleoenvironmental and paleoecological implications. **Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology**, vol. 218, 2005. p. 145–160;

GOMES, A. S. Apostila: **Análise de Dados Ecológicos**. Universidade Federal Fluminense, Departamento de Biologia Marinha. Niterói, 2004;

KELLNER, A. W. A.; CAMPOS, D. DE A. Vertebrate Paleontology in Brazil - A Review. **Episodes**, Vol. 22, no. 3, September 1999;

- KELLNER, A.W.A. Membro Romualdo da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE. Um dos mais importantes depósitos fossilíferos do Cretáceo brasileiro. *In*: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BORN, M.L.C.B. (Org.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília, DNPM/CPRM/SIGEP4, 2002. p. 121-130;
- MABESOONE, J. M.; TINOCO, I. M. Palaeoecology of the Aptian Santana Formation (northeastern Brazil). **Paleogeogr., Paleoclimatol., Paleoecol.**, 14, 1973. p. 97-118;
- MAISEY, J. G. Continental break up and the distribution of fishes of Western Gondwana during the Early Cretaceous. **Cretaceous Research**, vol. 21, 2000. p. 281–314;
- MAISEY, J.G. Santana Fossils – An Illustrated Atlas. **Neptune: T.F.H. Publications**, 1991. p 459;
- MARTILL, D. M. PRESERVATION OF FISH IN THE CRETACEOUS SANTANA FORMATION OF BRAZIL. **Paleontology**, Vol. 31, Part 1, 1988. p 1-18;
- HAMMER, Ø. PAST Paleontological Statistics Version 3.12, Natural History Museum University of Oslo. 2016;
- OLIVEIRA, G. R. DE. **NOVOS TESTUDINES (PLEURODIRA) DA FORMAÇÃO SANTANA (CRETÁCEO INFERIOR) BACIA DO ARARIPE, NORDESTE DO BRASIL**. 2006. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Zoologia), Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2006;
- OLIVEIRA, G.R. DE. **Aspectos Tafonômicos de Testudines da Formação Santana (Cretáceo Inferior), Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil**. Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ Vol. 30 -1. 2007. p. 83-93;
- OLIVEIRA, *et al.* FIRST TURTLE FROM THE IPUBI FORMATION (EARLY CRETACEOUS), SANTANA GROUP, ARARIPE BASIN, BRAZIL. **Rev. bras. paleontol.** vol 14, n1, 2011. p 61-66;

POLCK, *et al.* Guia de identificação de peixes fósseis das formações Crato e Santana da Bacia do Araripe. **CPRM**, Rio de Janeiro: 2015. 72 p;

ROJAS, F. E. M. **ESTRATIGRAFIA DE SEQUÊNCIAS DO INTERVALO APTIANO AO ALBIANO NA BACIA DO ARARIPE, NE DO BRASIL**. 2009. 124 f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica), Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade federal do rio Grande do Norte. Natal, 2009;

SARAIVA, A. Á. F. **CARACTERIZAÇÃO PALEOAMBIENTAL E PALEOOCEANOGRÁFICA DA FORMAÇÃO ROMUALDO-BACIA SEDIMENTAR DO ARARIPE**. 2008. 98 f. Tese (Doutorado em Ciência em Oceanografia), Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2008;

URAMOTO, K.; WALDER, J. M. M.; ZUCCHI, R. A. Análise Quantitativa e Distribuição de Populações de Espécies de *Anastrepha*. **Neotropical Entomology**, v. 34, n.1; 2005. p. 033-039;

VALENÇA, L.M.M.; NEUMANN, V.H.; MABESOONE, J. M. An overview on Callovian Cenomanian intracratonic basins of Northeast Brazil: Onshore stratigraphic record of the opening of the Southern Atlantic. **Geologica Acta**, Vol.1, N. 3, 2003. p. 261-275;

VALENTIN, J.L. AGRUPAMENTO E ORDENAÇÃO. **Oecolia Brasiliensis**. Vol. 2. 1995. p. 27-55;

VIANA, M. S. S.; NEUMANN, V. H. L. Membro Crato da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE: Riquíssimo registro de fauna e flora do Cretáceo. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M. & BERBERT-BORN, M. (Orgs). Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília, **DNPM/CPRM/SIGEP5**. 2002; , p.113-120;

