



AVALIAÇÃO DO POTENCIAL AURÍFERO NOS SEDIMENTOS DO VALE DO RIO POTI, CEARÁ, BRASIL

Evaluation of the Auriferous Potential in the sediments of the Rio Poti valley

Natália LACERDA¹, Robert Andrade SANTOS¹,
Christiano MAGINI², Sebastián Chiozza GONSALEZ²

RESUMO: O ouro, conhecido pelo seu valor e status na sociedade, é um bem mineral que na sua história teve a exploração pioneira em sistemas sedimentares aluvionares devido a facilidade de extração. Com os indícios de concentrados de bateia no Rio Poti, que nasce no estado do Ceará e corre para o estado do Piauí, vislumbrou-se um possível potencial aurífero nessa região. Com o objetivo de avaliar esse potencial e os possíveis modelos de ocorrência do ouro, delimitou-se uma área a cerca de 60 quilômetros a oeste da cidade de Crateús-CE. Em locais selecionados, foram realizadas coletas de sedimentos tanto do paleoterraço do Rio Poti quanto do leito ativo, totalizando 14 amostras que foram concentradas e analisadas em laboratório. Desde o primeiro ponto no Ceará até o último, no estado do Piauí o ouro foi identificado em praticamente todo percurso, de aproximadamente 35 km. Geologicamente, a área está inserida na divisa de duas grandes províncias, a Província Borborema na porção leste, e a Província do Parnaíba (Bacia do Parnaíba) na porção centro-oeste. A configuração geológica sugere que a Província Borborema pode ser fonte de ouro e a Província Parnaíba se apresenta como região de acumulação desse metal em sedimentos de aluvião, devido a erosão e drenagem dos materiais provinientes das rochas cristalinas. Com base na análise do imageamento aerofotográfico contrastado com observações de campo, foi possível delimitar diferentes condições de sedimentação, reconhecendo-se paleoterraços conglomeráticos com matriz arenoargilosa nas bordas do vale e areias finas a grossas e cascalheiras seixosas no leito ativo. Os estudos mostram que o ouro é superficialmente puro, e que sua granulometria varia de 100 a 600 micras, com as maiores concentrações ocorrendo nos paleoterraços.

Palavras-chave: Ouro; Rio Poti; Aluvião.

ABSTRACT: Gold, known for its value and status in society, is a mineral asset that in its history had pioneering exploration in alluvial sedimentary systems due to its ease of extraction. With the evidence of pan concentrates in the Rio Poti, which begins in the state of Ceará and flows to Piauí, the possibility of a gold-bearing potential in this region was glimpsed. For this, an area about 60 kilometers west of the city of Crateús – CE was delimited with the objective of evaluating this potential and the possible models of gold occurrence. For this purpose, samples were collected both from the paleoterrace of the river and from the river active course, which were all concentrated and analyzed in the laboratory. From the first point in Ceará to the last, in the state of Piauí, gold was identified virtually all the way, of approximately 35 km long. Geologically, the area is located on the border of two large

¹ Graduação em Geologia – Universidade Federal do Ceará – UFC

² Departamento de Geologia – Universidade Federal do Ceará – UFC



provinces, the Borborema Province in the eastern portion, and the Parnaíba Province (Parnaíba Basin) in the central-western portion. Geological configuration suggests that Borborema Province holds the source of gold and Parnaíba would be the region of alluvial sedimentary accumulation of this mineral due to drainage and erosion of crystalline rocks. Based on aerophotographic imaging analysis contrasted with field observations, it was possible to delimit different sedimentation conditions, recognizing paleoterraces with sandy-clay matrix on the edges of the valley and fine to thick sands and pebble pebbles on the active bed. This study shows that gold is pure and that its grain size varies from 100 to 600 microns, with the highest concentrations occurring on the paleoterraces.

Keywords: Gold, Poti reiver, Alluvial.

1. INTRODUÇÃO

A exploração de ouro em sistemas sedimentares aluvionares é provavelmente a mais antiga forma de explorar este bem mineral. O Brasil foi, em 1983, o 4º produtor mundial de ouro, totalizando oficialmente 53,7 toneladas das quais 86,3% foram provenientes de garimpos, 13,2% de minas propriamente ditas e 0,5% de pedidos de pesquisa (ANM). Muito diferente dos dias atuais, onde, de acordo com o Instituto Brasileiro de Gemas & Metais Preciosos (IBGM), o país produz mais de 90 toneladas de ouro por ano, destes, mais de 75% provem de grandes mineradoras. Os dados mostram que naquela época se destacava a extração de ouro nos garimpos; entretanto, a mesma era predominantemente realizada de maneira informal e carecendo de controles. A realidade atual dos depósitos aluvionares em conjunto com as regulamentações ambientais não permitem mais que os garimpos legalizados sejam conduzidos de forma arcaica, sem planejamento e utilizando de trabalho braçal para lavra. Hoje é necessário incentivar a busca por conhecimento técnico-científico para a melhoria contínua e a otimização da recuperação do ouro aluvionar que, na

