



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI
CAMPUS SENADOR HELVÍDIO NUNES DE BARROS – CSHNB

Kuenia Consoelo Rodrigues da Costa

**CONCREÇÕES FERRUGINOSAS NO DEVONIANO DA BACIA DO PARNAÍBA
(FORMAÇÃO PIMENTEIRA) EM PICOS: ASPECTOS GERAIS E CONTEÚDO
FOSSILÍFERO**

PICOS-PI
2017

KUENIA CONSOELO RODRIGUES DA COSTA

**CONCREÇÕES FERRUGINOSAS NO DEVONIANO DA BACIA DO PARNAÍBA
(FORMAÇÃO PIMENTEIRA) EM PICOS: ASPECTOS GERAIS E CONTEÚDO
FOSSILÍFERO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Piauí, *Campus* Senador Helvídio Nunes de Barros, como requisito parcial para obtenção do grau de licenciada em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Victor de Oliveira.

**PICOS- PI
2017**

FICHA CATALOGRÁFICA
Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí
Biblioteca José Albano de Macêdo

C837c Costa, Kuenia Consoelo Rodrigues da

Concreções ferruginosas no devoniano da bacia do Parnaíba
(formação pimenteira) em Picos: aspectos gerais e conteúdo fossilífero /
Kuenia Consoelo Rodrigues da Costa.– 2017.

CD-ROM : il.; 4 ¾ pol. (41 f.)

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Licenciatura Plena em
Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Piauí, Picos, 2018.

Orientador(A): Prof. Dr. Paulo Victor de Oliveira

1. Aflorametos. 2. Material Ferruginoso. 3. Fósseis. 4. Estado do
Piauí. I. Título.

CDD 551.74

KUENIA CONSOELO RODRIGUES DA COSTA

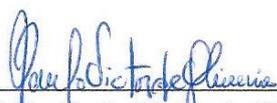
**CONCREÇÕES FERRUGINOSAS NO DEVONIANO DA BACIA DO PARNAÍBA
(FORMAÇÃO PIMENTEIRA) EM PICOS: ASPECTOS GERAIS E CONTEÚDO
FOSSILÍFERO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Piauí, *Campus* Senador Helvídio Nunes de Barros, como requisito parcial para obtenção do grau de licenciada em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Victor de Oliveira.

Aprovado em 04 de Dezembro de 2017

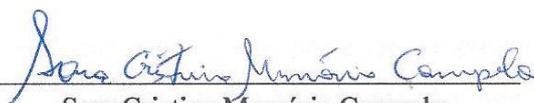
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Paulo Victor de Oliveira
Universidade Federal do Piauí



Antônia Dayanne Abreu de Sousa
Mestranda - Universidade Federal do Ceará



Sara Cristina Memória Campelo
Bióloga

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por estar sempre ao meu lado. A minha filha Ananda Kellen por tudo que representa em minha vida. Ao meu orientador Prof. Dr. Paulo Victor de Oliveira, pelos conselhos, apoio e orientações. Ao meu amigo e auxiliador Ilgmir, por estar sempre comigo me apoiando. Ao Jhenys e ao Railson pelo apoio sempre que precisei.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo que tem me proporcionado em toda minha existência. Sou grata a Ele pela vida e por quem sou. Por me permitir seguir em frente, mesmo quando me senti sobrecarregada. Grata pela benção que me deu, a quem chamo de filha, que em suas mãos foi instrumento para que hoje eu conclua essa etapa da minha vida.

Ao meu pai, que no pouco tempo que tivemos, me ensinou valores para a vida. Com quem aprendi o verdadeiro sentido de amar, o abraço verdadeiro, o sorriso sincero.

À minha mãe, pelo apoio, dedicação e cuidados. Mesmo com toda dificuldade, cuidou sozinha de todos nós e nunca deixou que percebêssemos o quanto era difícil. Deu continuidade ao que nosso pai nos ensinou, sempre nos incentivando a estudar. Hoje tenho a certeza que seus conselhos não foram em vão.

À minha eterna gratidão a minha filha Ananda, o meu anjo do bem. Ela muito me incentivou a voltar a estudar, e nossa formatura se dará no mesmo mês e ano, em cursos e instituições distintas, mas não há palavras para descrever a emoção dessa conquista em dose dupla. Sou grata pelo apoio, orientações e compreensão. Mesmo na correria de trabalho e estudo, dispôs de tempo sempre que precisei, não importava a hora nem o dia, onde quer que estivesse, me ouvia e me orientava.

À minha irmã Kézia, que sempre faz questão de lembrar o quanto é feliz com minhas conquistas. Assim como eu, se orgulha de cada vitória, pois é conhecedora das dificuldades que enfrentamos. A vida de trabalho desde muito jovens, nos ajudou a valorizar a vida em todos os seus aspectos.

Ao Ilgmir, por todo tempo que dispôs para estar presente no laboratório quando precisei do seu auxílio, deixando de lado suas obrigações em prol de ajudar sem pedir nada em troca, por ouvir meus desabafos em momentos de tensão, um irmão que a vida me deu de presente, ao Jhenys e ao Railson pela colaboração sempre que precisei.

Ao meu orientador professor Dr. Paulo Victor de Oliveira, que me proporcionou as melhores experiências no âmbito acadêmico, pelas orientações e pelo apoio. Foi um privilégio receber orientações de uma pessoa a quem admiro profundamente pela inteligência, simplicidade e espontaneidade e acima de tudo, pelo brilhante profissional que é. Foi muito gratificante observar a importância que deu ao trabalho, o tempo que dispôs para nos acompanhar sempre nos orientando da maneira mais clara possível.

Muitos foram os que passaram em minha vida e contribuíram de forma direta ou indireta para que essa conquista fosse possível. Não concluímos uma etapa se quer de nossa vida sem a colaboração e/ou contribuição de outras pessoas, precisamos delas, mesmo que

diretamente ou indiretamente, o que torna esses momentos mais felizes por termos com quem compartilhar.

Serei eternamente grata.

Não se alcança a harmonia quando todos tocam a mesma nota.

(Doug Floyd)

RESUMO

O Município de Picos está localizado no Vale do Rio Guaribas, na mesorregião sudeste do Estado do Piauí, e tem sua paisagem marcada pela presença de morros residuais que ocorrem tanto na zona urbana quanto na zona rural. São morros e rochas de idade devoniana, aproximadamente 390 milhões de anos e que apresentam expressiva quantidade e diversidade de fósseis e em associação a estes, ocorrem concreções de ferro em quantidade considerável e formatos variados. As concreções ferruginosas estudadas foram coletadas em alguns afloramentos urbanos da Formação Pimenteira, Devoniano na Bacia do Parnaíba, em Picos, Piauí. Este trabalho objetivou analisar o material quantitativa e qualitativamente quanto à morfologia, prospectar a presença de fósseis no interior dessas concreções e relacioná-los com os demais padrões observados. Foram encontrados no interior de algumas concreções, fragmentos de vegetais como *Palaeostigma* Kräusel; *Dolianiti*, 1957; *Haplostigma* Seward, 1932 (primeira ocorrência para a Bacia do Parnaíba); *Euphyllphytina* indet.; e fragmentos de trilobitas do gênero *Burmeisteria* Clarck, 1913; e um espécime de Tentaculitoidea. Além dos aspectos gerais analisados, propõe-se uma classificação morfológica para as concreções de ferro.

Palavras-chave: Afloramentos, Material Ferruginoso, Fósseis, Estado do Piauí.

ABSTRAT

The Municipality of Picos is located in the Vale do Rio Guaribas, in the southeast mesoregion of the Piauí State, and It has its landscape marked by the presence of residual hills that occur in both urban and rural areas. They are hills and rocks of devonian age, approximately 390 million years old and that presented an expressive quantity and diversity of fossils and in association with these, iron concretions occur in considerable amount and varied formats. The iron concretions studied were collected in the Pimenteira Formation urban outcrops, in the Devonian of the Parnaíba Basin, in the Picos, Piauí. This work aimed to analyze quantitatively and qualitatively the material, its morphology and also to prospect of the presence of fossils within these concretions and to relate them to the other observed patterns. Were found plant fragments within some concretions as *Palaeostigma* Kräusel; Dolianiti, 1957; *Haplostigma* Seward, 1932 (first occur from the Parnaíba basin); Euphylllophytina indet.; and fragments of trilobites of the genus *Burmeisteria* Clarck, 1913; and one specimen of the Tentaculitoidea. Besides the general aspects analyzed, there is also a morphological classification for iron concretions.

Key words: Outcrops, Ferruginous Material, Fossils, State of Piauí.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa com a localização da Bacia do Parnaíba no Brasil com destaque para a Formação Pimenteira e o Município de Picos-PI	14
Figura 2 – Seção Estratigráfica do Grupo Canindé	16
Figura 3 - Mapa do Brasil com destaque para as áreas com ocorrência de concreções ferruginosas	18
Figura 4 - Mapa do estado do Piauí com destaque para o Município de Picos, com a disposição dos afloramentos onde foram realizadas as coletas	20
Figura 5 - Afloramentos onde as concreções ferruginosas foram coletadas	20
Figura 6 - Trabalho de campo e laboratório	21
Figura 7 - Aplicabilidade da metodologia e análise das concreções	23
Figura 8 - Morfologia das concreções coletadas	25
Figura 9 - Fósseis de Trilobitas e Tentaculitoidea encontrados no interior de concreções ferruginosas	30
Figura 10 - Fragmentos de vegetais encontrados no interior de concreções ferruginosas	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação para a morfologia externa das concreções coletadas	24
Tabela 2 - Informações qualitativas e quantitativas das 437 concreções coletadas	26
Tabela 3 - Relação do formato das 437 concreções com seus respectivos padrões de abertura	27
Tabela 4 - Quantificação das concreções coletadas e daquelas fossilíferas por afloramento	28
Tabela 5 - Classificação quantitativa e qualitativa das concreções fossilíferas	33
Tabela 6 - Padrão de abertura das concreções fossilíferas	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo Geral	14
2.2 Objetivos Específicos	14
3 REFENCIAL TEÓRICO	15
3.1 Contexto Geológico	15
3.2 Histórico das pesquisas paleontológicas na região de Picos	16
3.3 Ocorrências de concreções ferruginosas	17
3.3.1 Concreções ferruginosas na Formação Pimenteira	18
4 MATERIAL E MÉTODO	19
4.1 Material	19
4.2 Metodologia	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1 Resultados	24
5.1 Morfologia das concreções	24
5.1.2 Aspectos gerais das concreções	26
5.1.3 Padrão de abertura das concreções	26
5.1.4 Conteúdo fóssil	27
5.1.4.1 Aspectos gerais das concreções fossilíferas por afloramento	28
5.1.4.2 Sistemática paleontológica	29
5.2 Discussão	33
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1 INTRODUÇÃO

As concreções são estruturas endurecidas ou mais endurecidas que a matriz do solo, de forma e tamanhos variados, com organização interna concêntrica, o que as difere dos nódulos, pois estes não possuem uma organização interna evidente, apresentando formas irregulares e desorganizadas (IBGE, 2007).

