

Sandia Gaspar da Rocha

**DEPÓSITOS DE CONCHAS DE MOLUSCOS DA REGIÃO DO
CANAL MARINA PORTO BÚZIOS, RIO DE JANEIRO:
ANÁLISE DOS ASPECTOS DE PERMOPOROSIDADE E
SUAS RELAÇÕES QUANTO AS CONDIÇÕES
PALEOAMBIENTAIS.**

Trabalho de Conclusão de Curso
(Geologia)

UFRJ

RIO DE JANEIRO

2019



UFRJ

SANDIA GASPAR DA ROCHA

**Depósitos de Conchas de Moluscos da Região do Canal Marina
Porto Búzios, Rio de Janeiro: Análise dos aspectos de
permoporosidade e suas relações quanto as condições
paleoambientais.**

Trabalho de Conclusão de
Curso de Graduação em
Geologia do Instituto de
Geociências, Universidade
Federal do Rio de Janeiro –
UFRJ, apresentado como
requisito necessário para
obtenção do grau de Geólogo.

Orientador: Prof. João Wagner Alencar Castro,
DSc

Rio de Janeiro 2019

SANDIA GASPAR DA ROCHA

**Depósitos de Conchas de Moluscos da Região do Canal Marina
Porto Búzios, Rio de Janeiro: Análise dos aspectos de
permoporosidade e suas relações quanto as condições
paleoambientais.**

Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação em Geologia do Instituto
de Geociências, Universidade Federal
do Rio de Janeiro – UFRJ,
apresentado como requisito
necessário para obtenção do grau de
Geóloga, Departamento de
Geologia/2019.

Orientador: Prof. João Wagner Alencar
Castro, DSc

Aprovado em:

Por:

Orientador: Prof. Dr. João Wagner Alencar Castro

Prof^a Dra. Aline Meneguci da Cunha

Prof. Dr. José Carlos Sícoli Seoane

FICHA CATALOGRÁFICA

Gaspar, Sandia Rocha

Depósitos de Conchas de Moluscos da Região do Canal Marina Porto

Búzios, Rio de Janeiro: Análise dos aspectos de permoporosidade e

suas relações quanto as condições paleoambientais. / Sandia Gaspar da

Rocha il.

- Rio de Janeiro, 2019. 42 fl.:

Monografia (Grau de Geólogo) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Faculdade de Geologia.

Orientador: Prof. Dr. João Wagner de Alencar Castro

1. Depósitos de conchas de moluscos. 2. Permoporosidade
3. Holoceno. 4. Porto Buzios – Rio de Janeiro

“Não tente ser uma pessoa de sucesso. Em vez disso, seja uma pessoa de valor”

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

A todas as pessoas que fizeram parte dessa jornada comigo, me dando apoio nos momentos difíceis e estando presente na minha evolução científica;

A minha família, minha mãe Sônia e meu irmão Paulo Henrique por terem acreditado em mim, por terem me dado suporte nas piores horas. E em especial a minha irmã Fabiana que sempre esteve comigo desde os primeiros passos, fazendo tudo o que fosse possível para me ajudar a concretizar o sonho da graduação; Obrigada mana!;

Ao meu amigo Vitor dos Santos que desde a época do pré vestibular me incentivou, me deu apoio, estudou comigo e acreditou em mim quando nem eu acreditava, que estendeu suas mãos pra mim e me acolheu em seu lar. Sua ajuda foi uma das mais importantes que tive para chegar onde cheguei. Jamais vou esquecer. Obrigada amigo!;

Ao meu amigo e companheiro Eric, por sempre estar comigo, acreditar no meu potencial e me apoiar em tudo, por ter me trazido paz e conforto nos momentos mais duros dessa caminhada;

Aos amigos que fiz durante a graduação e aos professores mais queridos que tive o prazer de conhecer, que me contribuíram muito para o meu conhecimento;

A Solange e a Daiana da secretaria do BCMT, que me ajudaram todas as vezes em que precisei, que acreditaram junto comigo que seria possível. São pessoas que jamais esquecerei. Obrigada!;

Ao Instituto de Geociências por me proporcionar um curso tão incrível, com trabalhos de campo variados por grande parte do nosso país, que foram triviais para a evolução do meu conhecimento e também para a minha evolução pessoal;

Ao meu orientador professor João Wagner, por ter acreditado neste trabalho, por me encorajar a dar o meu melhor e por suas orientações;

A Carol Oliveira, que trabalha no laboratório de tomografia Computadorizada do CENPES e que foi responsável por tomografar as amostras e gerar as imagens desse processo, sempre com muita boa vontade e dedicação;

Ao André Luis, amigo e petrofísico na Petrobrás por toda ajuda fornecida, pelas horas dedicadas a este trabalho. Obrigada André!;

Aos todos que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação acadêmica. Obrigada!

RESUMO

ROCHA, Sandia Gaspar. **Depósitos de Conchas de Moluscos da Região do Canal Marina Porto Búzios, Rio de Janeiro: Análise dos aspectos de permoporosidade e suas relações quanto as condições paleoambientais.** Trabalho de Conclusão de Curso (Grau de Geóloga) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Os depósitos de conchas de moluscos identificados em depósitos holocênicos constituídos por pântanos costeiros na região de Cabo Frio, sudeste do Brasil, são fundamentais para reconstrução de paleo níveis marinhos e fonte de informações para elaboração de estudos relacionados a condições de permo-porosidade. Objetiva-se contribuir com a evolução do conhecimento sobre porosidade e permeabilidade dos depósitos de conchas de moluscos holocênicos dessa região. Como procedimento metodológico, coletou-se amostras representativas ao longo do canal de maré do Rio Una. Em seguida as amostras foram tomografadas, pré processadas, binarizadas e segmentadas através do *Software* Fiji (IMAGEJ), visando a identificação e quantificação de todos os componentes presentes e dos espaços permo-porosos. Resultados obtidos demonstraram que a matriz das amostras é constituída por areia média a grossa e por material argiloso, perfazendo 59,30% do volume total tomografado, conchas inteiras 16,63%, conchas fragmentadas misturadas na matriz 4,98% e fraturas 12,84%. As condições de permo-porosidade analisadas mostraram que o material contido na matriz foi crucial para que a porosidade apresentasse baixo valor, equivalente a 6,87%, e devido a essa porcentagem, a permeabilidade foi calculada tendo como referência a rede de fraturas como poros conectados, que apresentou resultados satisfatórios.

Palavras-chave: Depositos de conchas de moluscos; Permo-porosidade; Holoceno; Porto Buzios – Rio de Janeiro.

ABSTRACT

The deposits of mollusk shells identified in Holocene deposits composed of coastal marshes in the Cabo Frio region, in southeastern Brazil, are fundamental for the reconstruction of paleo marine levels and source of information for the elaboration of studies related to permo-porosity conditions. The objective of this work is to contribute to the evolution of knowledge about porosity and permeability of holocene mollusk shell deposits in this region. As a methodological procedure, representative samples were collected along the tidal channel of the Una River. The samples were then scanned, pre-processed, binarized and segmented through the Software FIJI (ImageJ), aiming at the identification and quantification of all the components present and the permo-porous spaces. Results obtained showed that the matrix of the samples is composed of medium to coarse sand and clayey material, making a total of 59.30% of the whole volume scanned, whole shells 16.63%, fragmented shells mixed in the matrix 4.98 and fractures 12.84 %. The permo-porosity conditions analyzed showed that the material contained in the matrix was crucial so that the porosity presented low value, equivalent to 6.87%, and due to this percentage, the permeability was calculated with reference to the network of fractures as connected pores, which presented satisfactory results.

Key-words: Deposits of mollusk shells; Permo-porosity; Holocene; Porto Búzios – Rio de Janeiro.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Figura 1: Mapa de localização da área no contexto do Estado do Rio de Janeiro. CABRAL, 2018.

Figura 2 - Fatores que controlam os níveis marinhos e continentais responsáveis pelas mudanças do nível relativo do mar durante o Quaternário. Morner, (1980).

Figura 3 - Classificação de tipos de evolução de costas proposta por Valentin (1952), modificada por Angulo, 2014.

Figura 4 - Afloramento ao longo do Canal Marina Porto Búzios de onde as amostras foram coletadas. (A) Afloramento composto por 30 cm de acumulação bioclástica na camada basal, seguida por 20 cm de camada areno-lamosa na parte superior e (B) Foto detalhada das acumulações bioclásticas holocênicas.

Figura 5 - Microtomógrafo industrial modelo V tome XL 300 da marca GE/Phoenix; (A) Foto externa do equipamento e (B) Foto interna do equipamento.

Figura 6 - Ambiente de trabalho do software Fiji.

Figura 7 - Imagem antes do tratamento; (A) Fatias geradas na Micro-CT; (B) Histograma original.

Figura 8 - (A) Imagem com ajustes de brilho e contraste; (B) Seleção de uma parte representativa da amostra; (C) Histograma modificado depois do ajuste.

Figura 9 - Volume em 3D da amostra e da parte representativa selecionada. (A) Volume total; (B) Volume elementar representativo.

Figura 10 - Limiarização de três regiões distintas; (A) Limiarização voltada para as fraturas abertas presentes na amostra; (B) Limiarização das conchas inteira; (C) Limiarização dos poros contidos na matriz.

Figura 11 - Exemplo mostrando etapa por etapa para binarização usando a região onde delimitam-se as conchas.

Figura 12 - Fluxograma com todas as etapas e procedimentos utilizados para a realização deste trabalho; desde a coleta da amostra até a limiarização dos volumes segmentados.

Figura 13 - Perfil estratigráfico da área de estudo e perfil estratigráfico da camada de conchas de molusco.

Figura 14 - Imagens da amostra depois de tomografada, representada em todos os ângulos com uma escala de 19.072mm.

Figura 15 - Histograma dos ranges de tons de cinza variando de 0 a 255.

Figura 16 - Cálculo da matriz. (A) Limiarização da matriz usando 32 bits; (B) Binarização da matriz usando 8 bits e (C) Modelo 3D da matriz presente no volume calculado.

Figura 17 - Cálculo das conchas inteiras. (A) Limiarização das conchas inteiras usando 32 bits; (B) Binarização das conchas inteiras usando 8 bits e (C) Modelo 3D das conchas inteiras presentes no volume calculado.

Figura 18 - Cálculo das conchas fragmentadas. (A) Limiarização das conchas fragmentadas usando 32 bits; (B) Binarização das conchas fragmentadas usando 8 bits e (C) Modelo 3D das conchas fragmentadas presentes no volume calculado.

Figura 19 - Cálculo das fraturas abertas. (A) Limiarização das fraturas abertas usando 32 bits; (B) Binarização das fraturas abertas usando 8 bits e (C) Modelo 3D das fraturas abertas presentes no volume calculado.

Figura 20 - Cálculo dos poros. (A) Limiarização dos poros usando 32 bits; (B) Binarização dos poros usando 8 bits e (C) Modelo 3D dos poros presentes no volume calculado.

Figura 21 - Rede de fraturas representando o meio poroso conectado.

Figura 22 - Linhas de corrente representando o caminho preferencial do fluxo. As cores quentes indicam maior (K (mD)).

Figura 23 - Junção da rede de fraturas com as linhas de indicação de fluxo.

Figura 24 - Processo de dissolução nas bordas das conchas. (A) Imagem representada em 32 bits e (B) Imagem representada em 8 bits mostrando a aquisição de conchas fragmentadas.

Figura 25 - Imagens das conchas de molusco presentes na amostra. (A) Tomografia de varredura da matriz realizada no laboratório de tomografia computadorizada do CENPES mostrando apenas uma concha articulada. (B) Tomografia mostrando a mesma concha articulada em A. Ambas, A e B evidenciam a baixa presença de conchas articuladas no material de estudo.

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação (1) - Equação da porosidade.

Equação (2) - Equação da permeabilidade um fluxo monofásico.

Equação (3) - Equação da permeabilidade para fluxo linear constante.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	V
RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE EQUAÇÕES	XII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Localização da área de estudo	3
2. OBJETIVOS	4
2.1. Objetivo Geral	4
2.2. Objetivos Específicos	4
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	4
3.1. Nível Relativo do mar	4
3.2. Acumulações Bioclásticas	7
3.2.1. Classificação e origem	7
3.3. Informações tafonômicas das acumulações bioclásticas	8
3.3.1. Desarticulação	8
3.3.2. Fragmentação	9
3.3.3. Abrasão	9
3.3.4. Alteração biológica (incrustação e perfurações)	9
3.3.5. Dissolução	9
3.4. CONCEITOS DE PETROFÍSICA BÁSICA	10
3.4.1. Porosidade	10
3.4.2. Permeabilidade	11
4. MATERIAL E MÉTODOS	12
4.1. Amostras	12
4.3. FIJI (ImageJ)	13
4.4. PRÉ-PROCESSAMENTO: Ajuste de brilho e aplicação de filtro	15
4.5. SEGMENTAÇÃO: Thresholding (limiarização)	17
4.5.1. Binarização	18
5. RESULTADOS	21
5.1. Camada alvo de estudo	21
5.2. Condição de porosidade da amostra coletada ao longo do canal de maré da Marina Porto Búzios	23

5.3. Condição de permeabilidade da amostra coletada ao longo do canal de maré da Marina Porto Búzios.....	31
6. DISCUSSÃO.....	33
7. CONCLUSÃO.....	35
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

1. INTRODUÇÃO

Uma das principais características do Período Quaternário são as oscilações climáticas e variações do nível relativo do mar, responsáveis pela evolução das paisagens costeiras Castro *et al.*, (2014). Essas oscilações e variações influenciaram diretamente na construção dos ambientes de sedimentação costeira, entre estes, praias, dunas, lagunas, planícies de maré, deltas, estuários e pântanos.

Nesses ambientes de sedimentação registra-se a ocorrência de uma fauna de invertebrados constituída principalmente por moluscos, crustáceos, esponjas, equinodermas, entre outros Cunha *et al.*, (2017). Por ocasião do rebaixamento do nível relativo do mar após o *optimum* climático holocênico, verificou-se mortandade generalizada das acumulações bioclásticas depositadas nas bordas dos pântanos costeiros, antigas paleolagunas (Castro *et al.*, 2014).

Carozzi *et al.* (1972) utilizaram bioacumulado como um termo para se referir a rochas carbonáticas formadas por um tipo principal de organismo, na fração areia ou maior, e sem retrabalhamento *in situ*. Os bioacumulados podem ser constituídos por qualquer organismo invertebrado que secrete carbonato, como bivalves, ostracodes, gastrópodes, macroforaminíferos, crinoides, etc. Segundo Terra (2010), a denominação coquina tem sido utilizada para as rochas da margem leste brasileira compostas principalmente por bivalves, utilizando o termo bioacumulado quando as duas valvas estão preservadas e os termos *packstone*, *grainstone* ou *rudstone*, caso tenha ocorrido retrabalhamento das valvas.

Estudos sobre acumulações bioclásticas no Brasil tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, devido a importância dessas acumulações como fonte de dados paleontológicos, geológicos, registros de condições paleoecológicas e paleoambientais (Kidwell., 1991; Simões & Kowalewski., 1998). Essas acumulações encontradas na região de Cabo Frio, Rio de Janeiro são fundamentais para obter informações paleoambientais especialmente sobre os eventos transgressivos e regressivos ocorridos na área de estudo. Resultados geocronológicos acrescido por estudos taxonômicos, tafonômicos e paleoecológicos, possibilitam interpretações paleoambientais mais precisas com relação aos processos responsáveis pela formação dessas acumulações bioclásticas. Apesar da grande quantidade de pesquisas envolvendo o tema, verifica-se a

ausência de abordagens de questões relacionadas as características de permoporosidade desses depósitos holocênicos.