VIDAL, F. W. H.; PADILHA, M. W. M.; OLIVEIRA. R. R. DE. ASPECTOS GEOLÓGICOS DA BACIA DO ARARIPE E DO APROVEITAMENTO DOS REJEITOS DA PEDRA CARIRI – CEARÁ. In: Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste, 5º, 2006. Recife. **Anais...** Recife: 2006. p 31-36;

VILA NOVA, *et al.* CONTROLLED EXCAVATIONS IN THE ROMUALDO FORMATION LAGERSTÄTTE (ARARIPE BASIN, BRAZIL) AND PTEROSAUR DIVERSITY: REMARKS BASED ON NEW FINDINGS. **PALAIOS**, v. 26. 2011. p. 173–179;

VILA NOVA, B. C. CONTROLLED EXCAVATIONS IN THE ROMUALDO FORMATION LAGERSTÄTTE (ARARIPE BASIN, BRAZIL) AND PTEROSAUR DIVERSITY: REMARKS BASED ON NEW FINDINGS. Ribeirão Preto: USP, 2016. (Personal Communication);

VOLTANI, C. G. **O Acervo Paleoiológico do Aptiano-Albiano da Formação Santana (Bacia Do Araripe), Existente nas Coleções do Museu de Paleontologia e Estratigrafia “Paulo Milton Barbosa Landim”, DGA - IGCE - Unesp Rio Claro**. Dissertação de Mestrado (Mestre em Geologia Regional), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro – SP. 2011.

ANEXO

Quadro 5: Classificação das Concreções da localidade PE₁ de acordo com Saraiva (2008)

LOCALIDADE	TAMANHO DA CONCREÇÃO (cm)		ESPECIEME POR CONCREÇÃO	POSIÇÃO NA CONCREÇÃO	DIMENSÃO DENTRO DA CONCREÇÃO	RELAÇÃO MATRIZ /FÓSSIL	FORMA DA CONCREÇÃO	ESTRUTURAS E TEXTURAS SEDIMENTARES	INTEIRO/PARCIAL
	Comprimento	Largura							
Localidade 1	13,5	6,4	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Regular	Oval-alongada	Pouco laminada	Parte do corpo e cabeça
Localidade 1	15,7	14,3	Unifossilífera	Mediana	Compactada	Regular	Oval-alongada	Pouco laminada	Parte do corpo
Localidade 1	14,8	7,8	Multifossilífera	Paralela	Tridimensional	Regular	Ovóide	Pouco laminada	Cabeça
Localidade 1	18,2	12,5	Unifossilífera	Mediana	Compactada	Regular	Ovóide	Pouco laminada	Parte do corpo
Localidade 1	22,3	7	Multifossilífera	Dispersa	Compactada	Abundante	Oval-alongada	Pouco laminada	Inteiro
Localidade 1	19,2	11,7	Unifossilífera	Mediana	Compactada	Regular	Ovóide	Laminada	Parte do corpo
Localidade 1	13	8	Multifossilífera	Dispersa	Tridimensional	Regular	Ovóide	Pouco laminada	Parte do corpo e cabeça
Localidade 1	19,7	8,6	Multifossilífera	Dispersa	Compactado	Abundante	Ovóide	Laminada	Partes não identificáveis
Localidade 1	15,2	12,2	Unifossilífera	Inferior	Compactada	Abundante	Irregular	Laminada	Parte do corpo e da cauda
Localidade 1	13,3	7,5	Unifossilífera	Superior	Tridimensional	Abundante	Irregular	Laminada	Parte do corpo e da cabeça
Localidade 1	20,8	19,9	Unifossilífera	Inferior	Tridimensional	Escassa	Oval-alongada	Pouco laminada	Cabeça

Quadro 5: Continuação...