As concreções são compostas por vários elementos químicos oriundos das rochas que lhe deram origem, em atenção especial ao elemento químico Ferro, de onde provém o nome concreção ferruginosa. Por ser mais solúvel e móvel, o ferro bivalente se faz necessário para a formação dessas estruturas, que se inicia quando ocorre a redução do ferro oxidado presente no solo, fazendo-se necessária a presença da água para transportá-lo. Ao entrar em contato com o oxigênio atmosférico, forma-se um gel que tem seu movimento reduzido, essa redução do movimento em contato com o ar, faz com que seja maior a deposição de ferro nas encostas, onde as concreções são encontradas. Esse processo repetido infinitas vezes forma as concreções, que tem seu material cimentado por ação da energia solar que remove o excesso de água presente. A formação destas concreções, sofre efeito direto da alternância de períodos secos e úmidos (COSTA; OLSZEWSKI, 2008). Para Alhonen et. al., 1975, a formação de concreções pode ser iniciada por partículas minerais, sendo que a precipitação pode ocorrer, mesmo que parcialmente, como resultado de atividade bacteriana (*Leptothrix*, *Gallionella*), que de certa forma, inicia a formação de concreções.

Incursões a campo na região do Município de Picos tem possibilitado a coleta de quantidade expressiva dessas concreções, que ocorrem de forma natural, abundantes e quase sempre desagregadas da rocha matriz nos afloramentos da Formação Pimenteira da Bacia do Parnaíba (**Figura 1**). Tais fatos despertaram interesse, e motivaram o desenvolvimento de um trabalho de prospecção paleontológica neste tipo de material. Ao se iniciar o levantamento bibliográfico constatou-se que não há pesquisas científicas com este objetivo, o que também contribuiu para incentivar a investigação do tema.

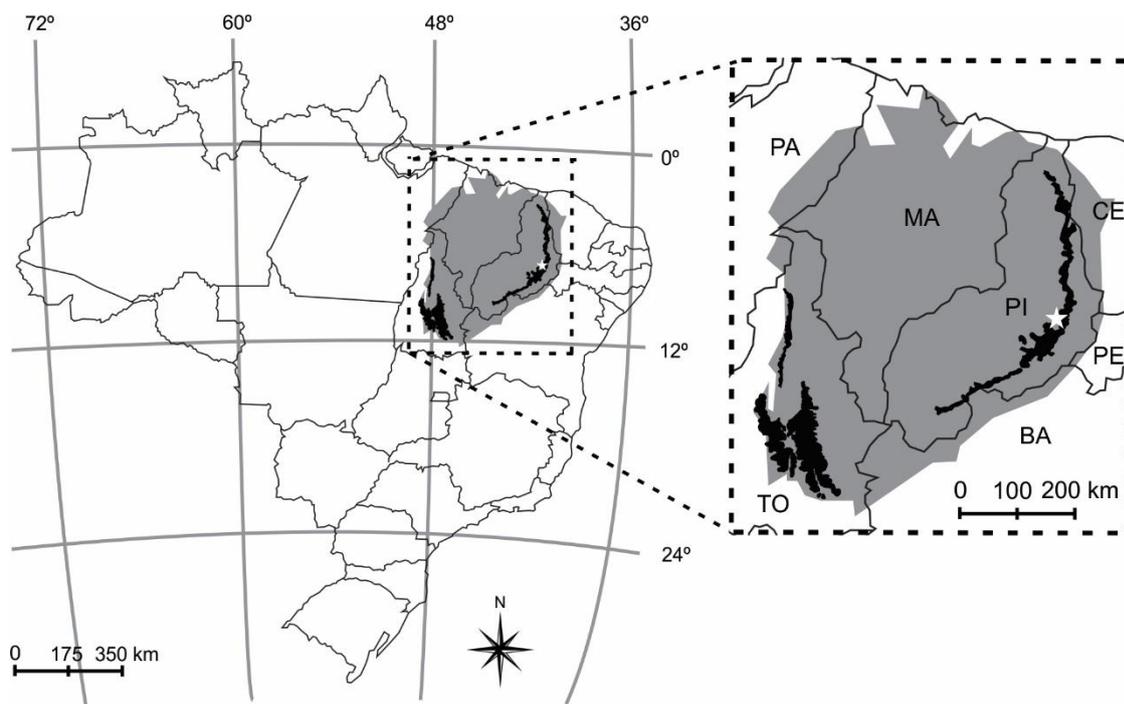


Figura 1. Localização da Bacia do Parnaíba no Brasil com destaque para a Formação Pimenteiras. (★ : Município de Picos Piauí). Modificado de Santos (2017).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

Analisar as concreções de ferro encontradas nos afloramentos urbanos da Formação Pimenteiras, Devoniano na Bacia do Parnaíba no Município de Picos Piauí.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar quantitativa e qualitativamente as concreções;
- Analisar a morfologia das concreções;
- Prospectar a presença de fósseis nas concreções;
- Relacionar a ocorrência de fósseis e os demais padrões observados.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Contexto Geológico

Nos períodos iniciais da Era Paleozoica, as rochas sedimentares depositadas guardam restos das primeiras formas de vida macroscópica, constituída pelos organismos pioneiros na colonização do assoalho oceânico, os invertebrados marinhos. Somente a partir do período Devoniano o registro fóssilífero desses grupos se torna mais abundante no Brasil, quando grande parte de seu território esteve encoberto por extensos mares epicontinentais, incluindo regiões hoje ocupadas pelo sertão nordestino (PONCIANO et. al., 2010).

Ocupando uma área de aproximadamente 600.000 km² e abrangendo quase todo o Piauí e Maranhão, e parte dos Estados do Tocantins, Pará, Ceará e Bahia, correspondendo à Província Estrutural Parnaíba, a Bacia Sedimentar do Parnaíba teve seu preenchimento através da ocorrência de cinco sequências deposicionais: Sequência Siluriana, Sequência Devoniana, Sequência Carbonífero-Triássica, Sequência Jurássica e Sequência Cretácea (GÓES; FEIJÓ, 1994).

Segundo Ponciano et. al. (2012), o transcorrer de sucessivos ciclos transgressivo-regressivos que se iniciaram no Lochkoviano, e se tornaram expressivos a partir do Eifeliano, originaram os estratos devonianos da Bacia do Parnaíba em paleoambientes parálicos a marinhos rasos.

Litoestratigraficamente a sequência de idade devoniana corresponde ao Grupo Canindé, representado por diversos afloramentos no estado do Piauí. O Grupo Canindé é composto da base para o topo pelas seguintes formações: Formação Itaim, Formação Pimenteira, Formação Cabeças, Formação Longá e Formação Poti, conforme Vaz et. al. (2007) (**Figura 2**). Dentre elas, destaca-se aqui àquela que aflora na área de estudo desta pesquisa, a Formação Pimenteira.

No Município de Pimenteiras afloram rochas que levaram Small (1914) a associar o nome do lugar à Formação, usando pela primeira vez o termo Formação Pimenteira. Os sedimentos dessa formação são compostos por arenitos sílticos-laminados e arenitos finos intercalados, bem selecionados, os quais apresentam marcas de onda de crista reta e laminação subhorizontal (AGOSTINHO; FILHO, 2006). Os folhelhos são de coloração cinza-escuro a preto, esverdeado, e em parte bioturbados. São radioativos, ricos em matéria orgânica e representam a ingressão marinha mais importante da bacia. A sedimentação destes estratos aconteceu em ambiente de plataforma rasa dominada por tempestades (VAZ et. al., 2007).

Braquiópodes, bivalvíos, belerofontídeos, tentaculítídeos, trilobitas, crinoides, conulários, ostracodes, hiolitídeos, escolecodontes e restos de condrictes e de acantódios, assim como fragmentos de algas e de vegetais fazem parte da diversidade taxonômica da Formação Pimenteira (MELO, 1985; 1988).

A expressiva diversidade da fauna marinha da Formação Pimenteira, é especialmente importante para os estudos paleobiogeográficos do Devoniano no Brasil (PONCIANO et. al., 2012). Essa Formação vem sendo ameaçada, principalmente na região do Município de Picos, pela contínua destruição de seus afloramentos, o que tem sido constatado durante sucessivos trabalhos de campo, realizados ao longo dos últimos dez anos no Estado do Piauí (PONCIANO et. al., 2010), fato também observado no quadriênio 2014-2017 por Santos et. al. (2016).

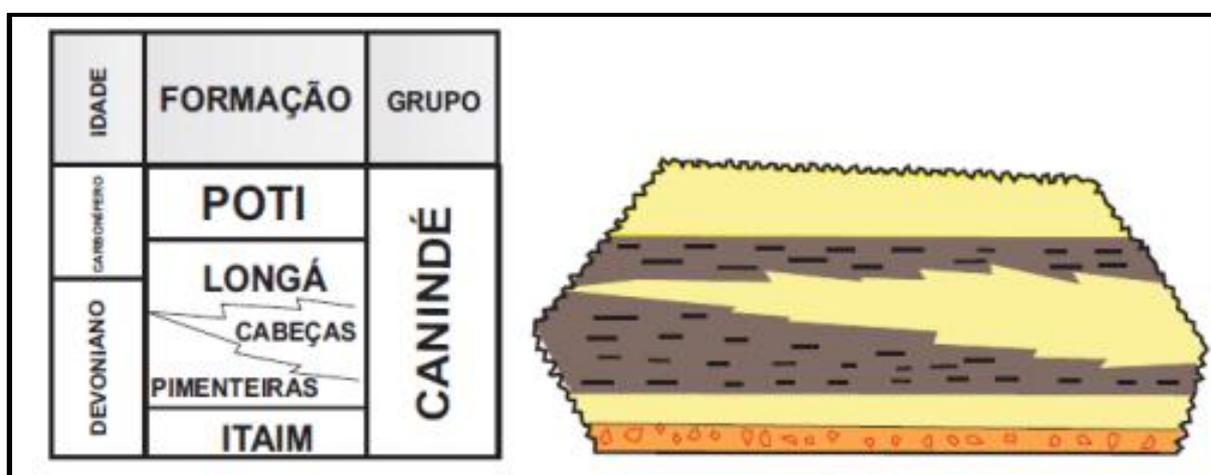


Figura 2. Seção estratigráfica do Grupo Canindé. Extraído de Góes, 1995.