As condições de permoporosidade são bastante conhecidas e estudadas no âmbito da indústria de petróleo principalmente em ambientes antigos de sedimentação. No Brasil as coquinas pertencentes a Formação Morro do Chaves de idade Aptiana é composta por espessas camadas de coquinas, rochas essencialmente formadas pelas estruturas reliquiares de organismos bivalves Gabrau (1904). No presente trabalho objetiva-se contribuir com a evolução do conhecimento sobre a porosidade e permeabilidade dos depósitos de conchas de moluscos holocênicos da região de Cabo Frio, Rio de Janeiro, a partir de técnicas envolvendo tomografia computadorizada e do uso do software Fiji (IMAGEJ), visando a identificação de espaços porosos e conectados nas amostras coletadas.

1.1. Localização da área de estudo

A área de estudo localiza-se no Município de Armação dos Búzios, Região dos Lagos Fluminenses, Estado do Rio de Janeiro conforme Figura 1.

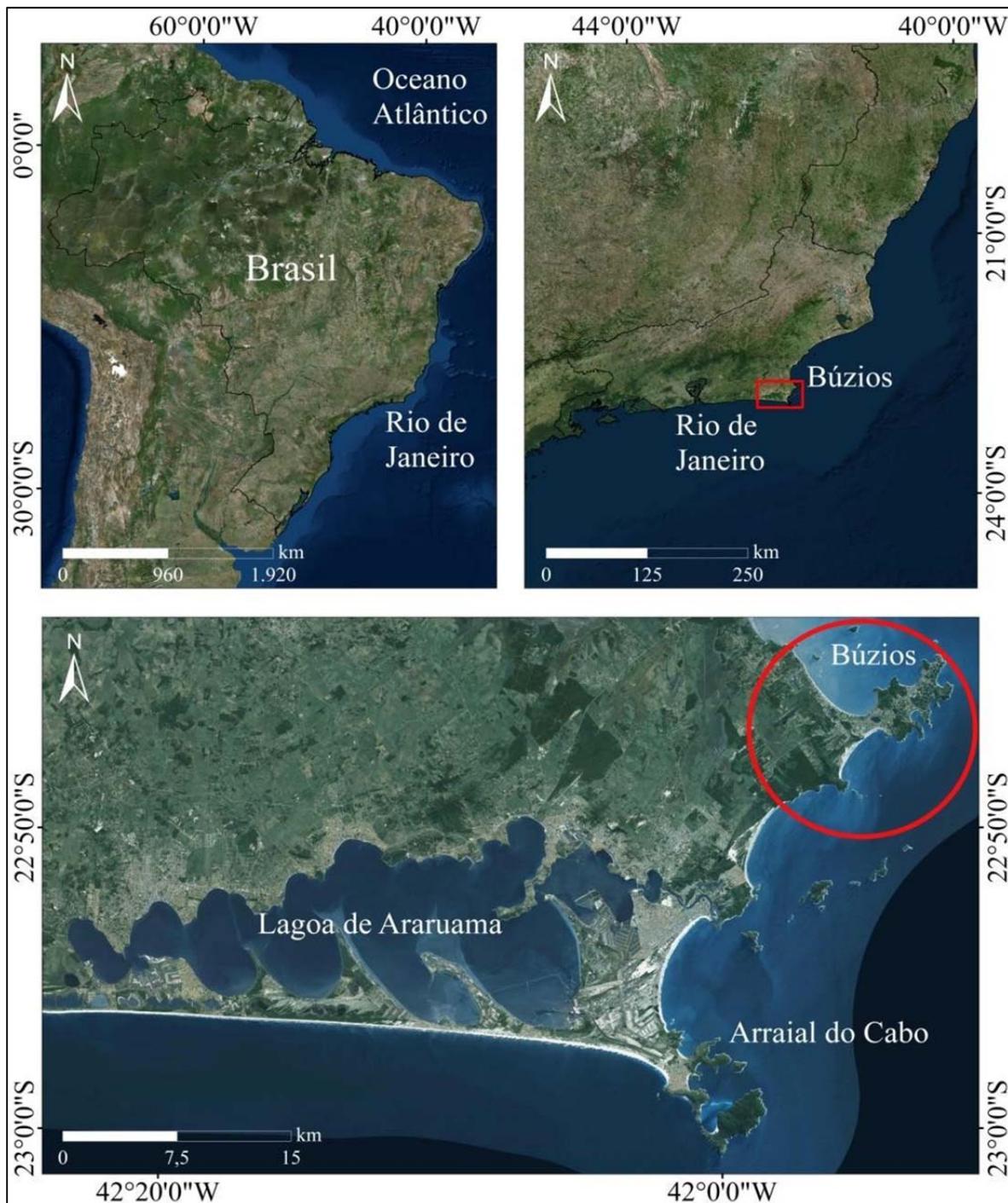


Figura 1: Mapa de localização da área no contexto do Estado do Rio de Janeiro. Fonte: CABRAL (2018).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Objetiva-se contribuir com a evolução do conhecimento sobre porosidade e permeabilidade dos depósitos de conchas de moluscos holocênicos da região de Cabo Frio - Rio de Janeiro, a partir de técnicas envolvendo tomografia computadorizada e uso de *Software* Fiji (IMAGEJ), visando a identificação de espaços porosos e conectados nas amostras de estudo.

2.2. Objetivos Específicos

- Estudar as condições de porosidade das amostras (bioacumulados) coletadas ao longo de um canal de maré da Marina Porto Búzios;
- Estudar as condições de permeabilidade das amostras (bioacumulados) coletadas ao longo de um canal de maré da Marina Porto Búzios – Rio de Janeiro.
- Discutir as relações de permoporosidade com as condições paleoambientais.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Nível Relativo do mar

As variações do nível relativo do mar - VNRM e mudanças climáticas durante o Holoceno foram fundamentais para construção e evolução das paisagens sedimentares costeiras (Castro *et al.*, (2014). Essas variações são identificadas em campo através dos indicadores verticais e horizontais de VNRM, entre estes, geológicos (rochas de praia) e biológicos (vermetídios e conchas de moluscos) e arqueológicos (sambaquis).

Severiano Ribeiro (2001) estabeleceu que o nível do mar é como nível de base para a sedimentação de depósitos costeiros e marinhos. Angulo (2014) alega que a superfície do mar seja vista como um referencial espacial para o sistema de coordenadas, mas pelo fato de sua posição mudar com o tempo, se faz necessário definir uma forma de medição para que seja considerado um valor médio dessa variação de acordo com a

mudança no regime de mares. Segundo Suguio *et al.*, (1985) as oscilações do nível relativo do mar são resultado de fatores como: variações reais do nível marinho (eustasia) e das modificações do nível dos continentes (tectonismo e isostasia) que afetam tanto global quanto localmente uma área (Figura 2), constatando que as reconstruções de antigos níveis marinhos se referem a posições relativas e não absolutas.

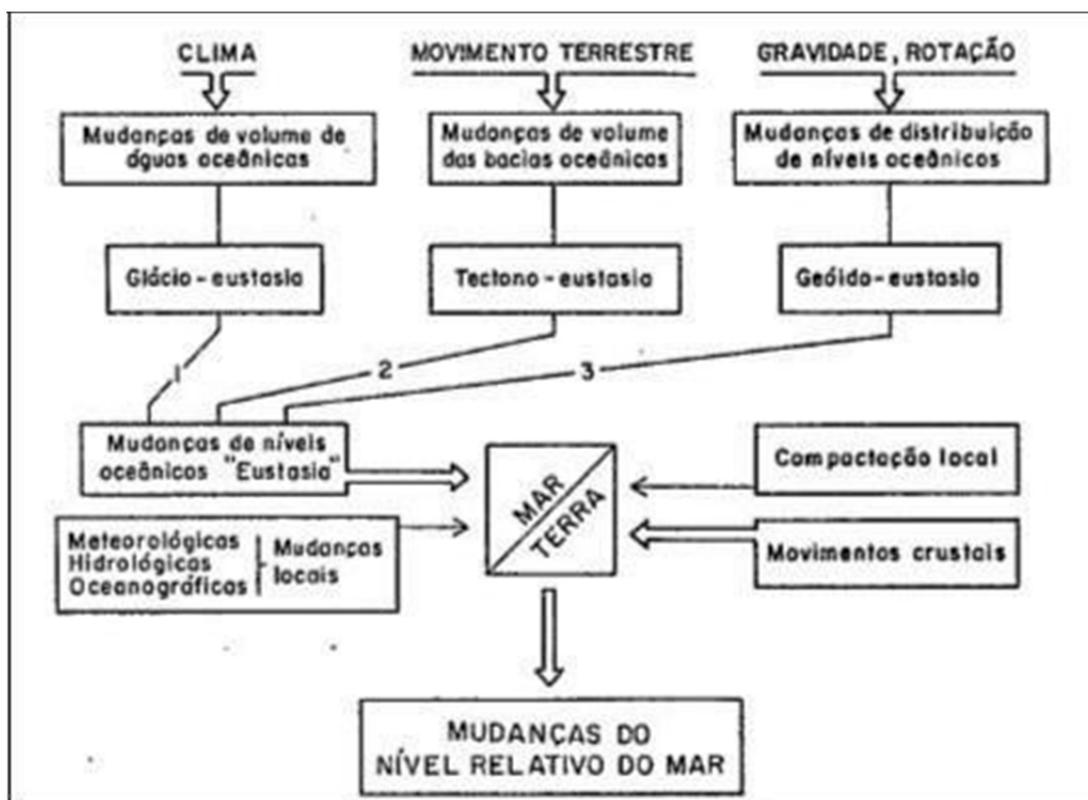


Figura 2: Fatores que controlam os níveis marinhos e continentais responsáveis pelas mudanças do nível relativo do mar durante o Quaternário. Fonte: Morner (1980).

De acordo com Angulo (2014) é preciso ficar atento quanto aos termos relacionados ao estudo de variações do nível do mar para evitar confusões no processo de entendimento da reconstrução de paleoníveis marinhos. Transgressão marinha não está relacionada com uma variação vertical do nível do mar, mas sim com uma variação horizontal que trata-se do avanço da linha de costa em relação ao continente, enquanto a regressão se trata do recuo da linha de costa em relação ao continente. Assim sendo, podemos concluir que o estudo de variações do nível do mar envolve fatores que vão além de mensurar a quantidade de água presente no oceano. A classificação proposta por Valentin (1952) pode esclarecer essa questão utilizando os fatores sedimentares com base nos processos deposicionais e erosivos da área (Figura 3).

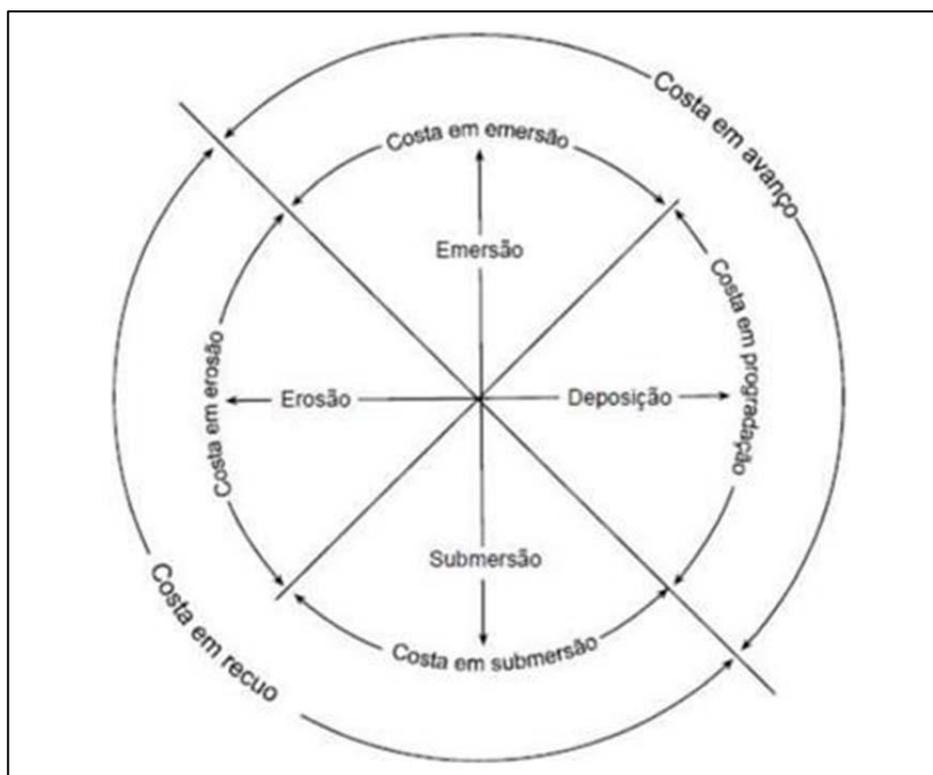


Figura 3: Classificação de tipos de evolução de costas proposta por Valentin (1952), modificada por Angulo, 2014.

Suguio *et al.* (1985), acrescenta que os indicadores de variação do nível do mar - IVNM podem ser classificados como sedimentológicos, biológicos e arqueológicos. Os IVNM podem ser agrupados tanto como indicadores espaciais quando possibilitam identificar apenas a altura do paleonível, quanto como espaço-temporal, quando é possível identificar além da altura do paleonível o momento ou período em que o evento ocorreu. Angulo & Souza (2014) apresentaram uma revisão dos referidos indicadores, classificando os tipos de IVNM e suas informações disponíveis, envolvendo aspectos geomorfológicos, estratigráficos, biológicos e arqueológicos.

Castro *et al.* (2014) identificaram registros negativos do nível do mar, envolvendo a transição final do Pleistoceno e início do Holoceno. Após essa transição, iniciou-se um processo relativamente rápido de subida do nível do mar. De acordo com Castro *et al.* (2012) há aproximadamente 8.500 anos cal A.P., o nível marinho, encontrava-se a - 0.5 m abaixo do nível atual. Conforme Martin *et al.* (1985) o “zero” (nível médio atual) foi ultrapassado pela primeira vez no Holoceno há cerca de 7.500 anos AP. Entre 5.500 -

4.500 cal anos AP., o nível relativo do mar atingiu o primeiro máximo holocênico com altura máxima de +2.8 m acima do atual. A descida do nível relativo do mar subsequente ao máximo transgressivo, levou à construção de terraços marinhos, resultando na progradação da linha de costa até o presente. A maioria dos resultados corrobora com dados já obtidos em outros segmentos da costa atlântica da América do Sul.

3.2. Acumulações Bioclásticas

3.2.1. Classificação e origem

Kidwell *et al.* (1986) definem acumulações bioclásticas como qualquer acumulação de partes duras de origem biogênica, independente da composição taxonômica, estado de preservação ou intensidade de modificação *post-mortem*. Conforme Cunha (2012), macroinvertebrados e vertebrados são mais representativos nessas acumulações. Ostracodes e algas podem constituir concentrações, assim como pequenos elementos tais como espículas de esponja, radiolários, foraminíferos, entre outros. Acumulações bioclásticas não estão restritas a uma escala física, pois pode refletir um período de tempo muito breve ou muito prolongado. Segundo Kidwell *et al.*, 1985 uma acumulação bioclástica pode ser composta de elementos únicos, denominada assembleia homogênea, ou pode ser constituída por vários tipos de fósseis, sendo assim chamada de assembleia heterogênea.