LOCALIDADE	TAMANHO DA CONCREÇÃO (cm)		ESPECIEME POR CONCREÇÃO	POSIÇÃO NA CONCREÇÃO	DIMENSÃO DENTRO DA CONCREÇÃO	RELAÇÃO MATRIZ /FÓSSIL	FORMA DA CONCREÇÃO	ESTRUTURAS E TEXTURAS SEDIMENTARES	INTEIRO/ PARCIAL
	Comprimento	Largura							
Localidade 1	9,9	5,1	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Escassa	Oval-alongada	Pouco laminada	Parte do corpo e da cabeça
Localidade 1	18,1	13,9	Unifossilífera	Mediana	Compactada	Regular	Irregular	Pouco laminada	Parte do corpo e da cauda
Localidade 1	12,7	10,6	Unifossilífera	Inferior	Tridimensional	Regular	Irregular	Pouco laminada	Parte do corpo e da cabeça
Localidade 1	8,8	7,7	Unifossilífera	Superior	Tridimensional	Escassa	Oval-alongada	Pouco laminada	Parte da cabeça
Localidade 1	23	16,9	Unifossilífera	Mediana	Compactada	Curta	Ovóide	Laminada	Parte do corpo e da cabeça
Localidade 1	10,5	10,3	Unifossilífera	Mediana	Compactada	Regular	Oval-alongada	Pouco laminada	Parte do corpo
Localidade 1	12,2	5,6	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Regular	Oval-alongada	Pouco laminada	Parte do corpo e da cabeça
Localidade 1	20,4	16,2	Unifossilífera	Superior	Tridimensional	Regular	Oval-alongada	Pouco laminada	Parte do corpo e da cabeça
Localidade 1	13,3	9,8	Unifossilífera	Inferior	Tridimensional	Regular	Irregular	Pouco laminada	Parte do corpo
Localidade 1	10,5	9,5	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Curta	Ovóide	Pouco laminada	Parte do corpo

Quadro 5: Continuação...

LOCALIDADE	TAMANHO DA CONCREÇÃO (cm)		ESPECIEME POR CONCREÇÃO	POSIÇÃO NA CONCREÇÃO	DIMENSÃO DENTRO DA CONCREÇÃO	RELAÇÃO MATRIZ /FÓSSIL	FORMA DA CONCREÇÃO	ESTRUTURAS E TEXTURAS SEDIMENTARES	INTEIRO/PARCIAL
	Comprimento	Largura							
Localidade 1	9,7	7,8	Unifossilífera	Inferior	Tridimensional	Regular	Ovóide	Pouco laminada	Parte da cabeça
Localidade 1	11,1	5,7	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Abundante	Irregular	Pouco laminada	Parte do corpo
Localidade 1	14,7	9,8	Unifossilífera	Superior	Tridimensional	Abundante	Ovóide	Pouco laminada	Parte do corpo
Localidade 1	12,1	6,7	Unifossilífera	Inferior	Tridimensional	Regular	Oval-alongada	Pouco laminada	Parte do corpo e da cabeça
Localidade 1	17,3	12,4	Unifossilífera	Inferior	Tridimensional	Abundante	Irregular	Pouco laminada	Parte do corpo
Localidade 1	15,1	13,1	Unifossilífera	Inferior	Compactada	Abundante	Irregular	Pouco laminada	Inteiro
Localidade 1	9	6,9	Unifossilífera	Superior	Compactada	Regular	Irregular	Laminada	Parte do corpo e da cabeça
Localidade 1	11	10,6	Multifossilífera	Dispersa	Tridimensional	Regular	Irregular	Pouco laminada	Não identificado
Localidade 1	10,7	10,3	Multifossilífera	Dispersa	Compactada	Regular	Irregular	Laminada	Parte do corpo e cauda; parte da cabeça
Localidade 1	12,1	11	Unifossilífera	Inferior	Tridimensional	Abundante	Irregular	Pouco laminada	Parte do corpo e da cabeça

Quadro 5: Continuação...

LOCALIDADE	TAMANHO DA CONCREÇÃO (cm)		ESPECIEME POR CONCREÇÃO	POSIÇÃO NA CONCREÇÃO	DIMENSÃO DENTRO DA CONCREÇÃO	RELAÇÃO MATRIZ /FÓSSIL	FORMA DA CONCREÇÃO	ESTRUTURAS E TEXTURAS SEDIMENTARES	INTEIRO/PARCIAL
	Comprimento	Largura							
Localidade 1	15	12,6	Unifossilífera	Mediana	Compactada	Abundante	Irregular	Laminada	Corpo inteiro e Parte da cabeça
Localidade 1	12,3	11,2	Unifossilífera	Mediana	Compactada	Abundante	Irregular	Laminada	Inteiro
Localidade 1	12,9	8,9	Multifossilífera	Dispersa	Compactada	Abundante	Oval-alongada	Pouco laminada	Inteiro; Parte do corpo
Localidade 1	12,7	7,8	Unifossilífera	Mediana	Compactada	Abundante	Irregular	Pouco laminada	Inteiro
Localidade 1	16,3	10,1	Multifossilífera	Dispersa	Compactada	Abundante	Irregular	Pouco laminada	Inteiro
Localidade 1	6,3	4,1	Multifossilífera	Mediana	Compactada	Regular	Irregular	Laminada	Inteiro; cabeça e Parte do corpo
Localidade 1	5	3,8	Unifossilífera	Mediana	Compactada	Abundante	Irregular	Laminada	Cabeça