3.2 Histórico das pesquisas paleontológicas na região de Picos

As rochas que afloram sob a forma de morros residuais e cortes de estrada, na região do Município de Picos, datam do período Devoniano, e suas características litológicas, segundo Santos; Carvalho (2009), enquadram-se com as da Formação Pimenteira conforme proposto por Small (1914).

Neste município existe uma série de morros em forma de montes picosos, aos quais a cidade deve seu nome, formados por camadas da Formação Pimenteira contendo fósseis marinhos (KEGEL, 1966). Estes montes foram mapeados pela primeira vez na década de 1940, pelo paleontólogo Kenneth Edward Caster, que ao realizar diversos trabalhos de campo no Brasil, registrou ocorrências de concreções de ferro, segundo Kunzler et. al. (2014).

Registros da ocorrência de fósseis na Formação Pimenteira, datam de agosto a novembro de 1946, graças aos trabalhos realizados por Llewellyn Ivor Price e sua equipe durante o reconhecimento geológico na região de Picos. Esses registros são os mais antigos e trazem dados sobre ocorrências fossilíferas. Estes fósseis serviram de base para a primeira identificação da idade devoniana dessas rochas, realizadas por Caster (1948).

3.3 Ocorrências de concreções ferruginosas

Concreções ferruginosas foram encontradas em várias partes do mundo, como na Carolina do Sul, Estados Unidos (SMITH, 1948); no Haváí (SHERMAN; KANEHIRO, 1954); no Canadá (PAWLUK; DUMANSKI, 1973); na Austrália (TAYLOR; SCHWERTMANN, 1974; LÖHR et. al., 2010); na Alemanha (TAYLOR; SCHWERTMANN, 1974); na Finlândia (ALHONEN, et. al., 1975).

No Brasil, tem-se ocorrências de concreções ferruginosas nos seguintes estados: Goiás, no Município de Ouro Verde de Goiás (MOREIRA; OLIVEIRA, 2008); Mato Grosso, na Chapada dos Guimarães (PRADO et. al., 2014); Ceará, na região da Chapada do Apodi, e Municípios de Granja e Martinópole (MOREIRA, 2013; SIQUEIRA et. al., 2014); Pernambuco, no Sertão do Araripe (OLIVEIRA et. al., 2004); Piauí, nos Municípios de João Costa, Picos e São Raimundo Nonato (KEGEL, 1953; KRAUSEL; DOLIANITI, 1957; MABESOONE, 1965; PONCIANO et. al., 2012; MANSUR et. al., 2013; RODRIGUES; OLIVEIRA, 2016; RODRIGUES et. al. 2016; AGOSTINHO; FILHO, 2006); Rio Grande do Norte, na região da Chapada do Apodi (FONTES et al., 1985); Pará, nos Municípios de Itaituba e Belém (FONTES et al., 1985; CORTEZ et. al., 2000); Rio Grande do Sul, no Município de Santa Maria (MIGUEL et. al., 2013); Espírito Santo (DUARTE et. al., 2000); Minas Gerais, nos Municípios de Arcos, Jaíba, Viçosa e no Quadrilátero Ferrífero (FONTES et. al., 1985; OLIVEIRA et. al., 2001); e no Rio de Janeiro, no Município de Niterói (RESENDE; SILVA, 1995) (**Figura 3**).

No Estado do Piauí, concreções desta natureza são comumente encontradas em estratos sedimentares de idade devoniana da Formação Pimenteira. Afloramentos contendo estas concreções são típicas na região de Picos. Relatos de concreções fossilíferas neste município são conhecidos pelos trabalhos de Kegel (1953), Kräusel; Dolianiti (1957), de Ponciano et. al. (2012), Mansur et. al. (2013), Rodrigues et. al. (2016) e Rodrigues; Oliveira (2016).

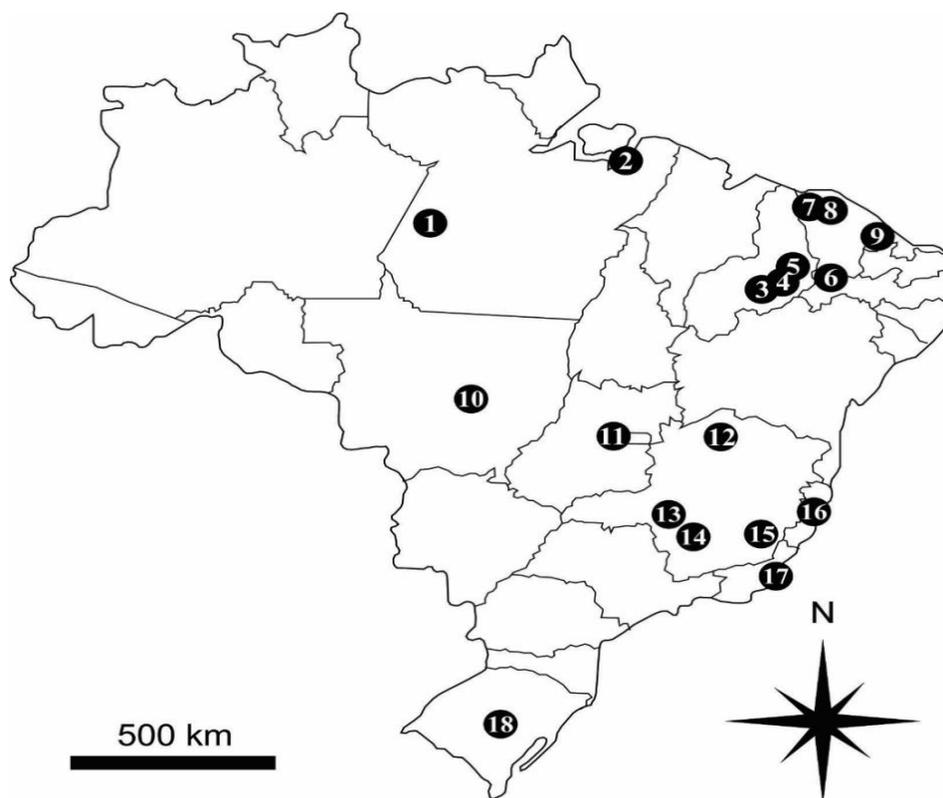


Figura 3. Mapa do Brasil com destaque para as áreas com ocorrência de concreções ferruginosas. 1- Itaituba e 2- Belém (PA); 3- São Raimundo Nonato, 4- João Costa e 5- Picos (PI); 6- Serra do Araripe (PE); 7- Granja e 8- Martinópolis (CE); 9- Chapada do Apodi (RN); 10- Chapada dos Guimarães (MT); 11- Ouro Verde de Goiás (GO); 12- Jaíba, 13- Arcos, 14- Quadrilátero Ferrífero e 15- Viçosa (MG); 16- Espírito Santo (ES); 17- Niterói (RJ); 18- Santa Maria (RS). Modificado de Santos (2017).

3.3.1 Concreções Ferruginosas na Formação Pimenteira

Muitas concreções fossilíferas do intervalo superior da Formação Pimenteira na região de Picos, apresentam apenas fragmentos orgânicos de diversos tamanhos. A coleta excessiva realizada de 1946 até 1980, especialmente no afloramento Morro do Cemitério, parece ter esgotado este tipo de material (Ponciano et. al., 2012).

São observadas ainda, a presença de trilobitas, belerofontídeos e fragmentos vegetais no interior de concreções ferruginosas (Ponciano et. al., 2012).

No afloramento Sussuapara (rodovia PI – 227) localizado no município de Sussuapara, no afloramento Capelinha 1 (no km 120 da BR 020) e no afloramento São João Vermelho, esses dois últimos no município de João Costa, existem algumas concreções afossilíferas, segundo relata Ponciano et. al. (2012). No afloramento São João Vermelho, há presença abundante desse material afossilífero, e embora Ponciano et. al. (2012) não tenham

encontrado fósseis nas concreções, há relatos da existência desse material contendo fósseis em concreções oriundas dessa localidade conforme Kegel (1953).

Concreções *in situ* aparentemente afossilíferas foram encontradas nos arenitos no topo do afloramento PI-466/km 12 (Mucambo), no município homônimo. Observou-se que concreções ferruginosas *in situ* estão presentes na base dos pacotes de arenitos com estratificação cruzada do tipo *hummocky* (HCS) de maior espessura; uma delas revelou fragmentos de *Spongiophyton* sp., no afloramento situado na saída de Picos em direção a Recife, após o 3º Batalhão de Engenharia de Construção do Exército, no município homônimo. Nos morros aos arredores de Picos, concreções *in situ* citados na literatura (cf. Kegel, 1953) atualmente são muito raras, seja devido a coletas anteriores, seja pela erosão natural ou antrópica e pela ocupação urbana dos morros (Ponciano et. al., 2012).

Rodrigues et. al. (2016) e Rodrigues; Oliveira (2016), descrevem em seus trabalhos que a maioria das concreções ferruginosas coletadas em afloramentos no município de Picos, é afossilífera e que as mesmas encontram-se desagregadas da rocha matriz.

4 MATERIAL E MÉTODO

O material para este trabalho foi coletado em afloramentos da Formação Pimenteira, de idade devoniana (aproximadamente 390 milhões de anos) no Município de Picos (7° 04' 37" Sul e 41° 28' 01" Oeste), localizado no Vale do Rio Guaribas, mesorregião sudeste do Estado do Piauí (**Figura 4**) (BARBOSA et. al., 2007). A paisagem do município é marcada pela presença de morros residuais que ocorrem tanto na área urbana quanto rural (SANTOS, et. al., 2015).