De acordo com os mesmos autores é possível caracterizar três categorias de assembleias:

- a) **Assembleias autóctones:** Constituídas de espécimes derivados de uma comunidade local e preservados em posição de vida. A maioria das assembleias autóctones são homogêneas e são registros de mortandade em massa. Todavia, podem ser heterogêneas, devido à mistura temporal (*time-averaging*) ou de sucessivas condensações faunais de espécies ecologicamente diferentes, que colonizam o substrato em resposta de flutuações na salinidade ou oxigenação da água ou progressiva mudança nas propriedades do substrato (de lodoso para cascalhoso formado por biodetritos).
- b) **Assembleias parautóctones:** são compostas por espécies autoctónas que tiveram qualquer grau de retrabalhamento, mas que não foram transportadas para fora de seu

hábitat de vida original. Os espécimes podem ser reorientados, desarticulados e concentrados por agentes biológicos (bioturbadores, predadores, escavadores) e por processos físicos.

c) **Assembleias alóctones:** Constituídas por espécimes transportados para fora de seu hábitat de vida através de processos hidrodinâmicos, entre estes, ondas, corrente e marés.

3.3. Informações tafonômicas das acumulações bioclásticas

A tafonomia (do grego: *tafos* = sepultamento; *nomos* = leis) de acordo com Behrensmeier & Kidwell (1985) é a ciência que compreende o estudo dos processos de preservação e como eles afetam as informações no registro fóssil. A tafonomia envolve duas amplas subdivisões, a *bioestratinomia* e a *fossildiagênese*. A bioestratinomia envolve a história sedimentar dos restos esqueléticos desde sua morte até o seu sepultamento final (Holz & Simões, 2002). A fossildiagênese engloba todos os processos físicos e químicos que alteram os restos esqueléticos, após o seu soterramento e metamorfismo (FLESSA *et al.*, 1992). A análise tafonômica tem como principal objetivo principal classificar assembleias fossilíferas em autóctones, paraúctones ou alóctones Kidwell *et al.*, (1986). Para isso são realizadas as análises dos parâmetros descritos abaixo, segundo Bret (1990) e Farinati e Zavalla (1995):

3.3.1. Desarticulação

É o primeiro dos processos de destruição *postmortem*. São afetados apenas os organismos de natureza multiesquelética. Nos moluscos, os bivalvíos sofrem o processo de desarticulação a partir da desintegração do ligamento orgânico que os unem deixando-as expostas a ação das correntes de fundo e das ondas. Os ligamentos das valvas que unem as conchas dos bivalvíos são muito resistentes, e podem permanecer intactos por meses, apesar da fragmentação da concha. A desarticulação ocorre em função da energia do ambiente, da distância do transporte e também tem grande influência do hábito de vida do animal.

3.3.2. Fragmentação

Resulta tanto de impactos físicos de objetos, como também de agentes bióticos tais como predadores e carniceiros. Alguma fragmentação produzida por predadores pode ocorrer antes mesmo da morte do organismo. Fragmentos distintos ou padrões de quebra podem ser reconhecidos em certos casos, como por exemplo, a fratura curvada produzida em gastrópodes pela ação de caranguejos predadores. No entanto, na maioria dos casos, o dano da predação é dificilmente distinguível da fragmentação física.

3.3.3. Abrasão

A abrasão ou polimento físico resulta no arredondamento dos elementos esqueléticos e na perda de detalhes superficiais. A extensão da abrasão em qualquer tipo de esqueleto reflete a energia do ambiente, tempo de exposição e tamanho da partícula do agente abrasivo. Em geral, a taxa de abrasão aumenta com o aumento do tamanho do grão do agente abrasivo, por exemplo, grãos de tamanho argila não produzem abrasão significativa nos esqueletos, enquanto grãos tamanho areia e cascalho são provavelmente agentes abrasivos mais eficazes.

3.3.4. Alteração biológica (incrustação e perfurações)

Como na abrasão, a espessura da concha, o conteúdo orgânico e talvez a densidade podem influenciar diretamente as taxas de bioerosão nos esqueletos. Comumente associadas a perfurações de esponjas e incrustações de algas endolíticas, a bioerosão apresenta taxas elevadas em muitos ambientes marinhos. Estima-se que cerca de 16% a 20% do peso de conchas de moluscos em ambiente marinho moderno seja perdido por ano pela ação de perfuração de esponjas e algas.

3.3.5. Dissolução

Processo resultante da instabilidade química de esqueletos mineralizados em águas marinhas ou em sedimentos com poros preenchidos por água. A dissolução pode ter início na interface água-sedimento e continuar em profundidades consideráveis dentro do sedimento. A bioturbação de sedimentos comumente promove dissolução pela mistura de água marinha e pela oxidação de sulfetos que produzem ácidos dentro dos poros preenchidos por água nos sedimentos.

3.4. CONCEITOS DE PETROFÍSICA BÁSICA

3.4.1. Porosidade

Segundo Peters (2012), porosidade da uma indicação da capacidade da rocha em armazenar fluidos. É definida como a relação do volume de poros e o volume do meio poroso como mostra a equação abaixo:

$$\Phi = \frac{V_p}{V_T} = \frac{V_T - V_s}{V_T} \quad \text{Eq (1)}$$

Onde, Φ = porosidade;

V_p = Volume de poros;

V_T = Volume Total da rocha; e

V_s = Volume de sólidos

Peters (2012) acrescentou ainda que a porosidade pode ser classificada como total ou efetiva. A porosidade total conta todos os poros da rocha (interconectados e poros isolados) enquanto a porosidade efetiva conta apenas os poros interconectados. Portanto a porosidade efetiva será menor ou igual a porosidade total, dependendo da quantidade de poros isolados na rocha. A porosidade também pode ser classificada como primária ou secundária, onde a porosidade primária é aquela formada no momento da deposição dos sedimentos enquanto a porosidade secundária se desenvolve após a deposição e o soterramento. A porosidade em arenitos é praticamente toda primária, enquanto que a porosidade em carbonatos além de porosidade primária tende a ser dotados também de porosidade secundária, principalmente ocasionada por dissolução de minerais instáveis (Ex. Calcita).

3.4.2. Permeabilidade

Segundo Peters (2012) a permeabilidade da uma indicação da capacidade do meio poroso de transmitir fluidos (i.e., permitir fluxo de fluidos). É definida pela lei de Darcy. Para um sistema horizontal a lei de Darcy para um fluxo monofásico na forma diferencial é

$$q = - \frac{k_A}{\mu} \frac{dP}{dx} \quad \text{Eq (2)}$$

Para um fluxo linear constante de um líquido monofásico em um meio horizontal como mostrado na equação 2, a lei de Darcy pode ser integrada para fornecer

$$q = \frac{k_A}{\mu} \frac{(P_1 - P_2)}{L} = \frac{k_A}{\mu} \frac{\Delta P}{L} \quad \text{Eq (3)}$$

Onde,

q = vazão do fluido (cm^3/s);

μ = viscosidade do fluido dada em centipoise (cP);

k = permeabilidade intrínseca da rocha expressa em milidarcy (mD)¹

A = área da secção transversão da rocha (cm^2);

ΔP = gradiente de pressão na direção do fluxo (atm/cm); e

L = comprimento da amostra de rocha (cm)

A permeabilidade absoluta é a permeabilidade do meio quando está 100% saturado por um meio monofásico, líquidos não reativos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

As principais técnicas empregadas na caracterização da amostra foram tomografia computadorizada e utilização do software Fiji (IMAGEJ), visando a identificação e segmentação de espaços porosos conectados. Estudou-se os condicionantes paleoambientais da área no contexto das variações do nível relativo do mar durante o Holoceno e suas influências sobre a amostra. Os procedimentos metodológicos adotados foram: coleta de amostra, digitalização (microtomografia computadorizada de raios-X), uso de software Fiji (IMAGEJ) para realização de pré processamento (brilho e contraste), segmentação dos poros seguida de binarização (sólidos e vazios), pós processamento (imagens 3D) e interpretação quanto às influências de paleoambiente.

4.1. Amostras

Foram coletadas três amostras ao longo de um canal de drenagem da bacia hidrográfica do Rio Una. Um afloramento foi alvo de análise no referido canal de drenagem (Figura 4). Para obtenção das coordenadas geográficas dos afloramentos, utilizou-se um GPS *Garmin etrex Venture HC* em *UTM* com o *datum SAD 69*. O afloramento foi documentado através de fotografias e em seguida uma das amostras foi escaneada pelo laboratório de Tomografia Computadorizada de Raios-X no *CENPES* Petrobrás.



Figura 4: Afloramento ao longo do Canal Marina Porto Búzios de onde as amostras foram coletadas. (A) Afloramento composto por 30 cm de acumulação bioclástica na camada basal, seguida por 20 cm de camada areno-lamosa na parte superior e (B) Foto detalhada das acumulações bioclásticas holocênicas.

4.2. DIGITALIZAÇÃO: Microtomografia Computadorizada de Raios-X

Esta técnica não destrutiva permite obter imagens do interior do material, com a possibilidade de gerar imagens tridimensionais com certo nível de resolução. Estas imagens também podem ser usadas para obter propriedades do material, como por exemplo, a porosidade. Neste estudo a microtomografia computadorizada de raios-X (micro CT) foi realizada no laboratório de Tomografia Computadorizada de Raios-X da PETROBRAS/CENPES, sendo aplicada no corpo de prova.

As imagens de micro-CT foram obtidas em um microtomógrafo industrial de modelo V tome XL 300 da marca GE/Phoenix, Figura 5, com a resolução de 64,87 μm . As imagens reconstruídas foram processadas com o programa Phoenix datos x 2.0 rec, os volumes 3D foram visualizados no Aviso 9.4 e o filtro utilizado foi o Median para melhorar a visualização entre a fase rocha e fase poro, além de reduzir o efeito ruído existente nas imagens.

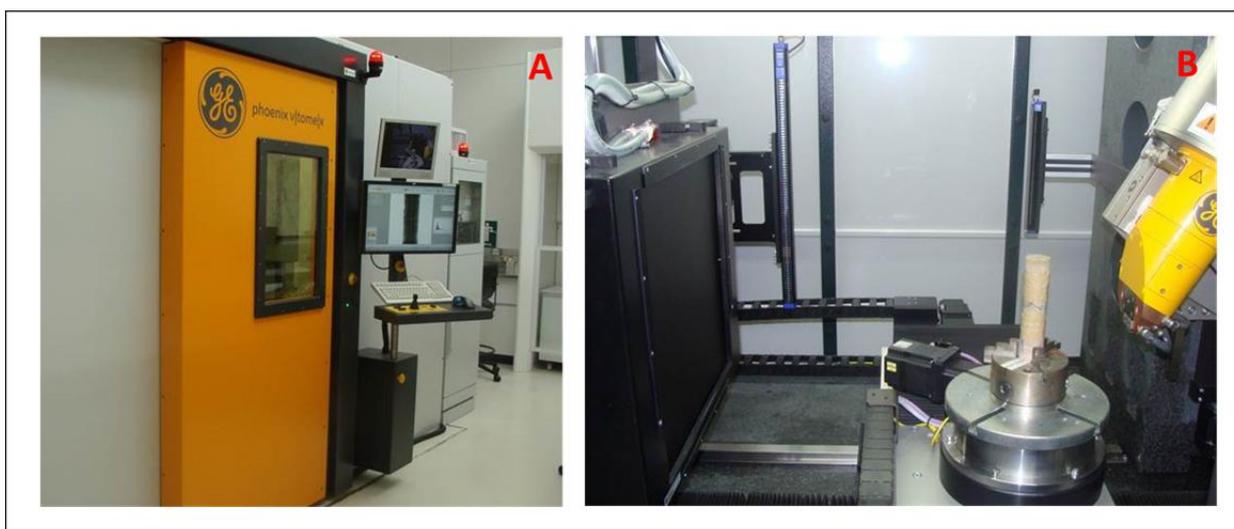


Figura 5: Microtomógrafo industrial modelo V tome XL 300 da marca GE/Phoenix; (A) Foto externa do equipamento e (B) Foto interna do equipamento.

4.3. FIJI (ImageJ)

O *Fiji* é um programa de processamento de imagem de domínio público e distribuição gratuita, inspirado pelo NIH Image para Macintosh, desenvolvido pelo *National Institute of Health*, em Bethesda, liberado por Wayne Rasband. Ele roda como um *applet8* ou como um aplicativo em qualquer computador que possua Java 1.1. É suportado em *Windows*, *Mac OS*, *Mac OS X* e *Linux*. Pode ler imagens TIFF, GIF, JPEG,

BMP, DICOM, FITS e "RAW". Suporta pilhas ou series de imagens a serem processadas. É *multithreaded*, isto é, pode efetuar diferentes funções ao mesmo tempo e a leitura de uma **imagem** pode ser executada em paralelo com outras operações. A Figura 6, mostra o ambiente de trabalho do Fiji.

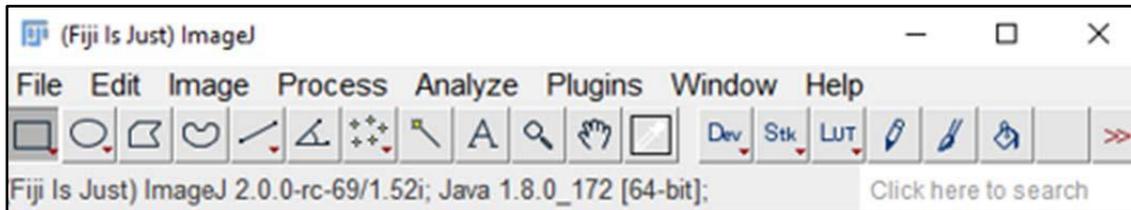


Figura 6. Ambiente de trabalho do software Fiji.

As funções ou plug-ins do Fiji (ImageJ) utilizadas neste trabalho foram:

- I. (*File* → *Import* → *Image Sequence*): utilizado para abrir as imagens ou fatias geradas na Micro-CT. Neste trabalho utilizou-se 183 imagens empilhadas formando um volume tridimensional.
- II. (*Image* → *Adjust* → *Brightness / Contrast*): utilizado para o ajuste de brilho e aprimoramento de contraste das imagens antes de processá-las.
- III. (*Image* → *Type* → *8 bits*): Resolução da escala de representação de tons de cinza para 255.
- IV. (*Plugins* → *Segmentation* → *Statistical Region Merging* → *Q = 150 clusters*): usado para separar os tons de cinza em 150 classes, agrupando os tons semelhantes (Clusterização).
- V. (*Image* → *Adjust* → *Threshold*): usado para segmentação e binarização das imagens.

4.4. PRÉ-PROCESSAMENTO: Ajuste de brilho e aplicação de filtro

O objetivo da etapa de pré-processamento é melhorar a qualidade da imagem para as etapas posteriores. Em geral procuramos facilitar a divisão da imagem em seus elementos a serem estudados (GARCIA., 2017). Durante a aquisição da imagem digital podem ocorrer algumas distorções como, por exemplo, não uniformidade na iluminação com consequente contraste e/ou brilho inadequados, legendas na imagem, distorção geométrica causada pelo sensor de captura, pixels com ruídos, dentre outros. Logo após a correção destes problemas pode ser necessário que haja uma adequação da imagem ao objetivo final do trabalho, e para tanto usa-se de eliminação de partes indesejadas, realce de detalhes a serem trabalhados, ajuste de brilho e etc. Assim nesta etapa a imagem é adequada para dar continuação as próximas.