medida em que se avança para horizontes mais profundos, se apresenta com granulometria cada vez mais fina (RICARDO et al, 2021). A ocorrência de ouro aluvionar no estado do Ceará foi descrita em inúmeras localidades desde os anos 60, particularmente na Formação Serra Grande na região de Ipú. Por outra parte, estudos realizados na região de Novo Oriente pela CPRM (Folha Novo Oriente, 2015), mostram ocorrências de ouro em trechos de drenagens ao longo de toda folha. Estes resultados foram obtidos através de concentrados de batéia em 98 estações de coleta e enviados posteriormente para análise laboratorial.

Recentemente novas ocorrências registradas em rochas da região de Reriutaba e nos sedimentos arenosos no vale do Rio Poti impulsionaram novos requerimentos, assim como a amostragem preliminar realizada em julho de 2021, cujos resultados positivos levaram à realização deste projeto. Estas ocorrências têm em comum estarem na mesma bacia hidrográfica onde o depocentro é o rio Poti, que atravessa o estado do Ceará em direção oeste para continuar seu curso no estado do Piauí (Fig. 1).

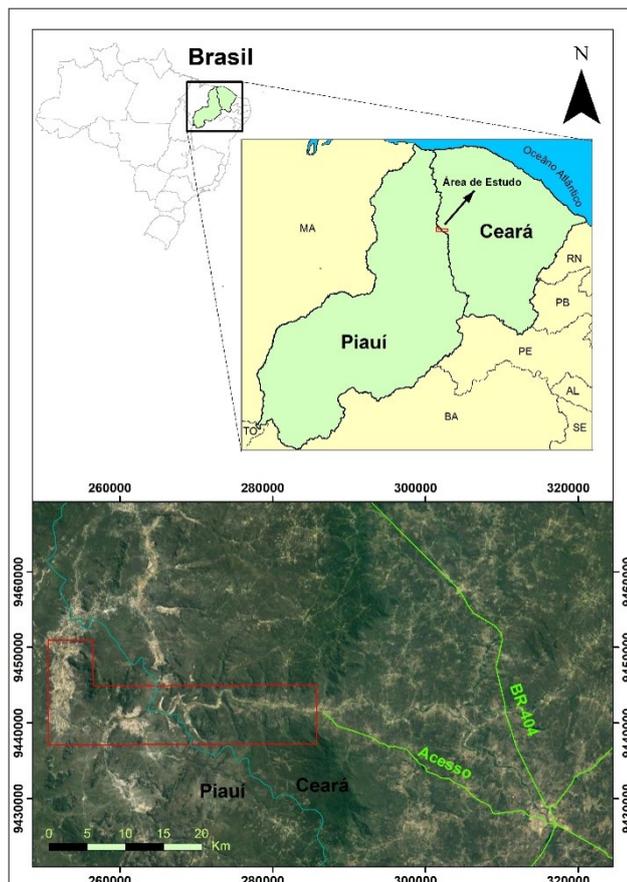


Figura 1: Mapa de localização do trecho do Rio Poti amostrado nesta pesquisa. Fonte: Elaborado pelos autores.

A exploração no Ceará não apresenta registro formal ou histórico, embora ocorram explorações caseiras de cavas na região do município de Ipu, e nas proximidades da Serra Grande que são descritas por moradores locais, assim como a ocorrência de garimpagem pequena no rio Poti. Este trabalho se desenvolve na região da Serra Grande de Ibiapaba, focando especificamente no Canyon do Poti, que apresenta calha de relevo baixo sendo a única drenagem que corre para oeste em direção ao Piauí. A área selecionada para o estudo se encontra entre os municípios de Ibiapaba - CE e Buriti do Montes - PI (Fig. 1), observando-se que a particular geomorfologia local seria propensa a

desenvolver a ocorrência de ouro, já que nos terrenos a montante, as rochas fontes são férteis suficientes para gerar anomalias deste metal precioso em sedimentos de rio (terraços e sedimento de calha).

2. OBJETIVOS

O trabalho tem como objetivo fundamental avaliar o potencial de ouro de aluvião numa porção do rio Poti, auxiliando no fomento a exploração de depósitos auríferos no sudoeste do estado do Ceará e contribuindo com o conhecimento da geologia e metalogênese dessa região.