4.1 Material

O material estudado é oriundo de quatro afloramentos urbanos no Município de Picos, a saber: Morro do Cemitério (07° 04' 5,46" S / 41° 27' 55,08" W), Morro da Macambira (07° 03' 37,38" S / 41° 27' 27,3" W), Morro do Mestre Braz (07° 05' 22,08" S / 41° 27' 56,4" W) e Morro do Quebra Pescoço (07° 03' 29,64" S / 41° 27' 27,42" W) (**Figura 4 e 5**). Foram coletadas 437 concreções para estudo, e todas elas encontravam-se desagregadas da rocha matriz. Este material foi levado ao Laboratório de Paleontologia de Picos (LPP), da Universidade Federal do Piauí, *campus* Senador Helvídio Nunes de Barros, para análise e estudo.

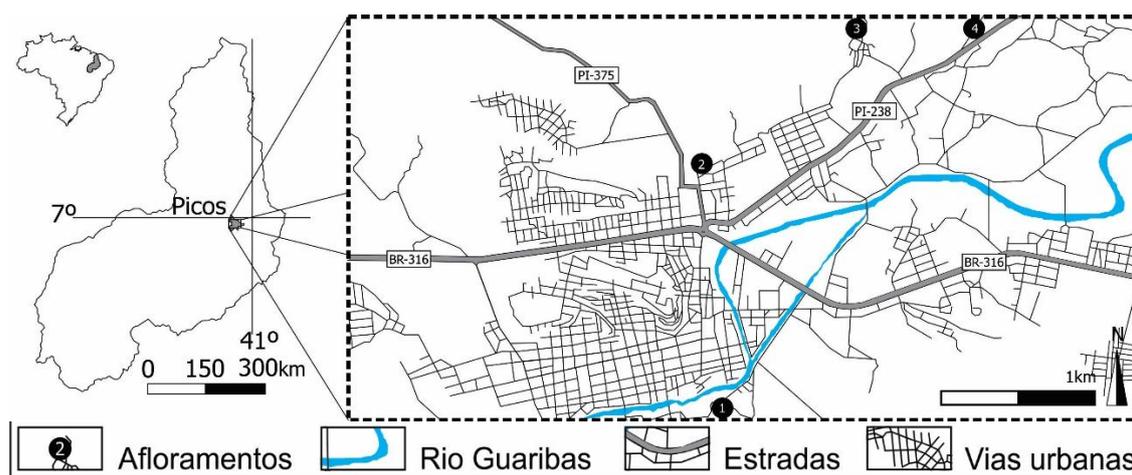


Figura 4. Mapa do estado do Piauí com destaque para o Município de Picos, com a disposição dos afloramentos onde foram realizadas as coletas. (1) Morro do Mestre Braz; (2) Morro do Cemitério; (3) Morro da Macambira; (4) Morro do Quebra Pesçoço. Modificado de Santos (2017).

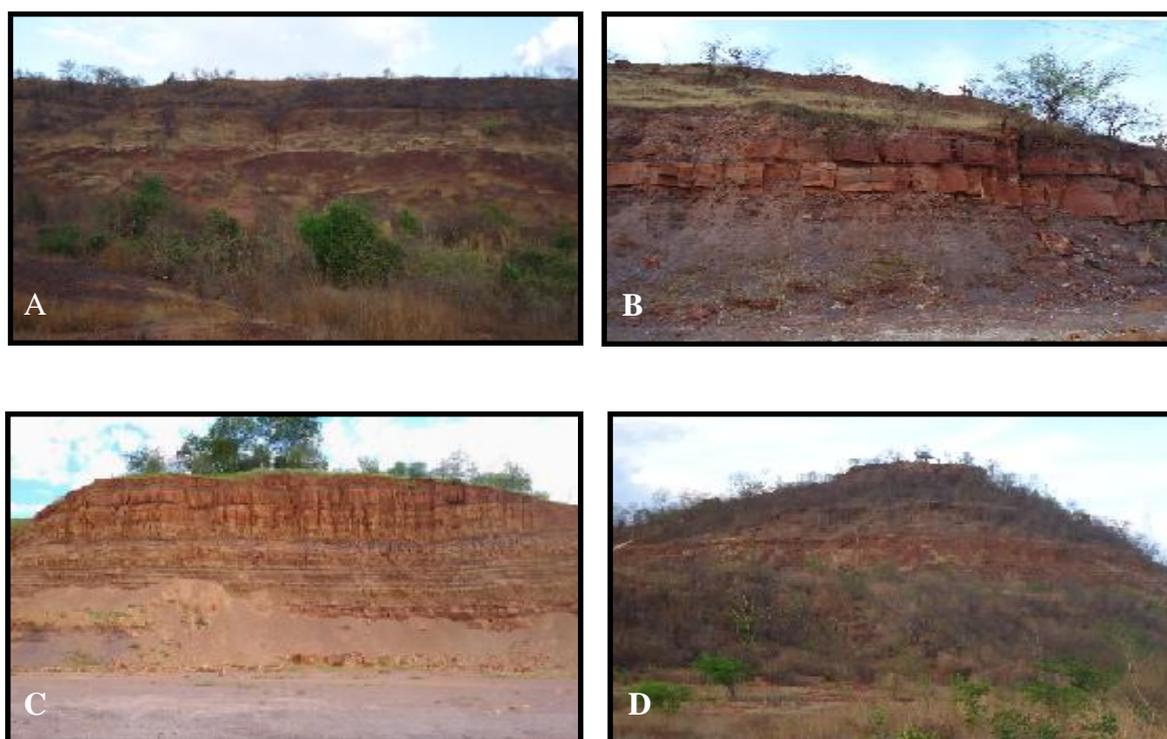


Figura 5. Afloramentos onde as concreções ferruginosas foram coletadas. A. Morro do Cemitério; B. Morro da Macambira; C. Morro do Mestre Braz; D. Morro do Quebra Pesçoço. Fonte: Própria.

4.2 Metodologia

Quanto a metodologia, ela foi dividida em duas etapas principais: trabalho de campo e trabalho de laboratório. Em relação ao trabalho de campo, foram feitas quatro expedições com a finalidade de coletar o material para estudo. Em laboratório, o material teve as seguintes características observadas: formato, aspecto, peso e medida relacionada ao tamanho. Estes dados foram reunidos em uma tabela para comparação (**Figura 6**).

Quanto ao formato, observou-se a morfologia das concreções e para isto propôs-se aqui uma classificação. Para o aspecto, observou-se a textura da superfície externa das concreções. O material foi pesado em balança digital de precisão – BEL, modelo S3201 e as medidas foram tomadas com paquímetro digital 0-150mm - Pantec. As concreções que apresentaram lados de tamanhos diferentes, optou-se por medir o maior dos lados. Após obtenção de todos os dados, o material foi fotografado com câmera digital da marca Sony de cor prata, modelo Cyber Shot W830, de 20.1 MP com zoom óptico de 8x.



Figura 6. Trabalho de campo e laboratório. A-B. Coleta do material; C-D. Observação e registro das características morfológicas; E. Pesagem; F. Medição. Fonte: Própria.

No intuito de prospectar a presença de fósseis no interior dessas concreções, foram empregadas algumas metodologias com o objetivo de abri-las da melhor forma possível, visando a preservação da integridade do material em seu interior. Uma vez que inexiste na literatura metodologia específica para tal. Foram empregados dois métodos a saber: choque térmico e impacto com martelo geológico (**Figura 7**).

1- Choque Térmico

Com o propósito de induzir a abertura espontânea das concreções ferruginosas, optou-se pelo aquecimento da mesma em água fervente e seu resfriamento em água com gelo, ambos por uma hora. A água fervente e o gelo eram repostos sempre que necessário. Em seguida testou-se outra forma de choque térmico, o resfriamento do material em um *freezer* por vinte e quatro horas e seu aquecimento na chama de uma vela por aproximadamente 30 minutos. Outras concreções foram resfriadas no *freezer*, mas seu aquecimento se deu através da queima do carvão mineral por aproximadamente 1 hora.

2- Impacto com Martelo geológico

Pelo insucesso na indução para abertura espontânea do material, fez-se necessário o uso de aplicação da força mecânica, decidiu-se assim, fazer uso do martelo geológico, buscando obter uma fragmentação de forma a preservar o material, possibilitando uma análise quanto a presença ou não de conteúdo fossilífero em seu interior.



Figura 7. Aplicabilidade da metodologia e análise das concreções. A-E. Etapas do choque térmico; F. Abertura da concreção com o impacto do martelo geológico; G. Concreção aberta; H. Análise do material em microscópico estereoscópico; I. Anotação das informações sobre o material fossilífero; J. Material sendo preparado para receber o número de tombo; K. Material sendo etiquetado para adição na coleção científica. Fonte: Própria

As concreções fossilíferas foram incorporadas à coleção científica do L.P.P. (LPP), tombadas sob o acrônimo LPP seguido da letra a qual o grupo fóssil pertence.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Resultados

Os resultados desta pesquisa foram divididos nos seguintes pontos: 5.1.1 Morfologia das concreções; 5.1.2 Aspectos gerais das concreções (informações quantitativas e qualitativas); 5.1.3 Padrão de abertura e 5.1.4 Conteúdo fóssil.

5.1.1 Morfologia das concreções

A morfologia externa das concreções coletadas foi observada, fazendo-se uma comparação e associação da sua forma a formas semelhantes e previamente conhecidas. De acordo com o material coletado, optou-se por estabelecer uma descrição morfológica para melhor organização e identificação quanto à morfologia das concreções (**Tabela 1**). Para uma comparação visual, foi estruturada uma prancha com fotos com os diversos formatos apresentados (**Figura 8**).

Tabela 1. Classificação para a morfologia externa das concreções coletadas. Fonte: Própria.