A figura 7 mostra as fatias da amostra original seguida pelo seu histograma. A figura 8 apresenta um exemplo simples do uso do pré-processamento cujo objetivo foi realçar o brilho e o contraste, seguida pela seleção de uma parte representativa da amostra, onde procurou-se destacar a região que possui mais conchas. A figura 9 representa o volume total da amostra em 3D seguido pelo volume elementar representativo também expresso em 3D.

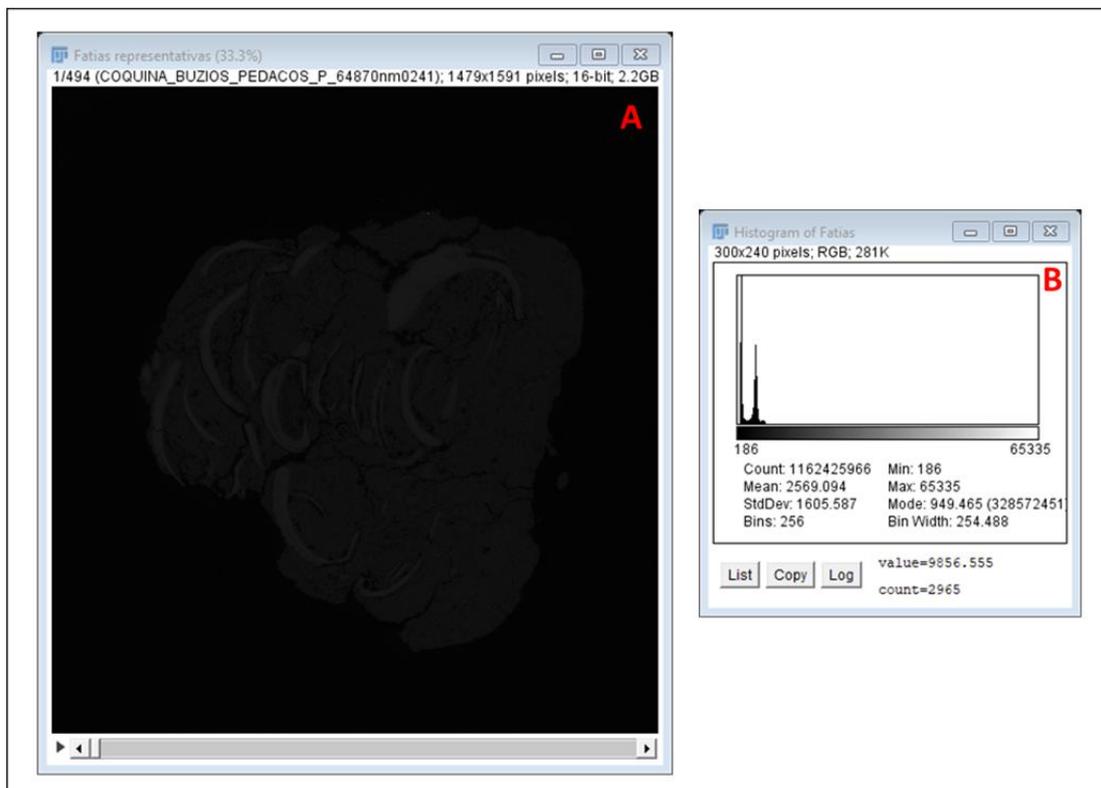


Figura 7: Imagem antes do tratamento; (A) Fatias geradas na Micro-CT; (B) Histograma original.

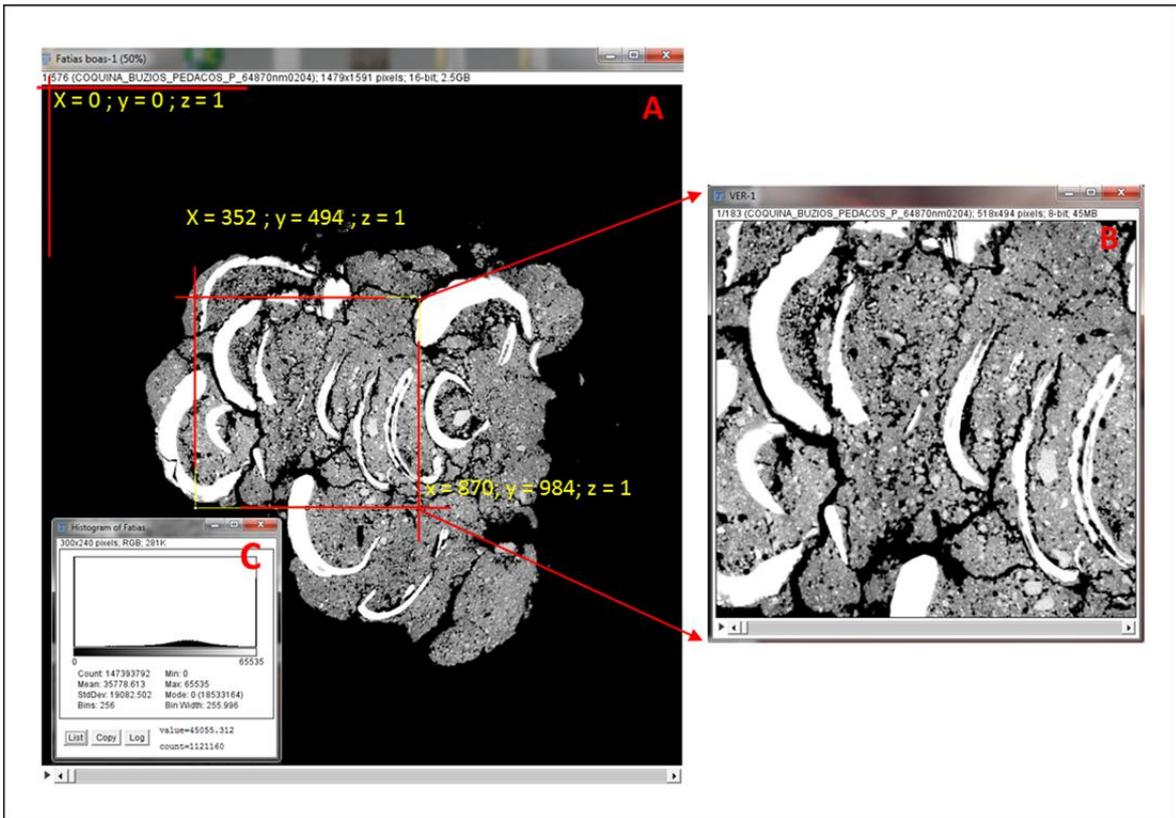


Figura 8: (A) Imagem com ajustes de brilho e contraste; (B) Seleção de uma parte representativa da amostra; (C) Histograma modificado depois do ajuste.

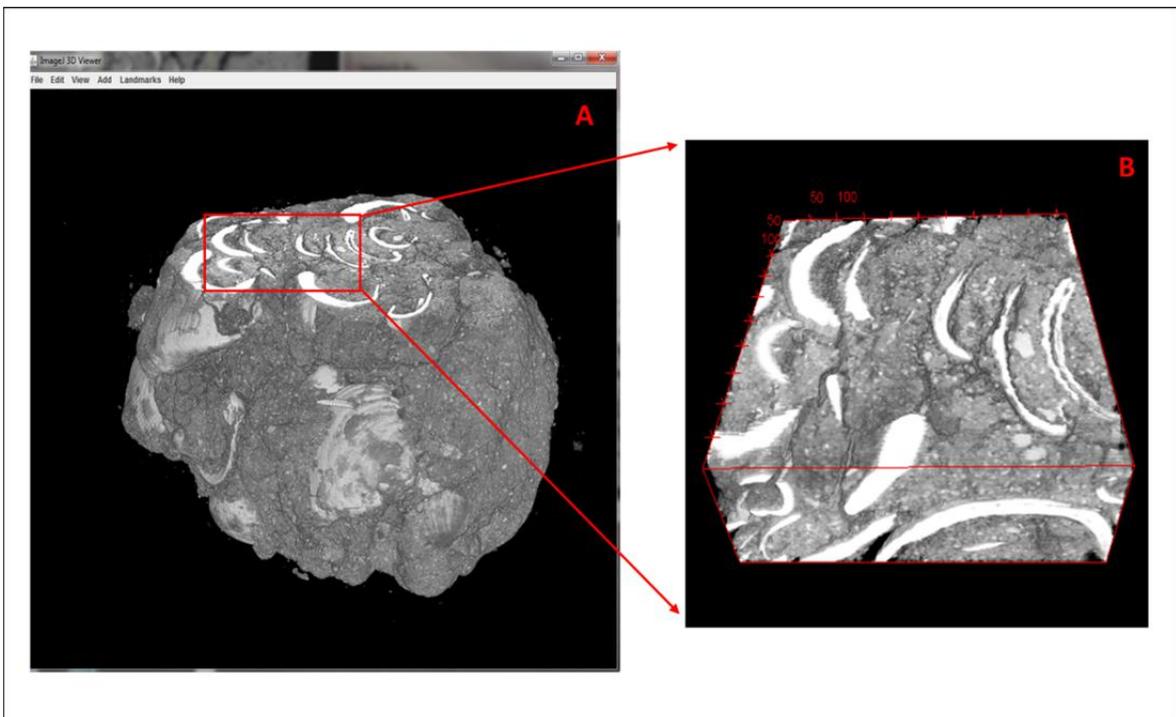


Figura 9. Volume em 3D da amostra e da parte representativa selecionada. (A) Volume total; (B) Volume elementar representativo.

4.5. SEGMENTAÇÃO: Thresholding (limiarização)

De acordo com Garcia (2017), a limiarização ou thresholding, consiste em separar as regiões de uma imagem em suas diversas fases ou objetos. É uma técnica simples, antiga e popular para realizar a segmentação de imagens baseando-se na diferença entre os níveis de cinza da imagem. A limiarização tem como principal objetivo a separação entre objetos ou fases em uma imagem sendo, portanto, de grande importância pois o seu resultado é que será analisado visando a obtenção de informações quantitativas (NUNES & CARDOSO., 2018).

Pode-se resumir a Limiarização como sendo o processo que recebe uma imagem em escala de cinza e gera uma imagem binária como saída. Essa imagem gerada, consiste na separação entre o objeto de interesse e o fundo. As tonalidades de cinza dos pixels referentes aos objetos e as tonalidades de cinza dos pixels referente ao fundo geralmente são bem distintas. Em virtude disso, este método se faz eficiente para separar objetos do fundo (RAJAGOPALAN et al., 2004). Um exemplo do processo de Limiarização é ilustrado na Figura 10:

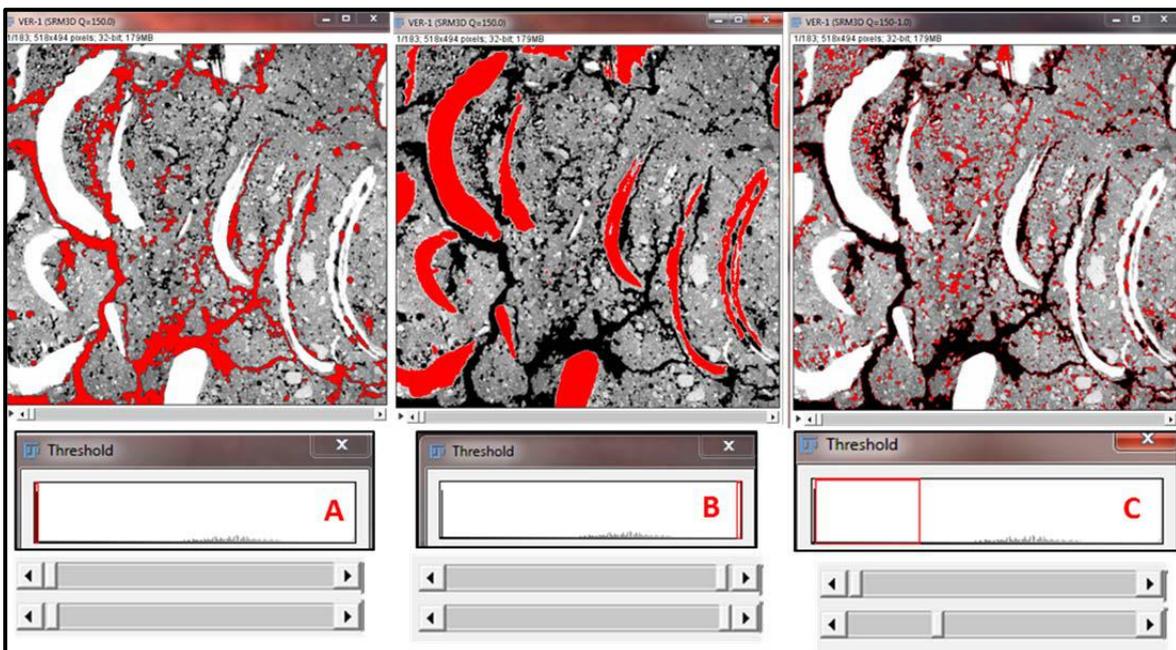


Figura 10: Limiarização de três regiões distintas; (A) Limiarização voltada para as fraturas abertas presentes na amostra; (B) Limiarização das conchas inteiras; (C) Limiarização dos poros na matriz.

4.5.1. Binarização

A binarização é um caso específico de segmentação, é de fundamental importância no processo de caracterização pois definirá as regiões da imagem em pretos e brancos. O objeto de interesse será representado pelo valor 0 na escala de cinza que é equivalente a cor preta; enquanto o fundo é representado pelo maior valor na escala de cinza, que no caso de uma imagem de 8 bits é 255, caracterizando a cor branca; ou vice e versa (SEZGIN e SANKUR, 2004).

A segmentação binária consiste em encontrar um limiar em um histograma de 255 níveis de cinza, que melhor separa as fases associadas às fases em questão. A Figura 11 apresenta um exemplo de binarização usando como região de interesse neste caso as conchas inteiras presentes na amostra.

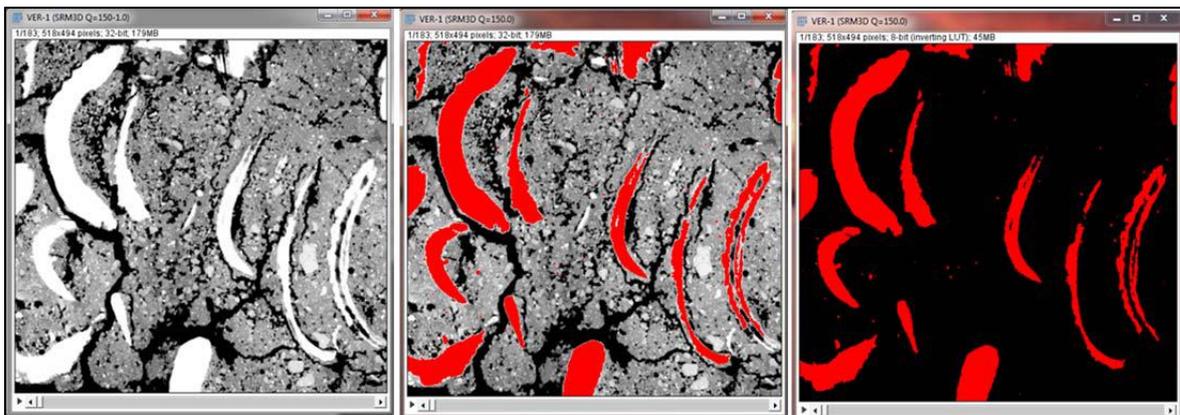


Figura 11: Exemplo mostrando etapa por etapa para binarização usando a região onde delimitam-se as conchas.