De forma mais detalhada, os objetivos do projeto foram:



- Realizar um estudo quantitativo da ocorrência de ouro;
- Levantar hipóteses de possíveis modelos de ocorrência e/ou transporte das partículas;
- Realizar imageamento aerofotográfico da área estudada para dar suporte à análise e dimensionamento das ocorrências.

3. METODOLOGIA

Com base numa amostragem preliminar realizada no leito ativo e nos paleoterraços do rio Poti através de coletas aleatórias não padronizadas, foram analisadas 8 amostras, das quais 6 apresentavam presença de ouro em pintas. Destas 6 amostras foi realizada uma avaliação semi-quantitativa, considerando tamanho, forma e traço geoquímico das partículas de ouro. A composição química foi determinada com Microscópio de Varredura Eletrônica MEV da marca Hitachi, modelo TM 3000 no Departamento de Geologia da UFC. A partir dessa base de informações, foram selecionados os locais alvo para recolhimento de novas amostras através de procedimentos padronizados e destinadas a obtenção de parâmetros quantitativos.

A campanha para recolhimento das novas amostras nos pontos predeterminados foi realizada entre os dias 24 e 28 de janeiro de 2022.

As novas amostras foram coletadas nos sítios identificados como ponto 1 - Saco da cruz, ponto 2 - Oiticica, e ponto 3 - Fazenda, cujas localizações podem observar-se na Figura. 2.

De cada um dos pontos mencionados foram recolhidas duas amostras com um peso inicial de 50 kg. Após o material ser retirado com uma pá e colocado em sacos, realizou-se a pesagem inicial com uma balança suspensa portátil de gancho (tipo peixeiro).

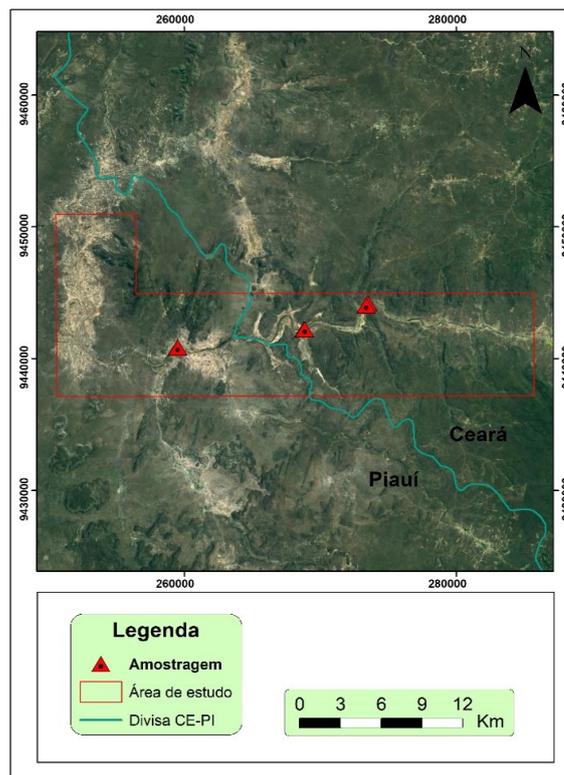


Figura 2: Imagem Google com localização dos pontos amostrados: 1 - Saco da cruz, 2 - Oiticica, e 3 - Fazenda. Fonte: Elaborado pelos autores.

Na continuação, as amostras foram submetidas no próprio local de coleta a um processo de separação granulométrica por peneiramento, utilizando-se sequencialmente malhas de 20 x 20 mm, 2 x 2 mm, e 1 x 1 mm. Todas as frações separadas foram pesadas e, em virtude de que as partículas de ouro identificadas na amostragem preliminar apresentavam



tamanhos inferiores a 1 mm, as frações <1 mm foram submetidas *in loco* a um processo de separação por gravidade através de bateamento. Para isso, utilizou-se uma bateia de 50 cm de diâmetro, semelhante às utilizadas na mineração de pequena escala, objetivando concentrar os minerais pesados da amostra, incluindo o ouro aluvionar. O bateamento foi realizado dentro de uma bacia auxiliar para que o sedimento não fosse perdido e assim, poder verificar se parte desse ouro poderia vir a ser perdido no processo de bateamento. Tal verificação foi realizada de maneira simples, submetendo o sedimento do fundo da bacia (que teria sido descartado) a um novo processo de bateamento.

Posteriormente, as amostras pré-concentradas em campo passaram por separação magnética para remoção dos minerais ferromagnéticos e seguiram para separação manual sob lupa binocular para obtenção das partículas de ouro.