FORMA	DESCRIÇÃO
Aglomerado	Assemelha-se a uma associação de concreções menores sobrepostas formando uma concreção maior.
Arredondado	Ligeiramente redonda; apresenta uma pequena protuberância, que impede uma forma redonda por completo.
Bastonete	Apresenta forma semelhante a um bastão.
Discoide	Apresenta forma semelhante a um disco.
Elíptico	Apresenta forma geométrica de elipse, apresentando dois lados ligeiramente achatados.
Esférico	Forma de uma esfera.
Irregular	Não apresenta forma definida
Ovoide	Forma semelhante ao formato de um ovo
Lanceolado	Apresenta um dos lados semelhante a uma lança
Reniforme	Apresenta forma semelhante a um rim.
Triangular	Semelhante a um triângulo (facetado)

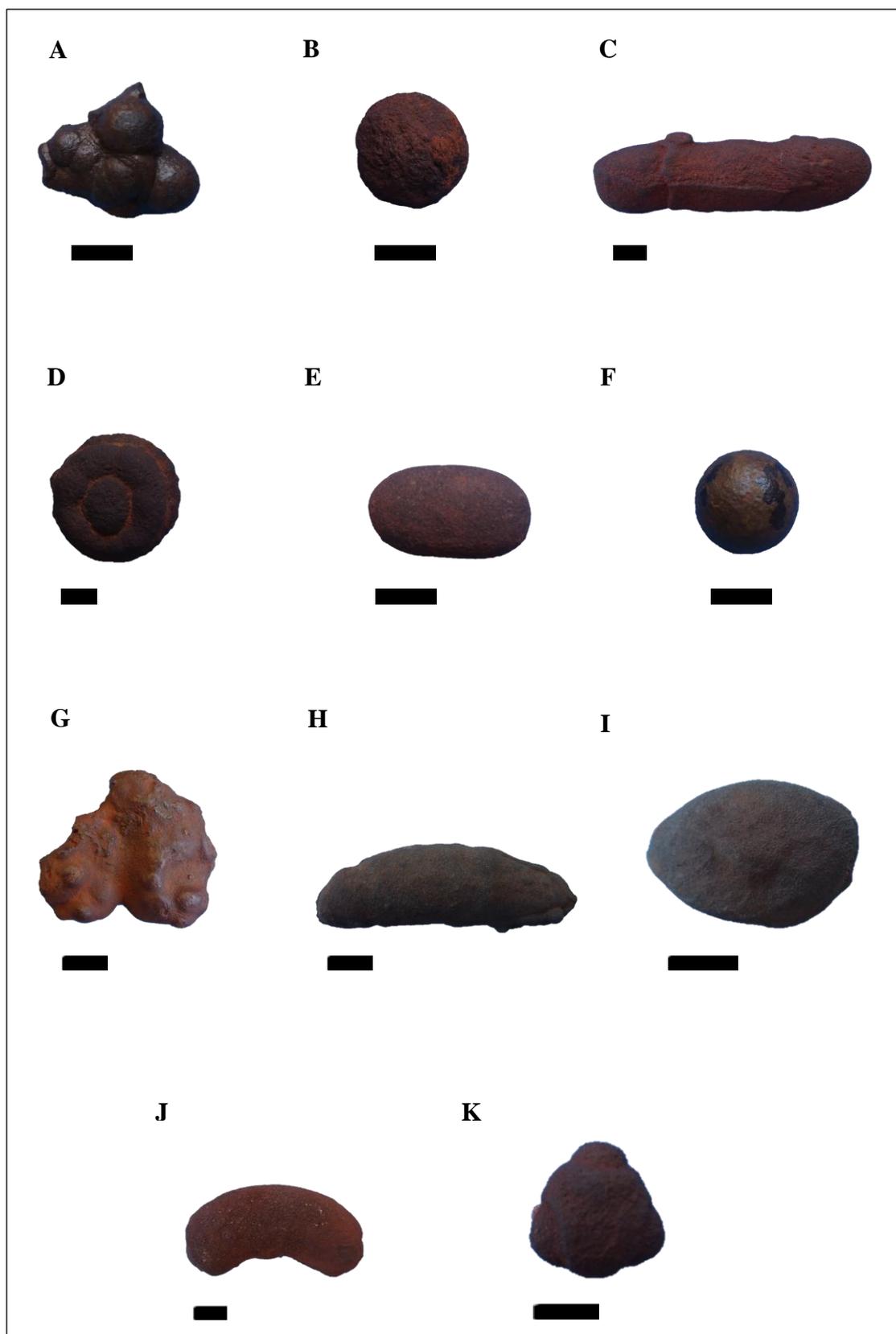


Figura 8. Morfologia das concreções coletadas. A. Aglomerado; B. Arredondado; C. Bastonete; D. Discoide; E. Elíptico; F. Esférico; G. Irregular; H. Lanceolado; I. Ovoide; J. Reniforme; K. Triangular. (Escala = 1 cm). Fonte: Própria.

5.1.2 Aspectos gerais das concreções (informações quantitativas e qualitativas)

Foram analisadas 437 concreções, considerando sua morfologia, já apresentada no tópico anterior, seu aspecto, peso e tamanho. Quanto ao aspecto foram classificadas em ásperas ou lisas; quanto ao peso, por apresentarem uma ampla variação, optou-se por agrupar o material em quatro grupos: 1. Com peso entre 1 g e 200 g; 2. Com peso entre 201 g a 400 g; 3. Com peso entre 401 g e 600 g; e 4. Com peso entre 601 g a 800 g. As informações qualitativas e quantitativas foram registradas como segue na Tabela 2.

Tabela 2. Informações qualitativas e quantitativas das 437 concreções coletadas. Fonte: Própria.

FORMA	QUANTIDADE	ASPECTO		PE SO				TAMANHO	
		ÀSPERO	LISO	G1	G2	G3	G4	≤ 50 mm	>50 mm
Aglomeradado	30	24	6	30				23	7
Arredondado	44	40	4	41	3			38	6
Bastonete	17	17		17				15	2
Discoide	22	19	3	13	3	1	5	12	10
Elíptico	20	20		20				20	
Esférico	38	23	15	38				38	
Irregular	175	119	56	114	25	21	15	98	77
Ovoide	22	20	2	22				19	3
Lanceolado	19	19		19				19	
Reniforme	37	31	6	37				37	
Triangular	13	13		13				11	2
Nº TOTAL	437	345	92	364	31	22	20	330	107

5.1.3 Padrão de abertura

Como mencionado na metodologia, foram empregados dois métodos visando a abertura das concreções. O primeiro consistiu no emprego de choque térmico, com o intuito de induzir a abertura espontânea da concreção. Diante do insucesso deste método, optou-se por empregar o uso do martelo geológico para abrir forçadamente as concreções. Este método mostrou-se mais eficaz e mais ágil, possibilitando observar diferentes padrões de abertura. Deste modo, construiu-se uma escala para o padrão de abertura de todo material coletado, relacionando-o com o formato da concreção. A escala construída foi estabelecida levando em consideração o número de fragmentos oriundos do impacto físico com o martelo geológico (**Tabela 3**).

Tabela 3. Relação do formato das 437 concreções com seus respectivos padrões de abertura. Fonte: Própria

FORMA	PADRÃO DE ABERTURA				
	2	3	4	5	6
Aglomerado	6	11	7	4	2
Arredondado	21	4	9	6	4
Bastonete	11	6			
Discoide	18	3	1		
Elíptico	5	2		8	5
Esférico	21	17			
Irregular	44	38	49	26	18
Ovoide	17	5			
Lanceolado	15	4			
Reniforme	22	7		5	3
Triangular	10	3			
Nº TOTAL	190	100	66	49	32

5.1.4 Conteúdo fóssil

Após a abertura de todas as concreções coletadas, foi realizada a análise de cada uma com o objetivo de prospectar a presença ou não de fósseis. As concreções afossilíferas (363) foram descartadas e as fossilíferas (74) foram minuciosamente analisadas para identificação dos restos/vestígios, e em seguida, se deu a comparação anatômica e morfológica do conteúdo fóssil encontrado com outros exemplares previamente identificados, pertencentes à coleção científica do Laboratório de Paleontologia de Picos (LPP), além de outros presentes em literatura específica.

A análise das 74 concreções fossilíferas possibilitou quantificá-las por afloramento, conforme descrito na Tabela 4.

Tabela 4. Quantificação das concreções coletadas e daquelas fossilíferas por afloramento. Fonte: Própria.

AFLORAMENTO	QUANTIDADE COLETADA	CONCREÇÕES FOSSILÍFERAS
MORRO DO CEMITÉRIO	82	04
MORRO DA MACAMBIRA	155	53
MORRO DO MESTRE BRAZ	96	02
MORRO DO QUEBRA PESCOÇO	104	15
Nº TOTAL	437	74

5.1.4.1 Aspectos gerais das concreções fossilíferas por afloramento

Morro do Cemitério: Nas quatro unidades identificadas como fossilíferas, verificou-se a presença de fragmentos de vegetais. Essas concreções apresentaram aspecto áspero, com predominância do formato irregular (2), peso inferior a 200 g (3) e medida inferior a 50 mm (3), com variação no padrão de abertura de dois a quatro fragmentos.

Morro da Macambira: Dentre as 53 concreções identificadas como fossilíferas, 28 apresentam fragmentos de trilobitas e 25 apresentam fragmentos de vegetais. Observou-se ainda, a predominância de concreções de formato irregular (29), aspecto áspero (43), peso e tamanho inferior a 200 g (52) e 50 mm (47), respectivamente. Com padrão de abertura variando de dois a seis fragmentos.

Morro do Mestre Braz: Nas concreções fossilíferas observou-se presença de fragmentos de vegetais. Ambas com aspecto áspero, uma com formato esférico pesando 11,2 g e medindo 18,69 mm, outra no formato arredondado pesando 511,2 g e medindo 97,21 mm, com padrão de abertura de três e dois fragmentos respectivamente.

Morro do Quebra Pescoço: Das 15 concreções fossilíferas, em uma verificou-se a presença de fragmento de trilobitas, nas demais verificou-se a presença de fragmentos de vegetais. Todas apresentaram aspecto áspero, com predominância do formato irregular (9), peso e tamanho inferior a 200g (9) e 50 mm (9), respectivamente. Com padrão de abertura variando de dois a seis fragmentos.

5.1.4.2 Sistemática Paleontológica

As concreções fossilíferas apresentaram fragmentos de organismos dos filos Arthropoda e Mollusca, representados por Trilobitas e Tentaculites, respectivamente (**Figura 9**), além de fragmentos de vegetais (**Figura 10**).

Alguns restos orgânicos não puderam ser identificados devido ao alto grau de fragmentação. Aspectos relacionados ao registro dos paleoinvertebrados e de paleobotânica encontrados nas concreções são pontuados a seguir.

Paleoinvertebrados

Classe Trilobita

Ordem Phacopida Salter, 1864

Família Homalonotidae Champman, 1890

Gênero *Burmeisteria* Salter, 1865

Espécie *Burmeisteria notica* Clarke, 1913

Material analisado: LPP T-019 a 047

Procedência: Morro da Macambira e Morro do Quebra Pescoço.