A figura 12 apresenta um fluxograma demonstrando todas as etapas e procedimentos metodológicos utilizados durante esse trabalho, constituído por:

- Objeto de estudo, representado pelo afloramento/amostra coletada;
- Digitalização da imagem, fase da tomografia computadorizada Micro-CT;
- Pré-processamento, fase dos ajustes de brilho, contraste e/ou aplicação de filtros que deve ser realizado antes de dar prosseguimento as etapas posteriores;

- Segmentação, que consiste na etapa da limiarização ou thresholding, cujo objetivo é separar as regiões de interesse dentro da imagem;
- Pós processamento, responsável pelos resultados obtidos após a binarização das imagens;
- Extração de atributos, que constituem os resultados obtidos após todas as etapas anteriores citadas acima.

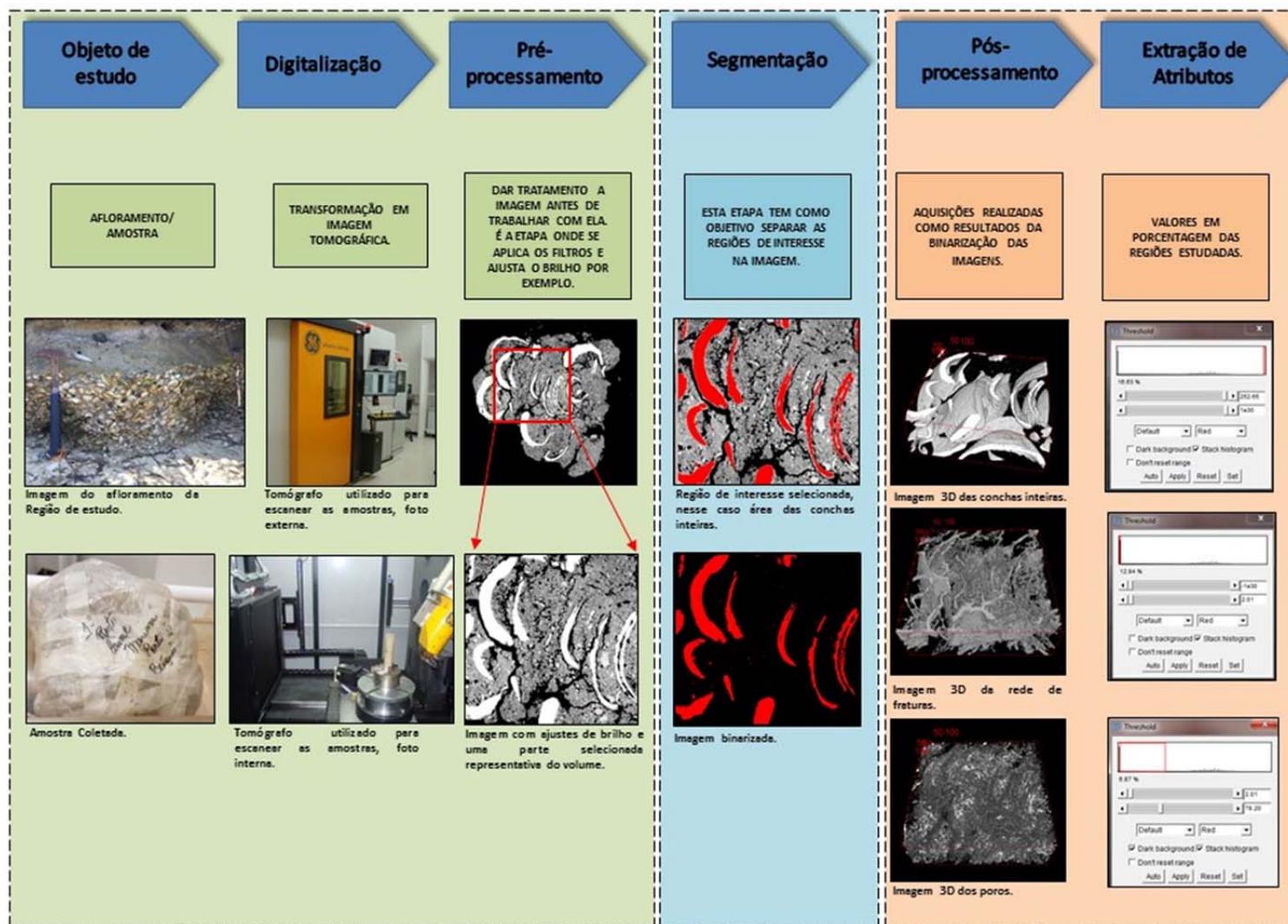


Figura 12: Fluxograma com todas as etapas e procedimentos utilizados para a realização deste trabalho; desde a coleta da amostra até a limiarização dos volumes segmentados.

5. RESULTADOS

5.1. Camada alvo de estudo

Os depósitos de conchas de moluscos estudados encontram-se principalmente em canais de marés e bordas de pântanos costeiros. A sucessão sedimentar analisada caracteriza-se por camadas de areia grossa até a fração lama orgânica. O afloramento do Canal Marina Porto Búzios estudado apresenta espessura de 0,95 m. A camada basal é composta predominantemente por areia grossa com conchas fragmentadas e inteiras na sua maioria com algumas poucas ainda articuladas e tem espessura de 0,30m. Acima desta, encontra-se uma camada composta por areia média a fina com presença de material argiloso e orgânico que tem espessura equivalente a 0,20m. Subsequentemente identifica-se uma camada caracterizada por lama orgânica maciça de coloração marrom escuro com espessura de 0,05 m. No topo identifica-se uma camada com material proveniente de aterro com espessura de aproximadamente 0,40 m.

As acumulações bioclásticas da área de estudo são constituídas por duas classes principais: a classe Bivalvia e a Gastropoda. Verificou-se que aproximadamente 97% dos bivalves encontram-se desarticulados e apenas 3% mostram-se com as valvas articuladas.

A Figura 13 apresenta o perfil estratigráfico detalhado do afloramento da área de estudo, correspondente ao canal de maré Marina Porto Búzios – Rio de Janeiro.

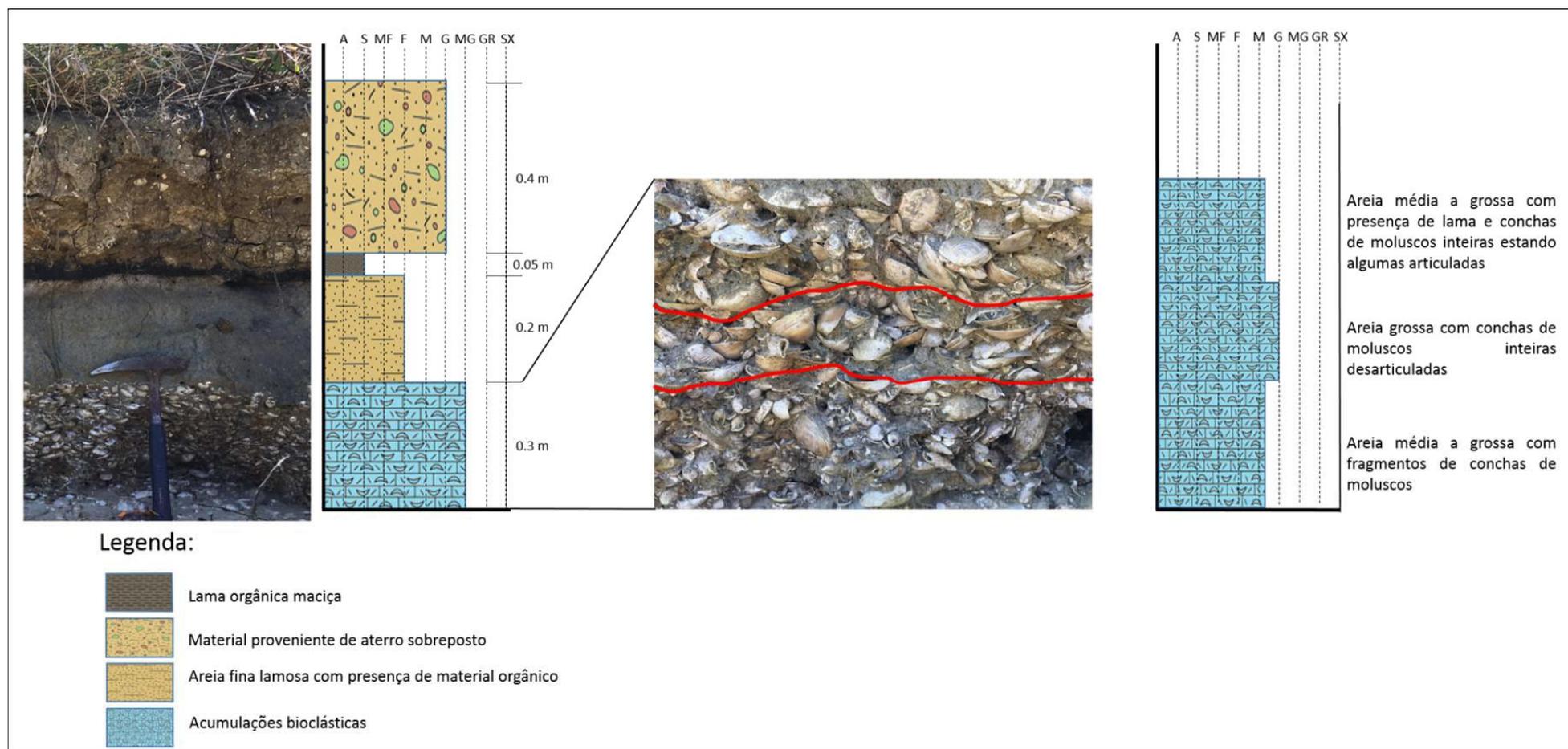


Figura 13. Perfil estratigráfico da área de estudo e perfil estratigráfico da camada de conchas de molusco.

5.2. Condição de porosidade da amostra coletada ao longo do canal de maré da Marina Porto Búzios

A Figura 14, apresenta o resultado referente as técnicas de escaneamento da amostra coletada no canal de maré na região da Marina Porto Búzios. Na imagem digital é possível observar os componentes presentes na amostra, predominantemente composta por matriz (coloração cinza), por conchas inteiras e fragmentadas (cinza mais claro) e por poros (preto). Registra-se a presença de fraturas induzidas tanto no plano horizontal como no plano vertical, também representadas pelo tom mais escuro (preto).

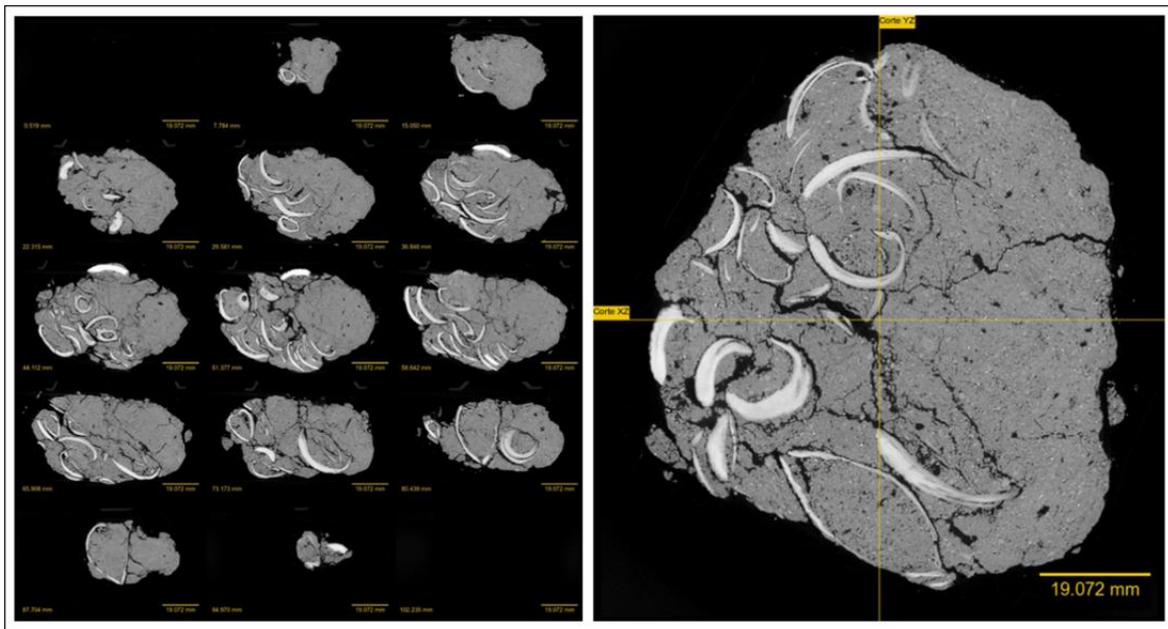


Figura 14: Imagens da amostra depois de tomografada, representada em todos os ângulos com uma escala de 19.072mm.

Resultados obtidos através do software Fiji (IMAGEJ), utilizando o plugin *threshold* delimitaram os componentes presentes por regiões da amostra selecionada, separada em parte sólida: envolvendo a matriz e o arcabouço e separada em parte porosa: constituída por fraturas e poros. A figura 15 apresenta os *ranges* de tom de cinza, representado por um histograma que separa cada região/componente conforme sua tonalidade, variando de 0 a 255, onde o 0 corresponde a cor mais escura (preto) e 255 a tonalidade mais clara (branco) nas imagens.

O campo marcado em vermelho na figura, representa a área das fraturas presentes na amostra, com valores variando de 0 a 30. O verde corresponde a região delimitada pelos

poros, com valores aproximados entre 30 e 79. O campo demarcado em laranja é representado pela matriz com valores respectivos variando de 79 a 208. O azul equivale a região das conchas fragmentadas com valores de 208 a 253. Por fim o campo representado pela cor amarela corresponde a área das conchas inteiras, cuja tonalidade é a mais clara dentro do range de cinza existente, e seus valores variam de 253 a 255.