Finalmente, os grãos de ouro mais representativos foram analisados no MEV (microscópio eletrônico de varredura) do Departamento de Geologia da UFC para determinar sua composição química e avaliar a presença de possíveis contaminantes.

O trabalho de campo envolveu também a realização de levantamentos aero-fotográficos que objetivaram obter imageamentos da área estudada no intuito de gerar cartografia 3D com alto nível de detalhamento, para analisar as características dos ambientes de amostragem, delimitando zonas de leito ativo e paleoterraços. Esses levantamentos foram realizados nas

três áreas selecionadas para coleta de amostras, utilizando um drone DJI Phantom 4 PRO.

O planejamento, execução e monitoramento dos voos foi realizado através do aplicativo *Pix4D Capture*, o qual permitiu definir as poligonais das áreas mapeadas e o sentido das linhas de voo.

A altura de aquisição das imagens foi estabelecida em 100 ou 120 metros, dependendo das especificidades da área do levantamento, realizando-se voos de aproximadamente 16 minutos de duração.

Para cada área imageada, foram estabelecidos dois pontos de controle temporários necessários para referenciar o posterior processamento das imagens. Para georreferenciamento dos pontos utilizou-se um GPS geodésico de duas frequências (L1/L2) Topcon Hiper SR. Os levantamentos foram executados no modo estático com intervalo de coleta de 1 segundo e tempo de rastreamento maior que 90 minutos. Para realizar o pós-processamento e determinar as coordenadas dos marcos temporários, utilizou-se o serviço de Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

O processamento das imagens foi executado com o software *Agisoft Metashape Professional*, para gerar ortomosaicos e modelos digitais de superfície (MDS). Uma vez importadas as imagens obtidas com o drone e introduzidas as coordenadas dos marcadores temporários, as imagens foram processadas gerando inicialmente uma nuvem de pontos



(dense cloud) e, em seguida o MDS e o ortomosaico. Os processamentos receberam acabamentos com o programa *Agisoft*, e os produtos gerados foram finalmente tratados no programa *Arcgis 10.3*, onde foi gerado o layout final incluindo a delimitação do leito ativo e do paleoterraço, os pontos de amostragem e os marcos temporários.

4. GEOLOGIA LOCAL

A Geologia local corresponde a uma porção da Bacia do Parnaíba que é representada majoritariamente pelo Grupo Serra Grande (SMALL 1914) composto por arenitos, conglomerados e calcários (Fig. 3). De acordo com a concepção de Carozzi *et al.* (1975) o Grupo possui três formações: Ipu, Tianguá e Jaicós. Além dos limites da Bacia do Parnaíba, ocorrem remanescentes do Grupo Serra Grande, em vários pontos isolados do nordeste do Brasil, como no vale do Cariri, na Chapada do Araripe e nas bacias de Jatobá e Sergipe-Alagoas. (CAPUTO E LIMA, 1984).

Este sistema sedimentar sofreu fraturamento e conseqüentemente erosão e deposição de sedimentos de calha fluvial (terraços e sedimentos de corrente) durante a evolução geomorfológica do Cânion do Rio Poti. Este rio, entalhado primariamente numa falha geológica que secciona transversalmente o Planalto da Ibiapaba, pode ter seu curso fluvial subdividido em alto, médio e baixo. Os depósitos aluvionares são bastante heterogêneos, variando entre cascalhos, areias e componentes argilosos. Depósitos de areia e cascalho

estão geralmente próximos ao leito da drenagem, enquanto depósitos de argila são localmente encontrados nas margens, representando “antigas” planícies de inundação ou paleoterraços.

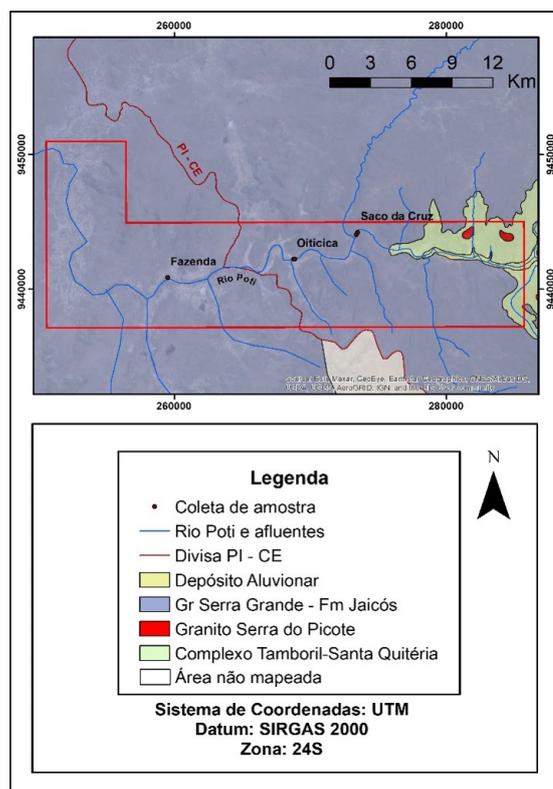


Figura 3: Mapa geológico da área de estudo e entorno. Fonte: Elaborado pelos autores