Período: Devoniano

Unidade litoestratigráfica: Formação Pimenteira, Bacia do Parnaíba

Comentários: O espécime LPP T-020 apresenta fragmento do céfalo com globos oculares preservados e fragmento do pigídio. Os espécimes LPP T-021 a 023, 025 a 029, 031 a 038, 040 a 047, apresentam fragmento do tórax do trilobita. Os espécimes LPP T-019, 024, 030 e 039, apresentam fragmentos do tórax e do pigídio. A análise das feições e morfologia foram realizadas comparando com as descritas por Leme et. al. (2013).

Classe Tentaculitoidea Lyashenko, 1957

Ordem Tentaculitida Ljashenko, 1955

Família Tentaculitoidae Walcott, 1886

Gênero *Tentaculites* Schlotheim, 1820

Espécie (indet.)

Material: LPP Mc-007

Procedência: Morro da Macambira.

Período: Devoniano

Unidade litoestratigráfica: Formação Pimenteira, Bacia do Parnaíba

Comentários: O espécime LPP Mc-007 apresenta impressão e compressão, com anéis transversais simétricos, bem desenvolvidos e semelhantes, aumentando em tamanho proporcionalmente ao crescimento. Devido a fragmentação da parte preservada, não foi possível identificar a espécie. O tamanho do comprimento da amostra é de 5,56 mm, com 1,13 de espessura em uma extremidade e 0,43 mm na outra extremidade, com o espaço interanular de 0,41 mm e 0,32 mm respectivamente. A análise morfológica foi realizada comparando-se com as descritas por Fregatto; Veja (2017).

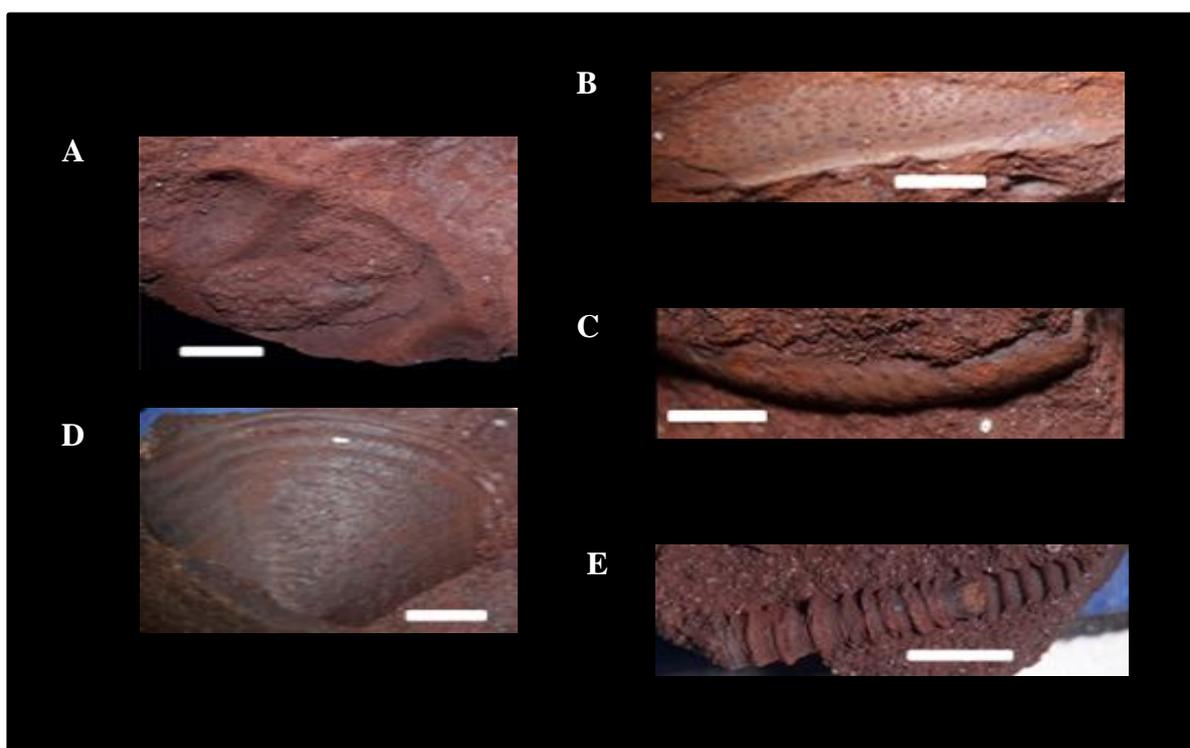


Figura 9. Fósseis de Trilobitas e Tentaculitoidea encontrados no interior de concreções ferruginosas. A. LPP T-020, céfalo com globos oculares preservados; B-C. LPP T-031 e 043, fragmentos do cefalotórax; D. LPP T-024, pigídio; E. LPP Mc-007, fragmento da concha de *Tentaculites*. (Escala = 0,5 cm). Fonte: Própria.

Paleobotânica

Classe Lycopsidea (*Incertae sedis*)

Gênero *Palaeostigma* Kräusel e Dolianiti, 1957

Espécie *Palaeostigma seward* Kräusel e Dolianiti, 1957

Material: LPP V-105 a 111, 113 a 128, 132 a 146.

Procedência: Morro do Cemitério, Morro da Macambira, Morro do Mestre Braz e Morro do Quebra Pescoço.

Período: Devoniano

Unidade Litoestratigráfica: Formação Pimenteira, Bacia do Parnaíba

Comentários: Os espécimes LPP V-105, 114 a 116, 119, 122, 125, 126, 132, 138, 142 e 146, são compostos por um eixo caluniar, preservado em forma de compressão e impressão. Apresenta estigmas (apêndices abcisado) de forma lenticular que se distribui de forma irregular com ligeiro padrão helicoidal. Os espécimes LPP V-106 a 111, 113, 117, 118, 120, 121, 123, 124, 127, 128, 133 a 137, 139 a 141, 143 a 145, refere-se à epiderme com retículo das células epidérmicas, sem a presença de estigmas. A análise das feições e morfologia foi realizada comparando-se com as descritas por Kräusel; Dolianiti (1957), Matsumura; Iannuzzi (2013) e Matsumura; Iannuzzi (2015).

Classe Lycopsidea (*Incertae sedis*)

Gênero *Haplostigma* Seward 1932 emend. Anderson; Anderson 1985 (*incertae sedis*)

Material: LPP V-130

Procedência: Morro da Macambira

Período: Devoniano

Unidade Litoestratigráfica: Formação Pimenteira, Bacia do Parnaíba

Comentários: Impressão e compressão, com 5 mm de comprimento e 2,3 mm de largura e 7,09 mm de comprimento e 3,1 mm de largura respectivamente. A análise das feições morfológicas foi realizada comparando-se com aquele apresentado em literatura de Di Pasquo et. al. (2015), Fig. 5, Img. 1, p. 74.

Classe Lycopsidea
 Filo Traqueofita
 Subfilo Euphyllophytina
 Gênero *Psilophyton* (*Incertae sedis*)

Material: LPP V-129, 147 e 150

Procedência: Morro da Macambira

Período: Devoniano

Unidade litoestratigráfica: Formação Pimenteira, Bacia do Parnaíba

Comentário: Os espécimes LPP V - 129, 147 e 150 são representados por um fragmento de caule pseudomonopodial, com aproximadamente 5mm de comprimento e 1,6 de diâmetro, 6,2 mm de comprimento e 2,17 mm de diâmetro, e 15 mm de comprimento com 5 mm de diâmetro, respectivamente. A forma como estão fossilizados torna possível sua visualização em três dimensões. A superfície do caule é recoberta por pequenas excrescências ou protuberâncias espiniformes. A análise das feições e morfologia foi realizada comparando-se com as descritas por Matsumura; Iannuzzi (2015).

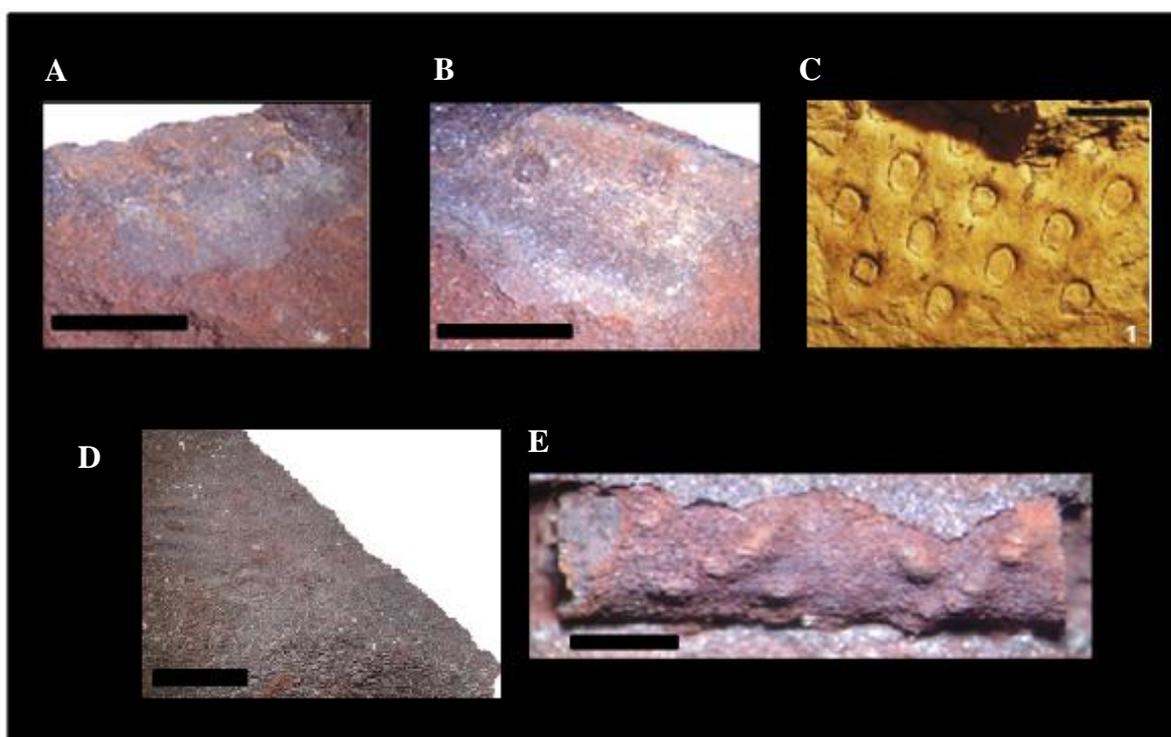


Figura 10. Fragmentos de vegetais encontrados no interior de concreções ferruginosas. A-B. Espécime LPP V-130, compressão e impressão de *Haplostigma* Seward, 1932 (*insertae sedis*); C. Fig. 5, Img. 1 da p. 74, Di Pasquo *et. al.* (2015) para comparação com A-B ;Espécime LPP V-119, *Palaeostigma* Kräusel & Dolianiti, 1957; D. Espécime LPP V-149, Euphyllophytina. (Escala = 0,5 cm). Fonte: Própria e Di Pasquo *et. al.* (2015)

5.2 Discussão

Em todos os afloramentos citados neste trabalho, houve predominância do material no formato irregular, aspecto áspero, peso e tamanho inferior a 200 g e 50 mm respectivamente (**Tabela 5**). As concreções de formato discoide, em sua totalidade, partiram-se em dois fragmentos (**Tabela 6**).