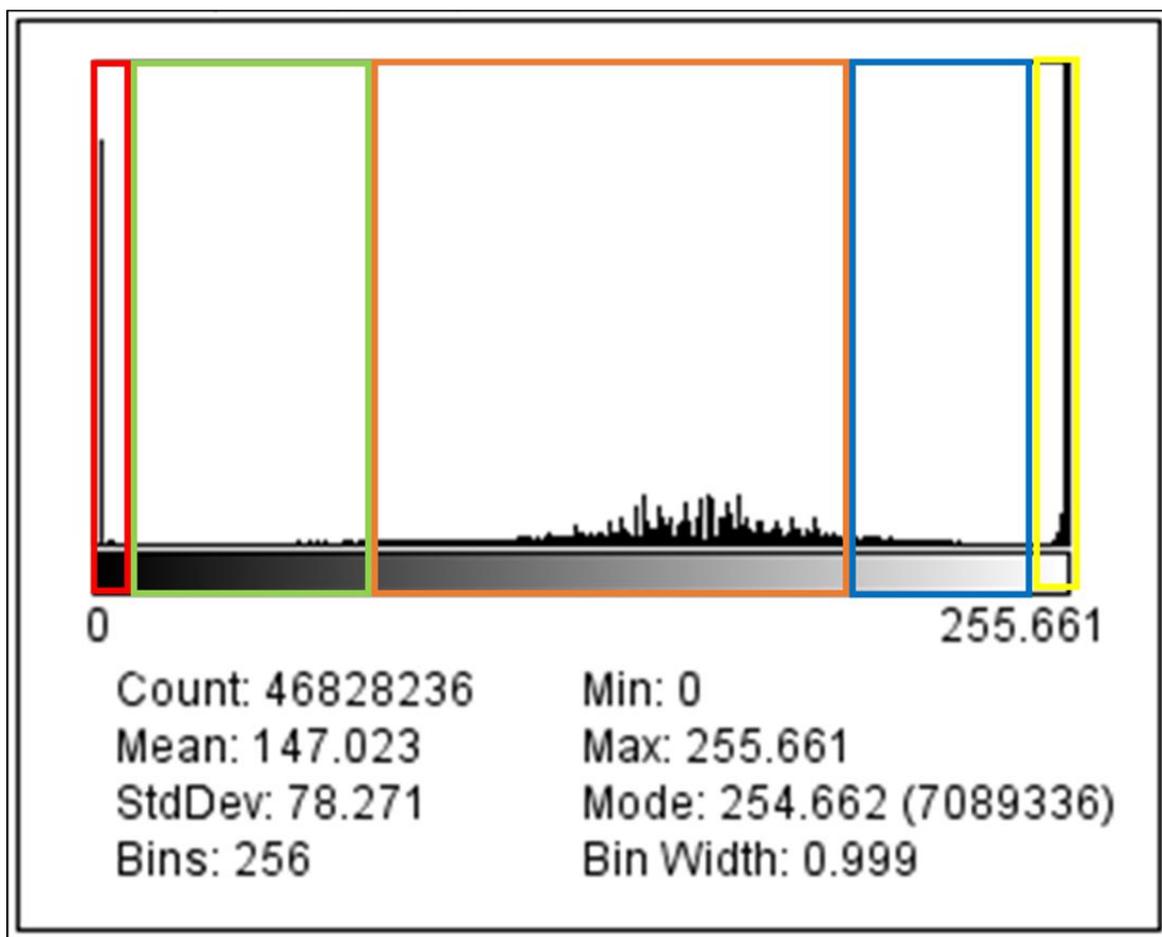


Figura 15. Histograma dos ranges de tons de cinza variando de 0 a 255.

Realizou-se o cálculo dos componentes presentes na amostra, representados por matriz, conchas inteiras, conchas fragmentadas, fraturas abertas e os poros. A matriz constituída por areia e material argiloso corresponde a 59,30% do total da amostra. As conchas inteiras representam 16,63% desse total. As conchas fragmentadas misturadas na matriz somam 4,98%. As fraturas identificadas correspondem ao valor de 12,84% e aparentemente foram originadas durante o processo de coleta, manuseio e transporte da amostra, uma vez que esta encontrava-se semi-consolidada e não foi verificado esforços de natureza tectônica no afloramento de estudo. Discute-se ainda, a possibilidade do peso

do aterro também estar afetando a camada de conchas de molusco que está sotoposta a ele. Os poros contidos na fração matriz equivalem a 6,87%. As figuras 16, 17, 18, 19 e 20 a seguir, mostram nessa ordem, a aquisição realizada para obter esses resultados e as respectivas imagens em 3D de cada um dos componentes citados .

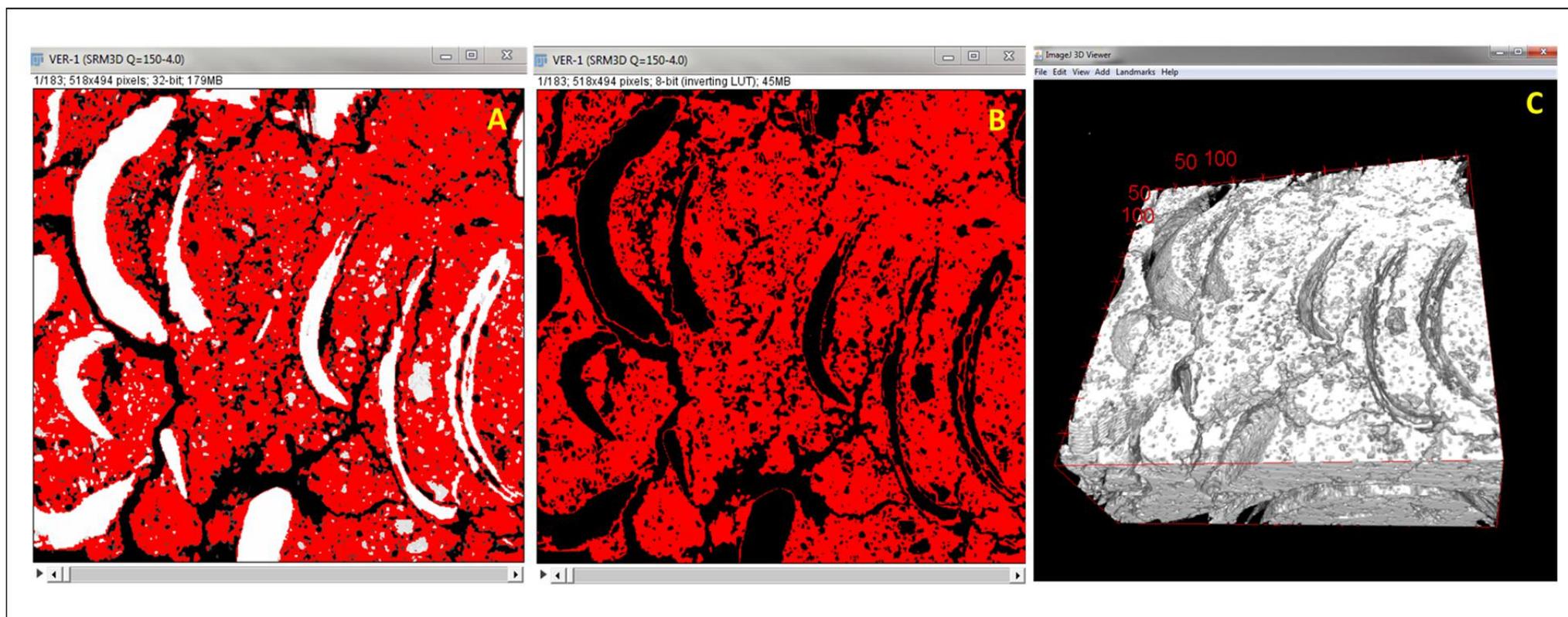


Figura 16. Cálculo da matriz. (A) Limiarização da matriz usando 32 bits; (B) Binarização da matriz usando 8 bits e (C) Modelo 3D da matriz presente no volume calculado.

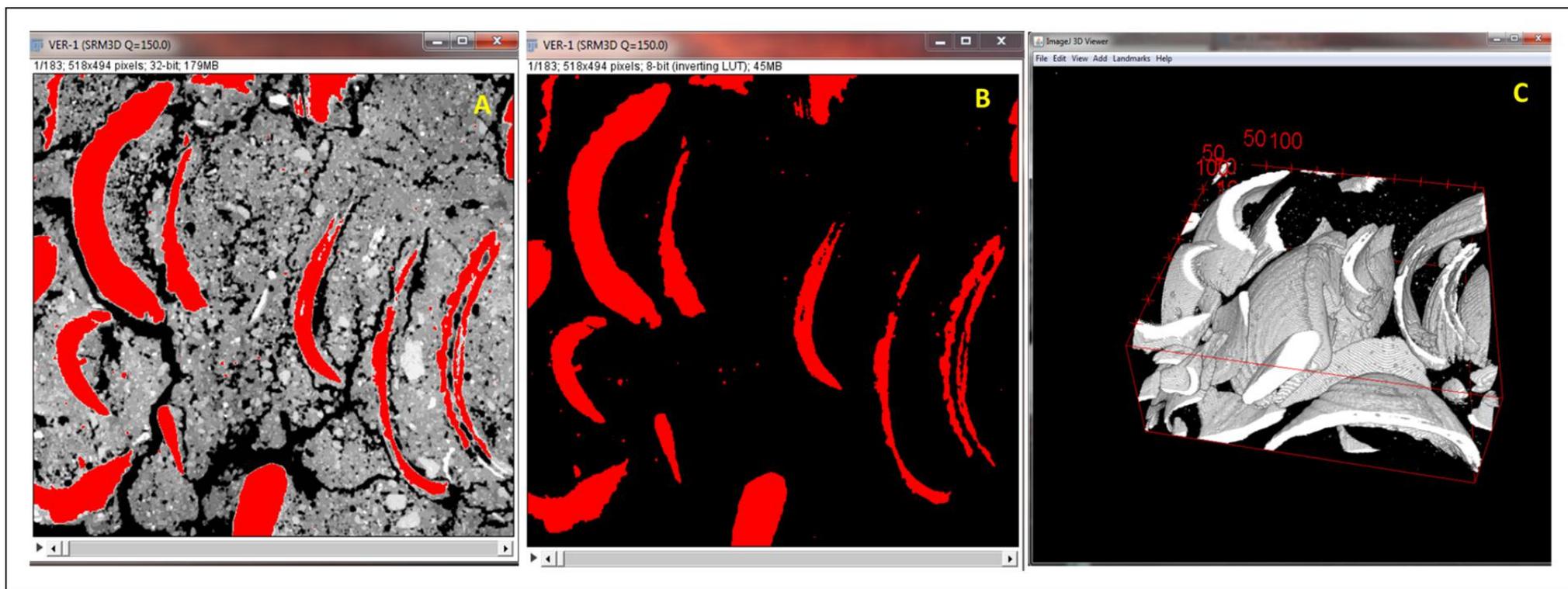


Figura 17. Cálculo das conchas inteiras. (A) Limiarização das conchas inteiras usando 32 bits; (B) Binarização das conchas inteiras usando 8 bits e (C) Modelo 3D das conchas inteiras presentes no volume calculado.

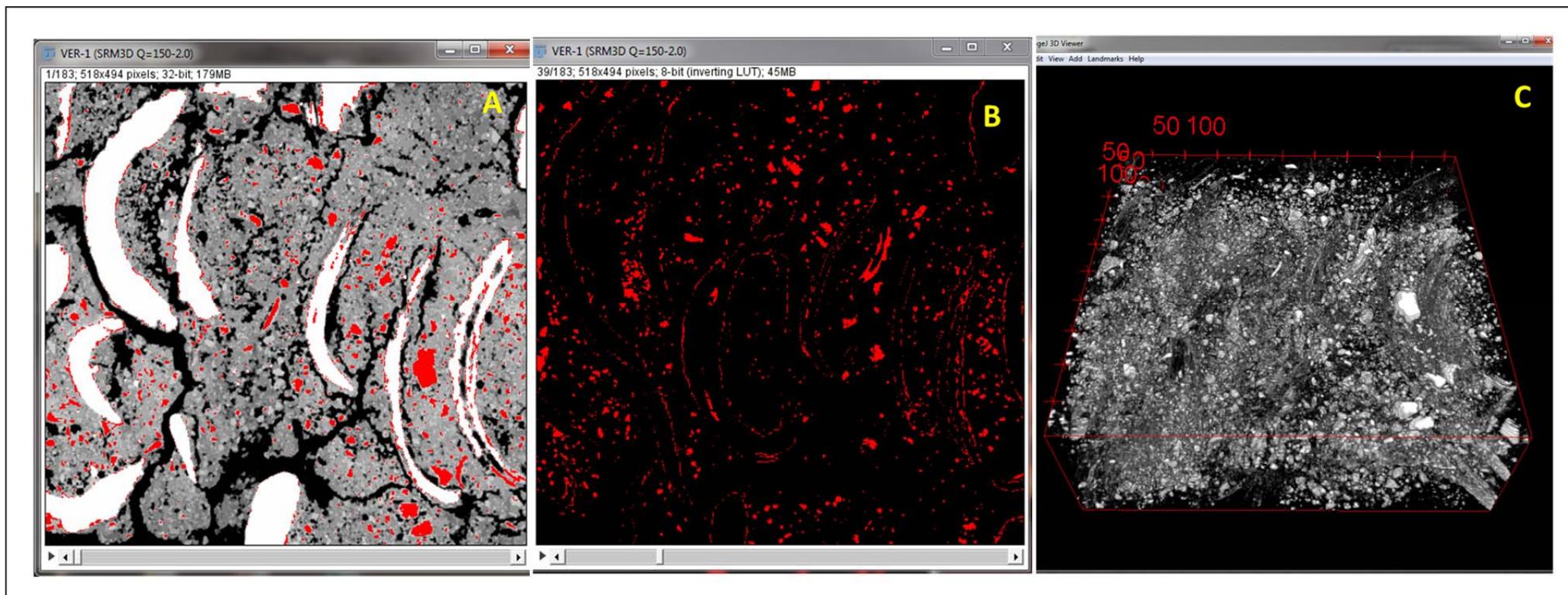


Figura 18. Cálculo das conchas fragmentadas. (A) Limiarização das conchas fragmentadas usando 32 bits; (B) Binarização das conchas fragmentadas usando 8 bits e (C) Modelo 3D das conchas fragmentadas presentes no volume calculado.

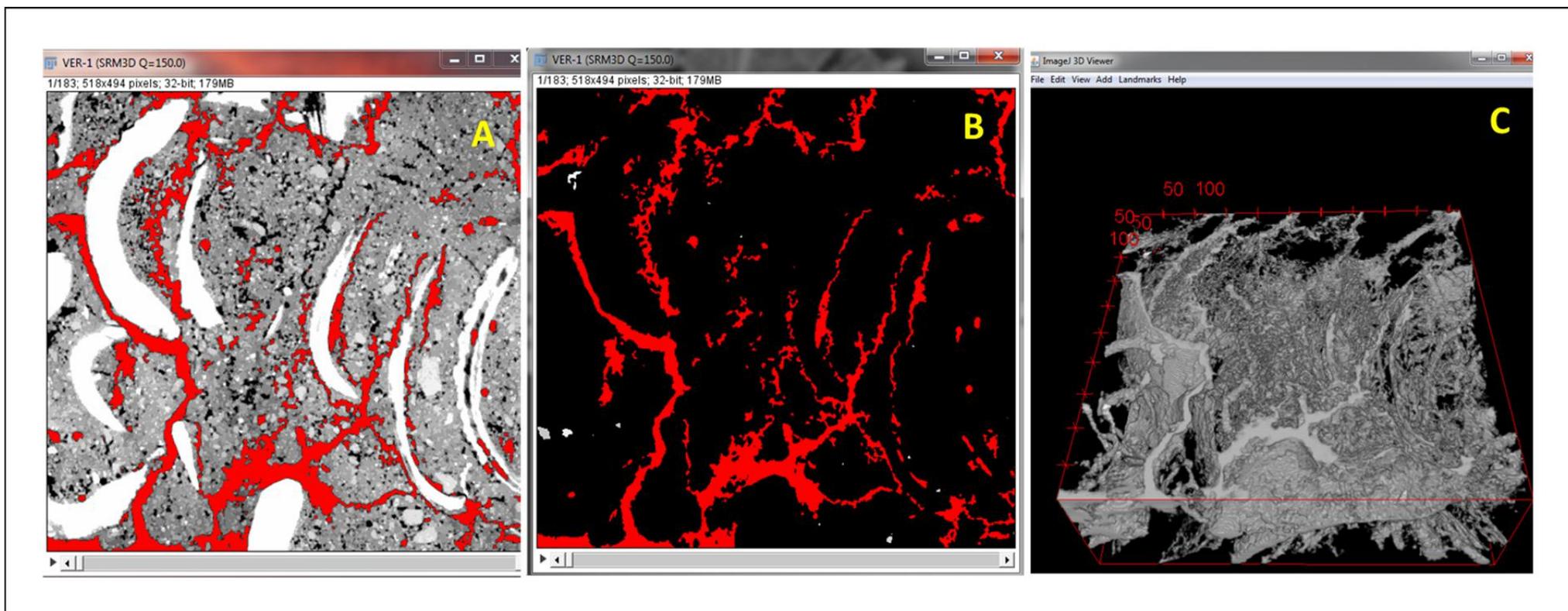


Figura 19. Cálculo das fraturas abertas. (A) Limiarização das fraturas abertas usando 32 bits; (B) Binarização das fraturas abertas usando 8 bits e (C) Modelo 3D das fraturas abertas presentes no volume calculado.