4.1 Grupo Serra Grande

Segundo descrito no mapa geológico do Ceará da CPRM de 2020, a formação Jaicós do Grupo Serra Grande é a única unidade presente na área. A mesma está integrada por arenitos em parte arcoseanos, de cor bege e de granulometria média a grossa, apresentando também membros conglomeráticos que gradam para arenitos finos e siltitos. Destaca-se a presença de estratificação plano-paralela e cruzada, de médio a grande porte, tabular e acanalada.

Em campo a litologia mais presente foi de fato o arenito, que apresenta granulação bem diversificada, variando de fina a muito grossa, frequentemente com estrutura bandada observável em diferentes

escalas (Figs. 4a e 4b). No que diz respeito a mineralogia, a presença mais marcante é de K feldspato e quartzo, sendo notadas micas em menor quantidade.

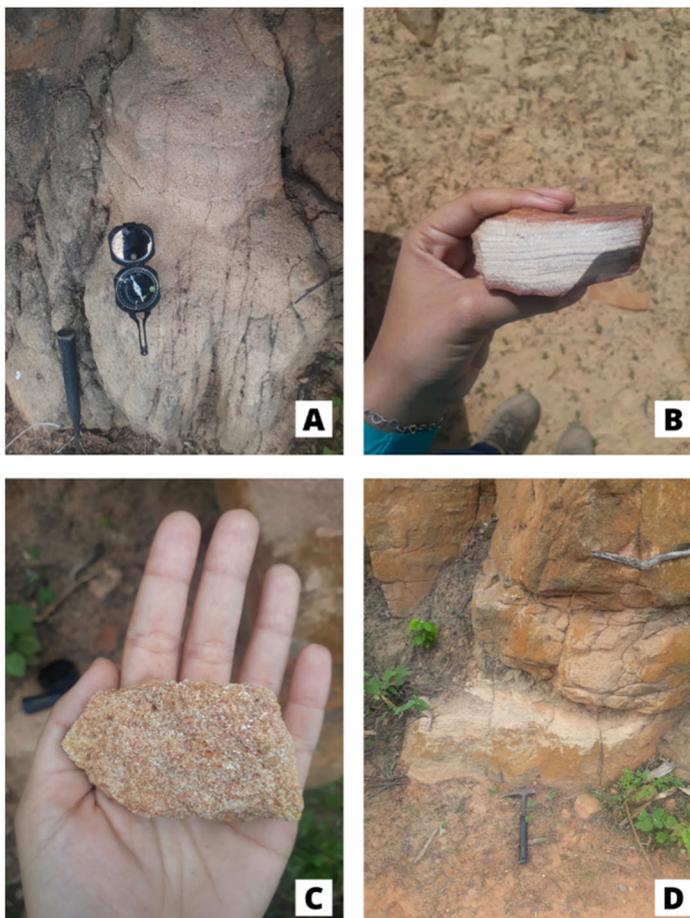


Figura 4: A) Granulações entre média e grossa; B) Bandamentos granulométricos e composicionais do arenito; C) Amostra apresentando níveis de alteração do feldspato; D) Afloramento com atitude 040/11. Fonte: Autores.

No percurso do rio, os afloramentos da formação Jaicós se diferenciam, variando sua granulação de areia grossa a muito grossa e apresentando níveis conglomeráticos mal selecionados. Os afloramentos exibem estratificação cruzada, e um possível padrão de planos de acamamento (Figs. 5a e 5c) com registro de atitudes de 331/03 e 342/06,

que evidenciam um mergulho muito suave para NW. Em determinados setores os arenitos aparecem melhor selecionados e incluem concreções de quartzo.

Outra particularidade observada é a presença de icnofósseis no arenito (Fig. 6). Segundo Viana *et al* (2010), por meio da sua pesquisa no noroeste do estado foram descobertas dez

localidades icnofossilíferas, nos quais pelo menos 17 icnogêneros foram

identificados, e dessas 17, 9 são novidades taxonômicas.