Tabela 5. Classificação quantitativa e qualitativa das concreções fossilíferas.

Fonte: Própria

FORMA	QUANTIDADE	ASPECTO		PESO				TAMANHO	
		ÁSPERO	LISO	G1	G2	G3	G4	≤,50 mm	>50 mm
Arredondado	5	5		4		1		4	1
Discoide	8	8		6	1		1	5	3
Esférico	2	2		2				2	
Irregular	39	29	10	34	2	1	2	23	16
Ovoide	3	3		2			1	2	1
Reniforme	15	15		15				15	
Triangular	2	2		2				2	
Nº TOTAL	74	64	10	65	3	2		53	21

Tabela 6. Padrão de abertura das concreções fossilíferas. Fonte: Própria.

FORMA	PADRÃO DE ABERTURA				
	2	3	4	5	6
Aglomerado	20	8	8	1	2
Arredondado	1	1	1	1	
Discoide	9				
Esférico	1	1			
Ovoide	1	2			
Reniforme	4	2	3	4	2
Triangular	1	1			
Nº TOTAL	37	15	12	6	4

A maioria das concreções que apresentaram fragmentos de trilobita em seu interior, são oriundas do afloramento do Morro da Macambira e todos os fósseis encontrados, estão desarticulados e representados por fragmentos do pigídio, do tórax ou do céfalo; em geral, preservados em uma concreção de forma individual, ou com outros fragmentos.

No espécime LPP T-020 foi observada a presença do pigídio e do céfalo com globos oculares bem preservados. Nos espécimes LPP T-024, 030 e 039 ocorrem simultaneamente fragmentos do tórax e do pigídio em ambas as concreções.

É importante ressaltar que além da presença de fragmentos de trilobita, podem ocorrer na mesma concreção, fragmentos de vegetais (LPP T-020, 031 e 040), nesses casos, optou-se por registrar a presença do fóssil melhor evidenciado.

De acordo com a análise do material coletado, predominaram as concreções contendo em seu interior fragmentos de vegetal (45) um número superior ao das concreções contendo fragmentos de trilobitas (29). O que diverge do que foi relatado por Marbesoone, 1965, que cita em seu trabalho que vegetais são raramente encontrados em concreções ferruginosas, sendo que neste trabalho, evidenciou-se a presença de um maior número de concreções com fragmentos de vegetais.

Os fragmentos de trilobitas encontrados nas concreções aqui analisadas, foram identificadas como sendo do gênero *Burmeisteria* Salter, 1865, o que foi possível por meio de comparação em literatura específica como aquela apresentada por Saul (1967) e com espécimes já identificadas pertencentes à coleção científica do LPP. Segundo Mabesoone (2015), há presença de trilobita do gênero *Homanolotus* no interior de concreções.

Um único fragmento da concha de *Tentaculites* foi localizado no interior de uma concreção, e fez-se uma comparação com a literatura específica como a de Fregatto; Vega, 2017.

O menor número de concreções coletadas se deu no afloramento Morro do Cemitério, confirmando o que foi relatado por Ponciano et. al. (2012), em que o material parece ter se esgotado possivelmente devido a coletas excessivas realizadas nesse afloramento; e dentre estas, poucas mostraram-se fossilíferas, evidenciando em seu interior apenas fragmentos de vegetais, fato também observado durante esta pesquisa.

Os espécimes não identificados a nível específico, serão melhor analisados para identificação em trabalhos futuros.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho constatou-se certa escassez de concreções ferruginosas em alguns dos afloramentos, como por exemplo, no afloramento Morro do Cemitério. Tal fato possivelmente esteja relacionado à sua localização urbana, consequência do crescimento acelerado, sem planejamento e sem fiscalização, que se presencia a cada dia no município. Outro fator que contribui é a retirada de material para fins diversos, como uso na construção civil, aterro de áreas rebaixadas, coletas anteriores e pela erosão natural.

A invasão sem precedentes, por construções residenciais e comerciais, morro acima, vem reduzindo cada vez mais a área de exposição rochosa dificultando e limitando o trabalho paleontológico em Picos. A cada dia observa-se uma maior destruição dos afloramentos onde o material para este trabalho foi coletado. Neste ano de 2017, dos afloramentos visitados o mais afetado pela ação antrópica, foi o afloramento Morro do Mestre Braz, onde material para uso na construção civil tem sido retirado modificando toda a paisagem, causando perdas irreparáveis à Paleontologia. Onde antes existia a elevação natural, hoje se vê uma área extensa de terra plana. Do início até a conclusão deste trabalho, a área de elevação do morro reduziu assustadoramente.

Com a análise morfológica das concreções fossilíferas, constatou-se que a presença de fragmentos de trilobitas é predominante nos formatos reniforme (14) e irregular (12), e que fragmentos de vegetais predominam em concreções irregulares (26). Em uma dessas concreções verificou-se a presença do fragmento da concha de *Tentaculites*, não sendo possível a sua identificação a nível específico, sendo fonte de pesquisa para trabalhos futuros.

Com base nas feições morfológicas observadas no espécime LPP V-130 foi possível identificá-lo como pertencente ao gênero *Haplostigma* Seward, 1932 (*insertae sedis*), como apresentado em literatura específica de Di Pasquo et. al. (2015), Fig. 5 (1). Pesquisas futuras mais detalhadas possibilitarão uma identificação mais precisa e mais próxima do nível específico. Cabe ressaltar que inexistem na literatura registros do gênero *Haplostigma* para a Bacia do Parnaíba. Um estudo mais detalhado do material encontrado poderá elucidar a questão, e caso se confirme a presença do gênero, esta será a primeira ocorrência para a Bacia do Parnaíba, assim, ampliar-se-á a área de distribuição geográfica deste táxon.

Uma das dificuldades encontradas para a realização deste trabalho, foi a não existência de trabalhos científicos sobre prospecção de fósseis no interior de concreções ferruginosas. Buscou-se na literatura específica, trabalhos com concreções ferruginosas independente do objetivo do mesmo. Outra dificuldade, foi não haver uma classificação morfológica descritiva e/ou ilustrativa para comparação da morfologia do material coletado.

Visando contribuir para pesquisas futuras, propôs-se aqui, uma classificação morfológica descritiva e visual para a forma apresentada por essas concreções. Sua elaboração se deu de forma comparativa com estruturas semelhantes já conhecidas.

Com este trabalho foi possível relacionar os aspectos gerais das concreções fossilíferas por afloramento, assim como, relacionar o formato predominante para concreções fossilíferas e o padrão de abertura para cada formato, pôde-se evidenciar em qual formato predominou a presença de fósseis de vegetais e de trilobitas associando-os aos respectivos afloramentos de coleta.

Por ser um trabalho pioneiro, a comprovação da presença de fósseis no interior das concreções ferruginosas é de suma importância, pois a continuidade das pesquisas, possibilitará encontrar novos exemplares dos aqui citados, como achados inéditos e de igual importância para a Paleontologia, contribuindo para a compreensão dos estudos evolutivos dos vegetais e dos invertebrados, além de fornecer dados relevantes para interpretação dos sistemas deposicionais da Bacia do Parnaíba.

Apesar do maior número de concreções coletadas serem afossilíferas, esse trabalho foi importante também, para acrescentar exemplares à coleção do LPP – UFPI, CSHNB.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, S.; FILHO, M.F.L. Ocorrência dos Icnogêneros *Lophoctenium*, *Lockeia* e *Skolithos* na Formação Pimenteira, Estado do Piauí (Devoniano da Bacia do Parnaíba). In: **Reunião da Sociedade Brasileira de paleontologia**. Sobral - Ceará. **Resumos**, 2006.

ALHONEN, P.; KOLJONEN, T.; LAHERMO, P.; USINOKA, R. Ferruginous concretions around root channels in clay and fine sand deposits. **Bulletin of the Geological Society of Finland**, v. 47, p. 175-181, 1975.

BARBOSA, M.P.; NETO, J.M.M.; FERNANDES, M.F.; SILVA, M.J. Estudo da degradação das terras: município de Picos - PI. In: **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, INPE, p. 4357 - 4363. 21-26 abril 2007.

CASTER, K.E. Excursão Geológica ao Estado do Piauí. *Mineração e Metalurgia*, 72: 271-272. (**Boletim interno**). 1948.

CORTEZ, C.M.B.; TAGLIARINI, E.M.; TANCREDI, A.C.F.N.S. Utilização de Águas Minerais dos Aquíferos do Grupo Barreiras na Região de Belém (PA). **Águas Subterrâneas**, 2000.

COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N. Caracterização da paisagem do Cerrado. Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**, p. 363-378. 2008.

COSTA, M.L. Aspectos geológicos dos lateritos da Amazônia. **Brazilian Journal of Geology**, v. 21, n. 2, p. 146-160, 1991.

DI PASQUO, M.; NOENTIGER, S.; ISAACSON, P.; GRADER, G.; STARK, D.; MOREL, E.; FOLNAGY, H.A. Mid-Late Devonian assemblages of herbaceous lycophytes from northern Argentina and Bolivia: Age assessment with palynomorphs and invertebrates and paleobiogeographic importance. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 63, p. 70-83, 2015.

DUARTE, M.N.; CURI, N.; PÉREZ, D.V.; KAMPF, N.; CLAESSEN, M.E.C. Mineralogia, química e micromorfologia de solos de uma microbacia nos Tabuleiros Costeiros do Espírito Santo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 35, n. 6, p. 1237-1250, 2000.