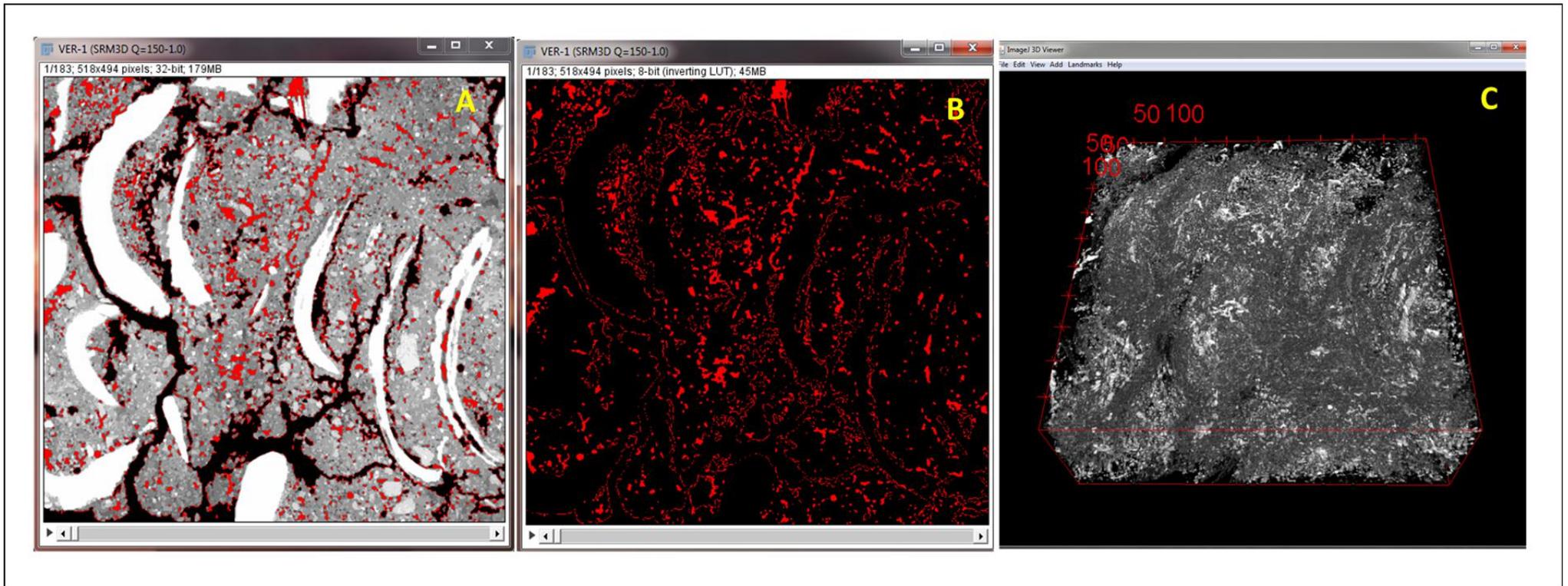


Figura 20. Cálculo dos poros. (A) Limiarização dos poros usando 32 bits; (B) Binarização dos poros usando 8 bits e (C) Modelo 3D dos poros presentes no volume calculado.

5.3. Condição de permeabilidade da amostra coletada ao longo do canal de maré da Marina Porto Búzios

Para o cálculo de permeabilidade na amostra, primeiramente tentou-se realizar a simulação de fluxo no volume poroso da fração matriz. No entanto, foi verificado pequena quantidade de poros conectados entre si no total de 6,87% encontrados. Em função disso, não foi possível realizar a estimativa de permeabilidade na matriz da amostra. As fraturas induzidas foram utilizadas para representar o meio poroso conectado, uma vez que a resolução da imagem tomografada não foi suficiente para resolver a porosidade da matriz. A permeabilidade calculada no volume de fraturas foi efetuada apenas como estudo de teste. Esta etapa de cálculo da permeabilidade foi realizada pelo laboratório de tomografia computadorizada do CENPES, em algoritmo de simulação de fluxo (propriedade intelectual Petrobras). O resultado mostrou-se satisfatório, de 434 Darcy. A figura 21 apresenta a rede de fraturas representando o meio poroso conectado, a Figura 22 mostra o caminho preferencial percorrido pelas linhas de fluxo, onde as cores quentes indicam maior permeabilidade (K (mD)) e a Figura 23 é a junção da rede de fraturas sobreposta pelas as linhas de fluxo.

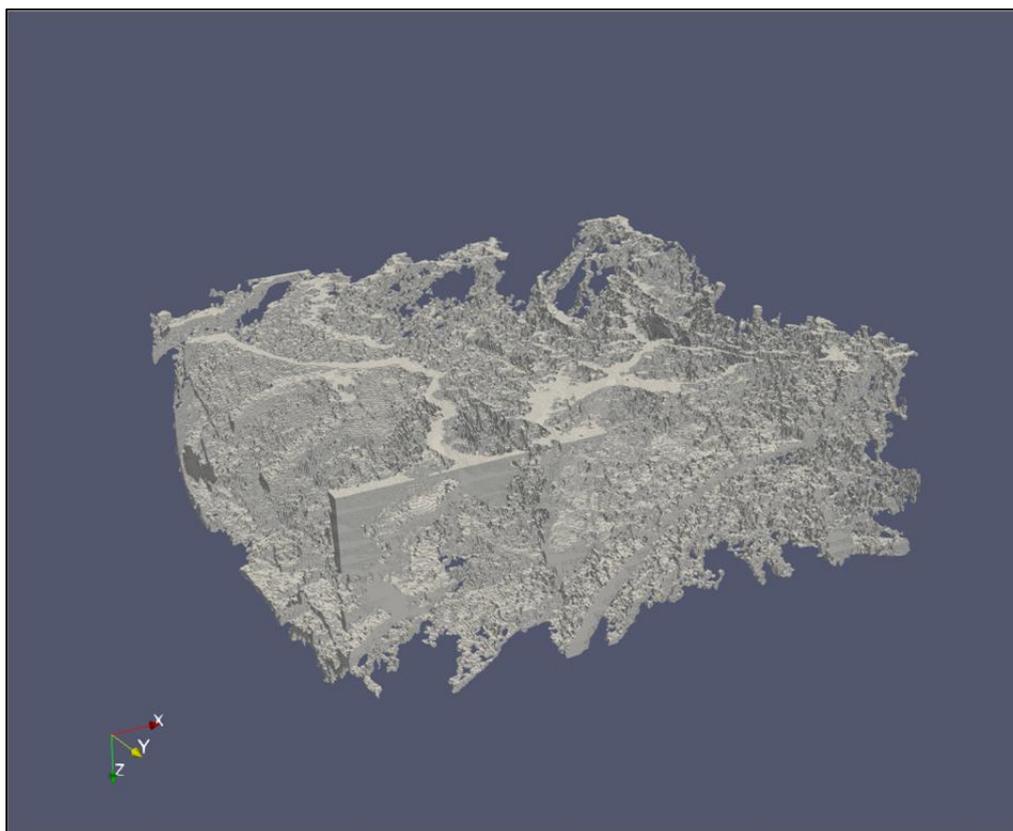


Figura 21. Rede de fraturas representando o meio poroso conectado.

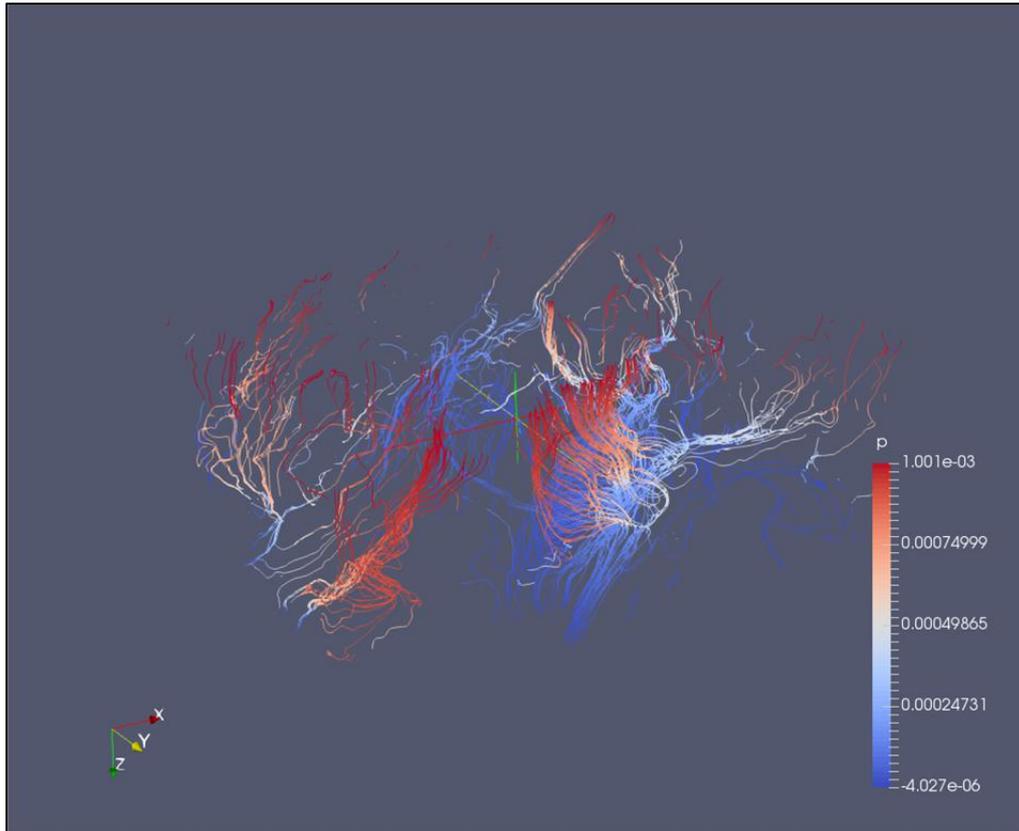


Figura 22. Linhas de corrente representando o caminho preferencial do fluxo. As cores quentes indicam maior (K (mD)).

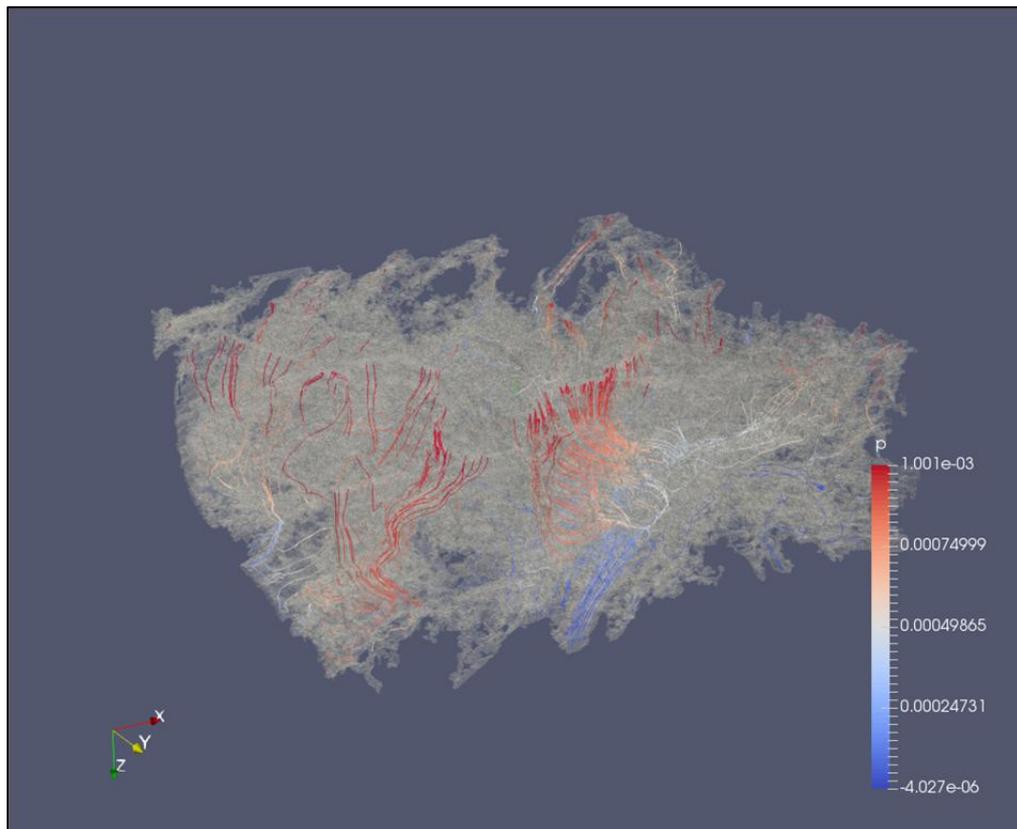


Figura 23. Junção da rede de fraturas com as linhas de indicação de fluxo.

6. DISCUSSÃO

O percentual de conchas fragmentadas mostrou compatibilidade com a análise tafonômica realizada por Cunha (2012), representando um valor igualmente baixo, equivalente a 4,98%. De acordo com os resultados obtidos por Cunha foi possível verificar que o grau de fragmentação das conchas de molusco dessa região é relativamente baixo e mostram propensão a fragilidade que está relacionado a altas taxas de dissolução. Segundo Ritter & Erthal (2011) o processo tafonômico mais evidente em ambientes lagunares é a dissolução e pode ser acentuada em função da presença de vegetação, do emaranhado de raízes e da pluviosidade regular de regiões subtropicais. Tendo em vista que a área de ocorrência dos depósitos estudados são regiões pantanosas que sofrem com inundações periódicas, justifica a causa do alto índice de dissolução nesses depósitos estudados. Ainda segundo Cunha (2012) a dissolução está presente em em 95% dos bioclastos. Na Figura 24 abaixo é possível observar as bordas das conchas sofrendo processo de dissolução.