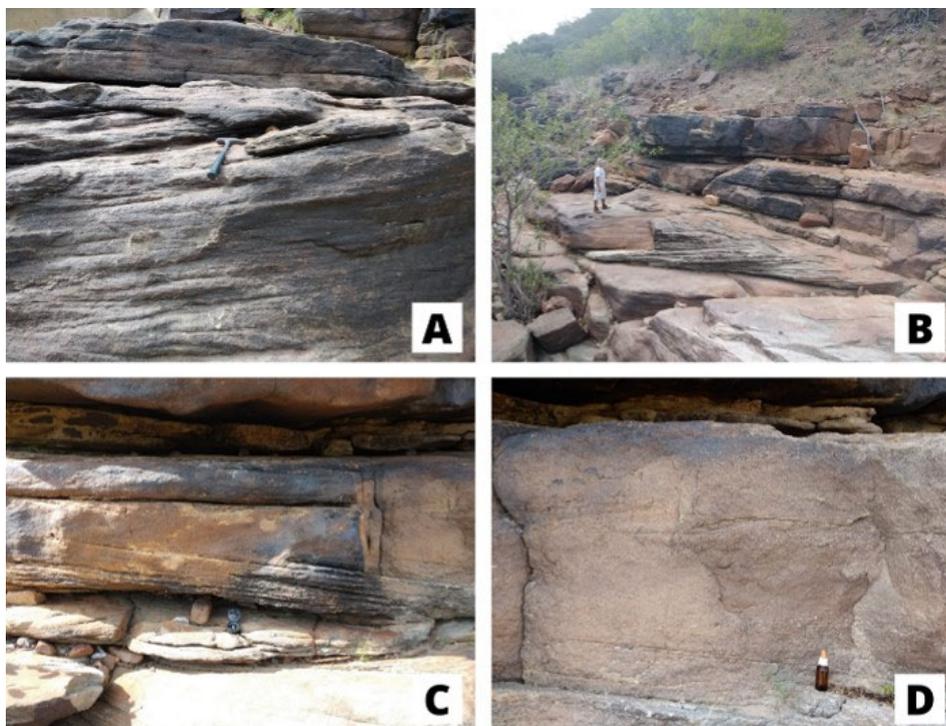


Figura 5: A) Estratificação cruzada presente no arenito; B) Pacotes subhorizontais de tamanhos variados; C) Estratificação cruzada; D) Nível conglomerático, sedimentos apresentando até 1cm de tamanho. Fonte: Autores.



Figura 6: Icnofósseis presentes no arenito do Grupo Serra Grande. Fonte: Autores.



4.2 Sedimentos inconsolidados

Outro destaque importante da geologia local são os sedimentos inconsolidados do Quaternário, que provavelmente desenvolveram-se em função do recuo erosivo da escarpa da Serra Grande, onde grande volume de material desagregado foi transportado e depositado na forma de colúvio e alúvio. Os sedimentos colúvio-eluviais correspondem a coberturas de sedimentos inconsolidados, de granulometria fina a média, de composição arenosa e silítico-argilosa, dispostos sobre litologias do embasamento cristalino. Seixos líticos de arenitos e siltitos também são frequentes. Estas coberturas podem chegar até 10-20 metros de espessura ocorrendo na forma de mesetas, com bordas suavemente inclinadas, dissecadas pela drenagem local. De acordo com a CPRM na folha Crateús SB.24-V-C-III (2017), em mapa de contagem total dos raios gama, estes sedimentos inconsolidados também são facilmente distinguidos por apresentarem baixa contagem radiométrica em comparação com o embasamento cristalino. Com base em estudos de campo, Barbosa *et al.* (1977) descreveram estas coberturas sob a designação de “Coberturas colúvio-eluviais indiferenciadas” e sugerem a partir das feições morfológicas, distribuição geográfica e características litológicas dos sedimentos, uma origem a partir do retrabalhamento de sedimentos do Grupo Serra Grande e das rochas cristalinas da escarpa. Os detritos da Serra Grande teriam sofrido desagregação mecânica e posterior transporte em ambiente fluvial. Em

relação à distribuição do sedimento, observa-se que os depósitos de areia e cascalho estão geralmente associados ao leito do curso fluvial, enquanto depósitos de argila são encontrados nas margens, representando “antigas” planícies de inundação.

5. RESULTADOS

Conforme mostrado no mapa geológico da área de estudo (Fig. 2), foram coletadas amostras em 3 localidades diferentes. São elas: Saco da Cruz, Oiticica e Fazenda.

5.1 Saco da Cruz

Na análise dessa amostra encontraram-se 20 pintas de ouro nos 2 pontos de amostragem na primeira etapa, a maioria placóide e algumas granulares. Variam de 200 a 700 micras. Das 8 análises de MEV-EDS realizadas, 3 delas apresentaram 100% de pureza em Au, nas outras 5 foi identificado traços de ferro e rubídio.