Quadro 6: Classificação das Concreções da localidade PE₁ de acordo com Saraiva (2008)

LOCALIDADE	TAMANHO DA CONCREÇÃO (cm)		ESPECIEME POR CONCREÇÃO	POSIÇÃO NA CONCREÇÃO	DIMENSÃO DENTRO DA CONCREÇÃO	RELAÇÃO MATRIZ /FÓSSIL	FORMA DA CONCREÇÃO	ESTRUTURA E TEXTURA SEDIMENTARE	INTEIRO/PARCIAL
	Comprimento	Largura							
Localidade 2 (lago)	22	7,2	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Regular	Oval-alongada	Pouco laminada	Corpo e cabeça
Localidade 2 (lago)	16,4	10,7	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Regular	Ovóide	Pouco laminada	Corpo e cabeça
Localidade 2 (lago)	15,2	9	Unifossilífera	Superior	Tridimensional	Abundante	Oval-alongada	Pouco laminada	Parte do corpo e cabeça
Localidade 2 (lago)	7,3	5,3	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Regular	Oval-alongada	Pouco laminada	Parte do corpo
Localidade 2 (lago)	7,1	6,5	Unifossilífera	Inferior	Tridimensional	Regular	Oval-alongada	Laminada	Parte do corpo
Localidade 2 (lago)	9,3	5,5	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Regular	Oval-alongada	Laminada	Parte do corpo
Localidade 2 (lago)	7	5,1	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Regular	Oval-alongada	Pouco laminada	Parte do corpo
Localidade 2 (lago)	16,3	11,8	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Regular	Oval-alongada	Laminada	Parte do corpo
Localidade 2 (lago)	13,2	11,8	Multifossilífera	Superior	Tridimensional	Abundante	Ovóide	Laminada	Parte do corpo e cabeça
Localidade 2 (lago)	6,7	4,2	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Regular	Oval-alongada	Pouco laminada	Parte da cabeça
Localidade 2 (lago)	15	14	Multifossilífera	Dispersa	Tridimensional	Abundante	Irregular	Pouco laminada	Parte do corpo

Quadro 6: Continuação...

LOCALIDADE	TAMANHO DA CONCREÇÃO (cm)		ESPECIEME POR CONCREÇÃO	POSIÇÃO NA CONCREÇÃO	DIMENSÃO DENTRO DA CONCREÇÃO	RELAÇÃO MATRIZ /FÓSSIL	FORMA DA CONCREÇÃO	ESTRUTURAS E TEXTURAS SEDIMENTARES	INTEIRO/PARCIAL
	Comprimento	Largura							
Localidade 2 (lago)	11,8	7	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Curta	Ovóide	Laminada	Parte do corpo e da cabeça
Localidade 2 (lago)	11,8	9,3	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Regular	Oval-alongada	Laminada	Cauda
Localidade 2 (lago)	21	12,1	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Irregular	Oval-alongada	Laminada	Parte do corpo
Localidade 2 (lago)	10	9,1	Unifossilífera	Inferior	Tridimensional	Escassa	Oval-alongada	Laminada	Cabeça
Localidade 2 (lago)	10,3	4,3	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Regular	Oval-alongada	Pouco laminada	Parte do corpo e da cabeça
Localidade 2 (lago)	7,8	5,1	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Escassa	Ovóide	Pouco laminada	Parte do corpo
Localidade 2 (lago)	16,2	12,1	Unifossilífera	Superior	Tridimensional	Regular	Ovóide	Pouco laminada	Parte do corpo e cabeça
Localidade 2 (lago)	7,7	6,5	Unifossilífera	Inferior	Tridimensional	Escassa	Oval-alongada	Pouco laminada	Parte da cabeça
Localidade 2 (lago)	7,6	6,2	Unifossilífera	Inferior	Tridimensional	Regular	Oval-alongada	Pouco laminada	Parte do corpo
Localidade 2 (lago)	15,5	9,9	Unifossilífera	Inferior	Tridimensional	Abundante	Irregular	Pouco laminada	Parte do corpo

Quadro 6: Continuação...