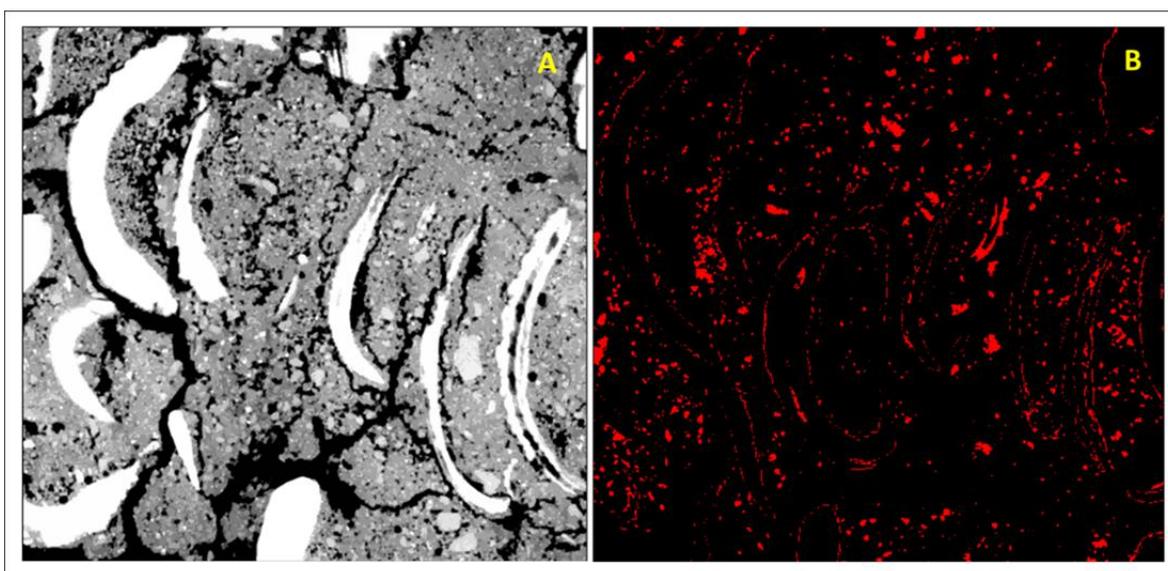


Figura 24. Processo de dissolução nas bordas das conchas. (A) Imagem representada em 32 bits e (B) Imagem representada em 8 bits mostrando a aquisição de conchas fragmentadas.

A análise realizada para as conchas inteiras corrobora com o estudo de análise dos parâmetros tafonômicos de Porto Barros *et al.* (2017), que relata que na camada de bioclastos a predominância é de conchas desarticuladas e que desse total menos de 5% estão articuladas. Kidwell *et al.* (1986) salienta que o alto índice de desarticulação pode estar relacionado com a ação de agentes biológicos como organismos bioturbadores,

predadores e escavadores, ou pela ação de processos físicos como, por exemplo, compactação da camada. A Figura 25 apresenta a amostra tomografada. Em “A” foi realizado um processo de varredura da matriz, realizado pelo laboratório de tomografia computadorizada do CENPES/Petrobras, mostrando apenas uma concha articulada e em “B” a imagem tomografada mostra a mesma concha articulada em relação a “A”. Em ambas imagens é possível observar que a maioria das conchas de molusco estão desarticuladas.

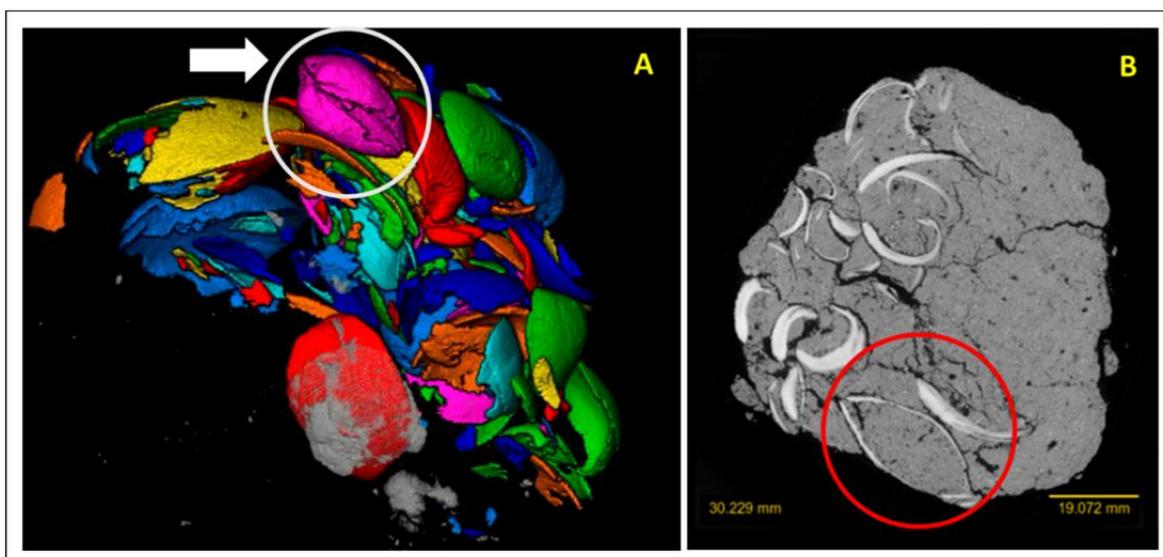


Figura 25. Imagens das conchas de molusco presentes na amostra.(A) Tomografia de varredura da matriz realizada no laboratório de tomografia computadorizada do CENPES mostrando apenas uma concha articulada. (B) Tomografia mostrando a mesma concha articulada em A. Ambas, A e B evidenciam a baixa presença de conchas articuladas no material de estudo.

De acordo com as análise quantitativa voltada para o parâmetro de porosidade, foi possível observar que o baixo valor encontrado de 6,87% está associado a composição do material contido matriz dos depósitos e com a resolução utilizada na aquisição das imagens. A matriz é composta por areia e material lamoso. Os poros entre partículas desse tipo de material são menores e muito mais numerosos que os poros presentes entre as partículas de areia por exemplo.

7. CONCLUSÃO

De acordo com os objetivos propostos e resultados obtidos, chegou-se, as seguintes conclusões sobre os Depósitos de Conchas de Moluscos da Região do Canal Marina Porto Búzios - Rio de Janeiro, envolvendo análise dos aspectos de permoporosidade e suas relações quanto as condições paleoambientais:

- A resolução da imagem de tomografia utilizada não foi suficiente para alcançar efetivamente os poros na matriz. Recomenda-se a utilização de Mev.
- Devido a baixa quantidade de poros visíveis na amostra, e estes estarem pouco conectados entre si, não foi possível realizar a análise de permeabilidade voltada para os poros calculados.
- As fraturas estudadas e utilizadas para representar um sistema poroso neste trabalho foram formadas por processos induzidos, visto que o material coletado encontrava-se em estado semi-inconsolidado. A permeabilidade calculada para esse componente se valeu apenas como estudo de teste. Em situações reais, teriam enorme contribuição para a percolação de fluidos.
- O resultado da permeabilidade realizado para a rede de fraturas, equivalente a 434 D, poderia ter sido considerado satisfatório uma vez que as fraturas contidas na amostras tivessem sido geradas por processos geológicos. Esse valor na indústria do petróleo caracteriza um material intensamente fraturado e de altíssima permeabilidade.
- Nas imagens obtidas (Tomografadas) foi possível identificar as frações constituintes e identificá-las, concordando satisfatoriamente bem com os estudos tafonômicos de Cunha (2012) e Porto Barros *et al.* 2017.

Com isso, resultados alcançados visam subsidiar e fornecer informações no intuito de colaborar para o estudo das condições de permo-porosidade em depósitos de conchas de

moluscos holocênicos. Considera-se este estudo, como um ponto inicial na utilização de técnicas de imageamento aplicadas na identificação de espaços porosos e conectados de amostras semi-consolidadas, necessitando de trabalhos de detalhe que possam esboçar com mais precisão a complexidade dos fatores abordados nessa pesquisa.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGULO, R.J.& SOUZA, M.C. 2014. Revisão conceitual de indicadores costeiros de paleoníveis marinhos quaternários no Brasil. *Quaternary and Environmental Geosciences*. 05(2):01-32.
- BEHRENSMEYER, A. K. & KIDWELL, S. M. Source:Taphonomy's Contributions to Paleobiology. *Paleobiology*, v.11, n.1, p. 105-119, 1985.
- BRETT, C.E. Destructive taphonomic processes and skeletal durability. In: *Paleobiology*, p.211-230, 1990.
- CABRAL, C.L. 2018. *Registro das variações do nível relativo do mar na Península de Armação dos búzios, Rio de Janeiro: Análise de dados faciográficos e geocronológicos*. Bacharelado em Geologia – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Trabalho Final de Curso, 52 p.
- CAROZZI, A. V.; BOUROULLEC, J.; DELOFFRE, R.; RUMEAU, L. 1972. Microfacies du Jurassique d'Aquitaine. *Bulletin Centre de Recherches Pau*, volume special, n. 1, Pau France. 594p.
- CASTRO, J.W.A., SUGUIO, K, CUNHA, A.M., GUEDES, E., TÂMEGA, F.T.S., RODRIGUEZ, R.R. Rochas de Praia (Beachrocks) da Ilha do Cabo Frio, Arraial do Cabo: Registro Geológico Ímpar da Transição Pleistoceno - Holoceno no Estado do Rio de Janeiro. *Anuário do Instituto de Geociências*. v.35(1), p. 236-241, 2012.

CASTRO, J.W.A; SUGUIO, K; SEOANE, J.C.S; CUNHA, A.M; DIAS, F.F. 2014. Sea Level fluctuations and coastal evolution in the state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*. vol. 86 (2), p. 671 - 683.

CUNHA, A.M. 2012. *Malacofauna das acumulações bioclásticas holocênicas da bacia hidrográfica do rio Una, Cabo Frio e Armação dos Búzios, RJ: Identificação Taxonômica, Considerações Tafonômicas, Paleoambientais e Geocronologia*. Departamento de Geologia - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado, 82 p.

CUNHA, A.M; CASTRO, J.W.A; PEREIRA, F.M.B; CARVALHO, M.A; SUGUIO, K. 2017. Variações do nível relativo do mar durante o Holoceno na Bacia do Rio Una, Cabo Frio - Rio de Janeiro: Aspectos Sedimentológicos, faciológicos e geocronológicos. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. (Online), São Paulo, v.18, N°1, p.143-154.

FARINATI, E. A. & ZAVALA, C. Análisis tafonómico de moluscos y análisis de facies em la serie Holocena del Rio Quenqué Salado, Provincia De Buenos Aires, Argentina. In: VI CONGR ARGENTINO DE PALEONTOLOGIA Y BIOESTRATIGRAFÍA, Trelew, 1995. Actas, p.117-122.

FLESSA, K. W.; KOWALEWSKI, M. & Walker, S.E. Post-collection Taphonomy: shell destruction and the Chevrolet. *Palaios*, v.7, p. 553-554, 1992.

- GARCIA, C.B. 2017. *Caracterização Micro-Estrutura de cerâmicas supercondutoras do tipo SmBaCuO através do Software ImageJ*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo – Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, Dissertação de mestrado, 164 p.
- GRABAU, A. W., 1904. On The Classification of Sedimentary Rocks. *American Geologist*, v. 33, p. 228–247.
- HOLZ, M. & SIMÕES, M.G. *Elementos fundamentais de Tafonomia*. Porto Alegre, Editora da Universidade, UFRGS, 231 p., 2002.
- KIDWELL, S.; FURSICH, F & AIGNER, T. Conceptual framework for the analysis and classification of fossil concentrations. *Palaio*, v.1. p. 228-238, 1986.
- KIDWELL, S.M. 1991. The stratigraphy of shell concentrations. In: ALLISON, P.A. & BRIGGS, D.E.G. (Eds.), *Taphonomy: Releasing the Data Locked in the Fossil Record*. New York, Plenum Press, p. 211-290.
- MARTIN, L.; FLEXOR, J.-M.; BLITZKOW, D.; SUGUIO, K. Geoid change indication along the Brazilian coast during the last 7,000 years. In: CORAL REEF CONGRESS, 5., 1985. Tahiti, Proceedings, IGCP, Project 200, 3, p. 85-90.
- NUNES, R. A.; CARDOSO, L. M. S. 2018. *Segmentação de imagens digitais: uma abordagem investigativa com foco em micrografia de materiais*. Bacharelado em

Sistemas de Informação - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. Campos dos Goytacazes, Trabalho Final de Curso, 93 p.

PETERS, E. J. *Advanced Petrophysics: Geology, Porosity, Absolute Permeability, Heterogeneity, and Geostatistics*. Published by Oak Book Company Austin, TX: First Edition, 2012, v1.

PORTO BARROS. J. P; DAL' BÓ. P. F; FERNANDES. A.C.S & BORGHI. L. 2017. Caracterização Sedimentar e Tafonômica de Depósitos Bioclásticos na Reserva Tauá e Marina Porto Búzios (Holocene of the Rio de Janeiro State). *Anuário do Instituto de Geociências* v. 40 - 2 / 2017 p. 220-233.

RITTER, M. N & ERTHAL, F. Zona tafonomicamente ativa em ambiente estuarino-lagunar com base em moluscos da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *In: Carvalho, I.S., et al., (Eds.) Paleontologia: Cenários da vida*, v. 4, p. 355-379, 2011, Rio de Janeiro, Editora interciencia.

RAJAGOPALAN, S. et al. Evaluation of thresholding techniques for segmenting scaffold images in tissue engineering. 2004.

SIMÕES, M.G. & KOWALEWSKI, M. 1998. Shell Beds as Paleocological Puzzles: a Case Study from the Upper Permian of the Paraná Basin, Brazil. *Facies*, 38: 175-196.

SEVERIANO RIBEIRO, H.J.P. 2001. *Estratigrafia de Seqüências: Fundamentos e Aplicações*. São Leopoldo: Unisinos. 428p.

SEZGIN, M.; SANKUR, B. Survey over image thresholding techniques and quantitative performance evaluation. 2004.

SUGUIO K, MARTIN L, BITTENCOURT ACSP, DOMINGUEZ JML, FLEXOR J-M AND AZEVEDO AEG. 1985. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. Rev Bras Geoc 15(4): 273-286.

TERRA, G.J.S.; SPADINI, A.R.; FRANÇA, A.B.; SOMBRA, C.L.; ZAMBONATO, E.E.; JUSCHAKS, L.C.S.; ARIENTI, L.M.; ERTHAL, M.M; BLAUTH, M.; FRANCO, M.P.; MATSUDA, N.S.; SILVA, N.G.C.; JUNIOR, P.A.M.; D'AVILA, R.S.F.; SOUZA, R.S.; TONIETTO, S.N.; ANJOS, S.M.C.; CAMPINHO, V.S.; WINTER, W.R., 2010. Classificação de rochas carbonáticas aplicável às bacias sedimentares brasileiras. Boletim de Geociências Petrobras, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p.9-29, nov.2009/maio 2010.

VALENTIN, H. 1952. *Die Küsten der Erde, Petermanns. Geog. Mitt. Erg.246. Gotha: Justus Perthes.*118p.

IMAGEJ. 2018. Introduction. Disponível em:
<https://imagej.nih.gov/ij/docs/intro.html>>Acesso em 23 out. 2018 e 10 nov. 2018.

BINARY. 2018. ImageJ Documentation. disponível em:
<<http://imagejdocu.tudor.lu/doku.php?id=gui:process:binary>> Acesso em 25. Jan. 2018.