Foi encontrado ouro nas duas amostras coletadas na segunda etapa, com formato placóide e tamanho variando de 100 a 600 micras, com algumas pintas com tamanho inferior a 100 micras. No entanto uma nova característica se apresentou nessa amostra, partículas de ouro, menores que 100 micras incrustadas dentro dos minerais biotita e quartzo podem ser observadas como ilustrado na Figura 7. Essa nova descoberta dá indícios de que a área fonte está ligada a uma origem xistosa, provavelmente associados a veios de quartzo, do grupo Novo Oriente, ou até mesmo aos xistos do neoproterozóico.

Assim como no ponto Oiticica, juntou-se as pintas de ouro da primeira e segunda etapa com o objetivo de quantificar esse conteúdo. E, no total de 75 kg de amostra inicial, as pintas foram pesadas e foi obtido o resultado de 0,0019 g, fazendo uma equação simples para verificar a estimativa desse ponto, têm-se que o conteúdo aurífero é de aproximadamente 0,025 g/tonelada.

Assim como no ponto Oiticica, esse valor não é extremamente preciso pela perda que pode ocorrer durante o bateamento e pelo tamanho das partículas que podem ser perdidas no processo de separação manual.

Abaixo os resultados das análises EDS a fim de confirmar a pureza do (Fig. 8, 9 e 10).

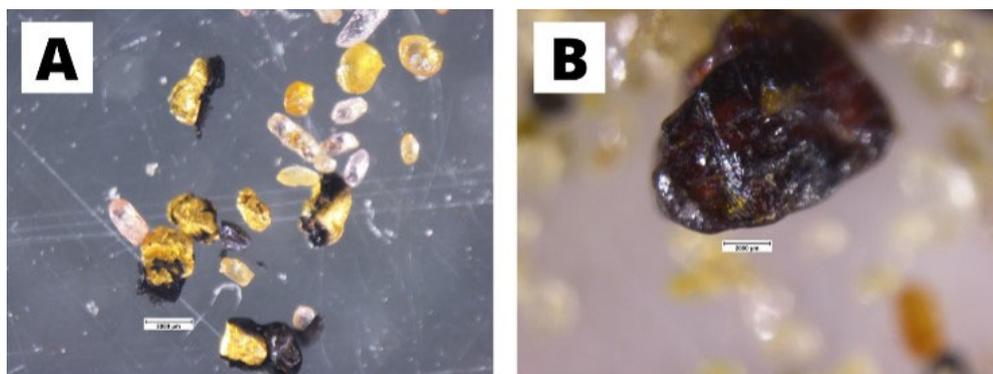


Figura 7: A) Ouro incrustado em biotita observado na amostra 01 do Ponto 1 Saco da Cruz; B) Quartzo com pintinhas amarelas que podem ser ouro, observado na amostra 01 do Ponto 1 Saco da Cruz. Fonte: Autores.

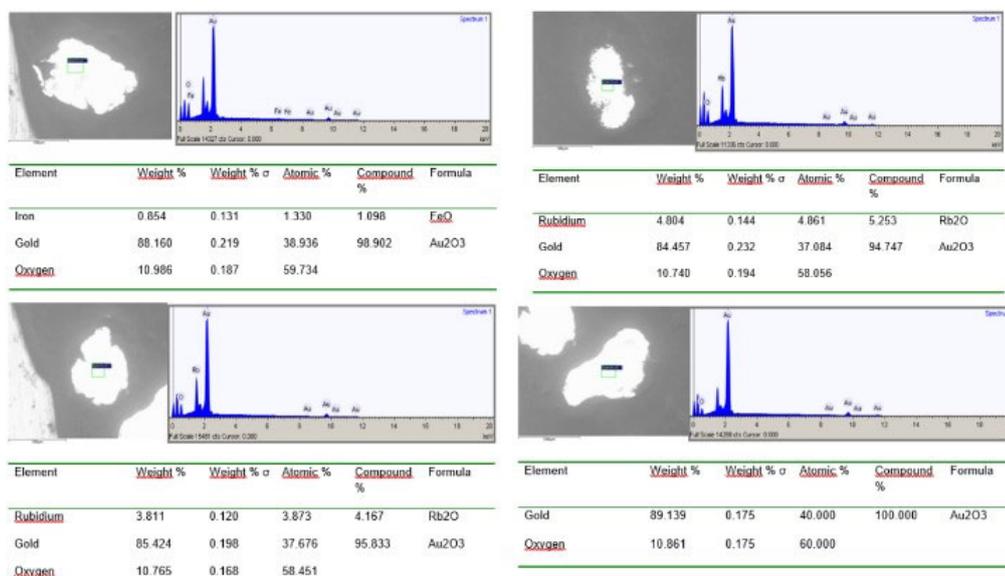


Figura 8: Análises em EDS de pintas de ouro. Amostra 07 do Rio Poti 2021 (Saco da Cruz). Fonte: Autores.