FONTES, M.R.; FABRIS, J.; RESENDE, M.; SILVA, E.D. Concreções ferruginosas de alguns solos brasileiros. II. Caracterização mineralógica. **Rev. Bras. de Ciência do Solo**. Campinas, v. 9, n. p. 119-123. 1985.

FREGATTO, M.M.; VEGA, C.S. Devonian Tentaculitoidea of Ponta Grossa Formation, Paraná Basin: Description and Some Taphonomic Aspects. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 18, n. 2, p. 193-200, 2017.

GÓES, A.M.O. A Formação Poti (Carbonífero Inferior) da Bacia do Parnaíba. **Programa de Pós Graduação em Geologia Sedimentar**. Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado, 171 p. São Paulo, 1995.

GÓES, A.M.O.; FEIJÓ, F.J. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências Petrobras**, 8:57-67. 1994.

IBGE. Manuais técnicos em Geociências - Manual técnico Pedologia. 2. ed. Rio de Janeiro: **IBGE**, v. 4, 2007.

KEGEL, W. Contribuição para o estudo do Devoniano da Bacia do Parnaíba. Rio de Janeiro, **Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia**, 48 p. (Boletim 14). 1953.

KEGEL W. Rastos do Devoniano da Bacia do Parnaíba. Departamento Nacional da Produção Mineral (**Boletim do Departamento Nacional da Produção Mineral**, 233), Rio de Janeiro, P. 7-32. 1966.

KRÄUSEL, R.; E. DOLIANITI. Restos vegetais das Camadas Picos, Devoniano Inferior do Piauí. Departamento Nacional da Produção Mineral (**Boletim do Departamento Nacional da Produção Mineral**, 173), Rio de Janeiro, P. 1-19. 1957.

KUNZLER, J.; NOVAES, M.G.L; MACHADO, D.M.C.; PONCIANO, L.C.M.O. Coleções Paleontológicas como proteção do Patrimônio Científico brasileiro. *In: Anais do 3ª Seminário Internacional Cultura Memorial e Patrimônio de C & T*. Rio de Janeiro. p. 385-407. 2014.

LEME, J.M.; MEIRA, F. van E.; DI STASI, A.M.; SABRINA, P.S. A ocorrência de trilobitas Phacopida da Formação Pimenteira em João Costa, Piauí, Brasil. **Geologia USP. Série Científica**, v. 13, n. 3, p. 17-22, 2013.

LÖHR, S.C.; GRIGORESCU, M.; COX, M. Genesis of the ferruginous concretion in a ferric soil and implications for past and present iron mobility. *In: The 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World*. International Union of Soil Sciences Brisbane. p. 31-34. 2010.

MABESOONE, J.M. Origem das concreções ferruginosas do Membro Picos (Formação Pimenteiras, Piauí). **Boletim da sociedade Brasileira de Geologia**, v. 14, n. 1/2, p. 61-69, 1965.

MANSUR, K.L.; PONCIANO, L.C.M.O.; CASTRO, A.R.S.F.; CARVALHO, I.S. Conservação e restauro do patrimônio geológico e sua relevância para a geoconservação. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 70, p. 137-155, 2013.

MATSUMURA, W. M. K.; IANNUZZI R.; BOSETTI E.P. Histórico e evolução do conhecimento sobre a paleoflora do Devoniano na Bacia do Paraná. **TerraPlural**. Ponta Grossa, v.7, Número Especial, p. 25-42, jul./dez. 2013.

MATSUMURA, W.M.K.; IANNUZZI, R.; BOSETTI, E.P. Middle Devonian herbaceous lycopsid Haplostigma from the Paraná Basin, Brazil: taxonomy, Biostratigraphy and phytogeography. **Geobios**, v. 48, n. 5, p. 397-415, 2015.

MELO, J.H.G. A Província Malvinocáfrica no Devoniano do Brasil: estado atual dos conhecimentos. **Programa de Pós-graduação em Geologia**, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 850 p. 1985.

MELO, J.H.G. The Malvinokaffric realm in the Devonian of Brazil. 1988.

MIGUEL P.; DALMOLIN R.S.D.; PEDRON F.A.; FINK J.R.; MOURA-BUENO J.M. Caracterização de plintitas e petroplintitas em solos da Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria 43:999–1005. 2013.

MOREIRA, H.L.; OLIVEIRA, V.A. Evolução e gênese de um Plintossolo Pétrico concrecionário êutrico argissólico no município de Ouro Verde de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 4, 2008.

MOREIRA, L.J.S. **Caracterização de solos, concreções e nódulos ferruginosos em uma topossequência na Chapada do Apodi-CE**. Tese de Doutorado. 2013.

OLIVEIRA, C.V.; KER, J.C.; CURI, N.; DUARTE, M.N.; FONTES, L.E.F. Caracterização de concreções ferro-manganosas de solos de calcário no norte do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 3, 2001.

OLIVEIRA, L.B.; RIBEIRO, M.R.; FERRAZ, F. B.; FERREIRA, M.G.V.X.; MERMUT, A.R. Mineralogia, micromorfologia e gênese de solos planossólicos do sertão do Araripe, estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 4, 2004.

PAWLUK, S.; DUMANSKI, J. Ferruginous concretions in a poorly drained soil of Alberta. **Soil Science Society of America Journal**, v. 37, n. 1, p. 124-127, 1973.

PONCIANO, L.C.M.O.; CASTRO, A.R.S.F.; FONSECA, V.M.M.; MACHADO, D.M.C. Tafocenoses da Formação Pimenteira, devoniano da Bacia do Parnaíba, Piauí: mapeamento, inventário e relevância patrimonial. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 35, n. 1, p. 5-27, 2012.

PONCIANO, L.C.M.O.; FONSECA, V.M.M.; FERNANDES, A.C.S.; MACHADO, D.M.C.; SOUZA, A.R.S. **Afloramento Fossilífero de Oiti, Bacia do Parnaíba, PI – Registro de um mar devoniano no Nordeste do Brasil**. 2010.

PRADO, R.J.; CABRAL, I.L.L.; SILVA, A.P.M.; SOLORZANO, P.E.M.; ALBUQUERQUE, A.P.A. Caracterização de Material Laterítico do Planalto e Chapada dos Guimarães–MT por EDX, XRD e Espectroscopia Mössbauer. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, n. 4, 2014.

RESENDE, M.C.C.M.; SILVA, M.A.M. Sedimentologia da Laguna de Piratininga - Niterói/RJ. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 4, p 1-159, out /dez 1995.

RODRIGUES, K.C.; SANTOS, J.M.; SOUZA, I.R.; VERA, M.S.; MOURA, J.L.R.; OLIVEIRA, P.V. Prospecção Paleontológica em Concreções Férricas da Formação Pimenteira (Devoniano, Bacia do Parnaíba) em Picos – PI. *In: Reunião Anual Regional da Sociedade Brasileira de Paleontologia – Núcleo Nordeste - UERN. Mossoró – Rio Grande do Norte. Resumos*, 2016

RODRIGUES; OLIVEIRA. Prospecção Paleontológica em Concreções de Ferro (Devoniano da Bacia do Parnaíba), Picos – PI. *In: XXV Seminário de Iniciação Científica da UFPI. Teresina, Piauí. Resumos*, 2016.

SANTOS, M.E.C.M.; CARVALHO, M.S.S. Paleontologia das bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís. Reconstituições Paleobiológicas. Rio de Janeiro: **CPRM – Serviço Geológico do Brasil**, p. 215. 2009.

SANTOS, J.M. Ocorrências icnofossilíferas da Formação Pimenteira (Devoniano da Bacia do Parnaíba) em Picos, Piauí. **Trabalho de Conclusão de curso**, 2017.

SANTOS, J.M.; SOUZA, I.R.; OLIVEIRA, P.V.: Diversidade De Evidências Fósseis e o Trabalho de Preservação do Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal do Piauí – Picos. *In: VIII Semana de Biologia UFPI CPCE*. Bom Jesus, Piauí. Resumos, 2015.

SANTOS, J.M.; SOUZA, I.G.; RODRIGUES, K.C.; OLIVIRA, P.V. Fósseis de Picos: Evidências de um Mar no Sertão do Piauí. *In: 2º Expo Picos Ambiental – Semana do Meio Ambiente*. Picos, Piauí. Resumos. 2016.

SHERMAN, G.D.; KANEHIRO, Y. ORIGIN AND DEVELOPMENT OF FERRUGINOUS CONCRETIONS IN HAWAIIAN LATOSOLS. **Soil Science**, v. 77, n. 1, p. 1-8, 1954.

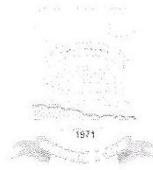
SIQUEIRA, A.C.A.; MAGINI, C.; DANTAS, E.L.; FUCK, R.A.; SASAKI, J.M. Lateritas do Domínio Médio Coreau: comportamento geoquímico de mantos lateríticos do Noroeste do Estado do Ceará. 2014.

SMALL, H. Rio de Janeiro, Inspectoria de Obras contra as Secas. 80 p. 1914.

SMITH, L.L. Hollow ferruginous concretions in South Carolina. **The Journal of Geology**, v. 56, n. 3, p. 218-225, 1948.

TAYLOR, R.M.; SCHWERTMANN, U. The association of phosphorus with iron in ferruginous soil concretions. **Soil Research**, v. 12, n. 2, p. 133-145, 1974.

VAZ, P.T.; REZENDE, N.G.A.M.; WANDERLEY-FILHO, J.R.; TRAVASSOS, W.A.S. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobras**, p 253-263. 2007.



**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DIGITAL NA BIBLIOTECA
“JOSÉ ALBANO DE MACEDO”**

Identificação do Tipo de Documento

- () Tese
() Dissertação
(X) Monografia
() Artigo

Eu, KUENIA CONSOELO RODRIGUES DA COSTA, autorizo com base na Lei Federal nº 9.610 de 19 de Fevereiro de 1998 e na Lei nº 10.973 de 02 de dezembro de 2004, a biblioteca da Universidade Federal do Piauí a divulgar, gratuitamente, sem ressarcimento de direitos autorais, o texto integral da publicação *Concreções Ferruginosas no Devoniano da Bacia do Parnaíba (Formação Pimenteira) em Picos: aspectos gerais e conteúdo fossilífero* de minha autoria, em formato PDF, para fins de leitura e/ou impressão, pela internet a título de divulgação da produção científica gerada pela Universidade.

Picos-PI 12 de Januário de 2018.


Assinatura

Assinatura