LOCALIDADE	TAMANHO DA CONCREÇÃO (cm)		ESPECIEME POR CONCREÇÃO	POSIÇÃO NA CONCREÇÃO	DIMENSÃO DENTRO DA CONCREÇÃO	RELAÇÃO MATRIZ /FÓSSIL	FORMA DA CONCREÇÃO	ESTRUTURA E TEXTURA SEDIMENTARES	INTEIRO/PARCIAL
	Comprimento	Largura							
Localidade 2 (lago)	22	16,5	Unifossilífera	Mediana	Compactada	Abundante	Irregular	Laminada	Parte do corpo e cabeça
Localidade 2 (lago)	11	7,5	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Regular	Irregular	Pouco laminada	Parte do corpo
Localidade 2 (lago)	9,2	8,9	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Escassa	Irregular	Pouco laminada	Parte do corpo
Localidade 2 (lago)	14,9	8,5	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Regular	Oval-alongada	Laminada	Parte do corpo
Localidade 2 (lago)	16	11,2	Unifossilífera	Inferior	Tridimensional	Abundante	Irregular	Pouco laminada	Parte do corpo
Localidade 2 (lago)	16,9	12,2	Multifossilífera	Dispersa	Tridimensional	Regular	Irregular	Pouco laminada	Parte do corpo
Localidade 2 (lago)	8,1	7,9	Unifossilífera	Superior	Tridimensional	Escassa	Irregular	Pouco laminada	Parte do corpo
Localidade 2 (lago)	16,1	8,6	Unifossilífera	Superior	Tridimensional	Abundante	Irregular	Laminada	Parte do corpo e cabeça
Localidade 2 (lago)	17,2	7,3	Unifossilífera	Superior	Tridimensional	Abundante	Irregular	Laminada	Parte do corpo
Localidade 2 (lago)	16,8	12,4	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Abundante	Irregular	Pouco laminada	Parte do corpo
Localidade 2 (lago)	18,9	17,4	Unifossilífera	Inferior	Tridimensional	Abundante	Irregular	Pouco laminada	Parte do corpo

Quadro 6: Continuação...

LOCALIDADE	TAMANHO DA CONCREÇÃO (cm)		ESPECIME POR CONCREÇÃO	POSIÇÃO NA CONCREÇÃO	DIMENSÃO DENTRO DA CONCREÇÃO	RELAÇÃO MATRIZ /FÓSSIL	FORMA DA CONCREÇÃO	ESTRUTURA E TEXTURA SEDIMENTARE	INTEIRO/PARCIAL
	Comprimento	Largura							
Localidade 2 (lago)	13,3	12,1	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Abundante	Irregular	Laminada	Parte do corpo
Localidade 2 (lago)	12,2	12	Unifossilífera	Mediana	Compactada	Abundante	Ovóide	Pouco laminada	Não identificado
Localidade 2 (lago)	12,7	10	Unifossilífera	Superior	Compactada	Regular	Ovóide	Pouco laminada	Cabeça e Parte do tronco
Localidade 2 (lago)	16,6	14,1	Unifossilífera	Superior	Compactada	Regular	Irregular	Laminada	Parte do corpo
Localidade 2 (lago)	7,3	6	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Regular	Oval-alongada	Pouco laminada	Parte do corpo
Localidade 2 (lago)	6,8	5,9	Unifossilífera	Mediana	Tridimensional	Escassa	Irregular	Laminada	Nadadeira corporal
Localidade 2 (lago)	11,7	8,2	Multifossilífera	Dispersa	Compactada	Regular	Oval-alongada	Pouco laminada	Parte do corpo e cabeça
Localidade 2 (lago)	17,8	6,9	Multifossilífera	Dispersa	Compactada	Abundante	Irregular	Pouco laminada	Cabeça e corpo; Cabeça
Localidade 2 (lago)	13,9	13,5	Unifossilífera	Superior	Tridimensional	Abundante	Irregular	Laminada	Parte do corpo