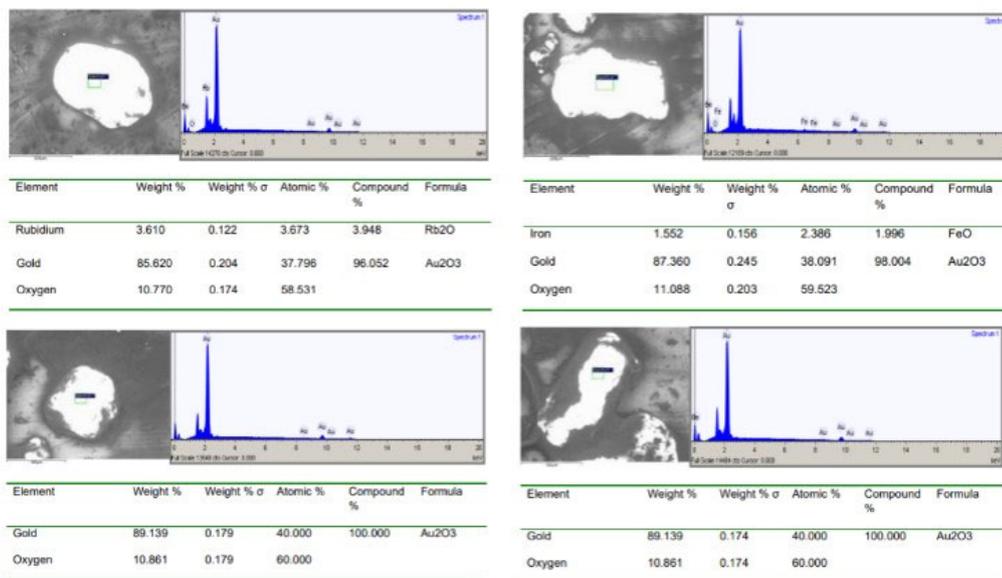


Figura 9: Análise em EDS de pintas de ouro. Amostra 08 do Rio Poti 2021 (Saco da Cruz). Fonte: Autores.

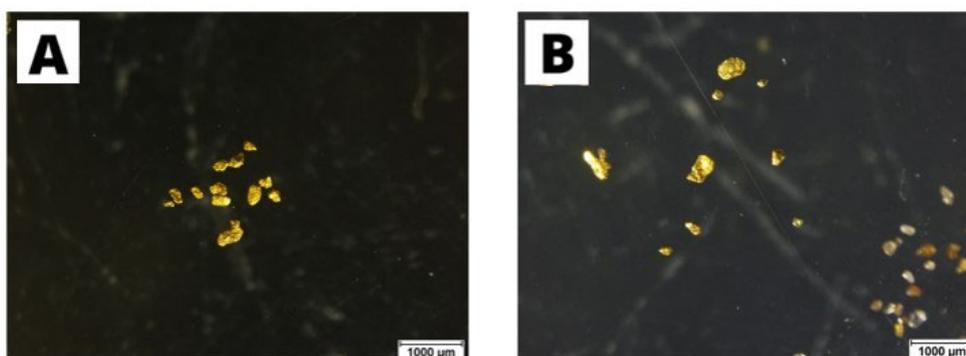


Figura 10: A) Amostra 7 do Rio Poti, 2021, Saco da Cruz, 12 pintas concentradas; B) Amostra 8 do Rio Poti, 2021, Saco Cruz, 8 pintas. Fonte: Autores.

5.2 Oitica

Foram encontradas mais de 50 pintas de ouro, onde predominam formas placoides e algumas granulares. O tamanho da maioria das partículas varia de 100 a 600 micras, com algumas raras partículas com tamanho inferior a 100 micras, portanto trata-se de ouro fino em sedimento grosseiro com uma fração de argila (10%). A análise no EDS/MEV apresentou-a como ouro puro com pequenos traços de ferro, tântalo e rubídio porém não conclusivos (Fig. 11).

Para quantificar o ouro presente no paleoterraço do ponto Oitica, juntaram-se as pintas encontradas na primeira etapa com as que foram encontradas nessa segunda, como mostra o item C da Figura. 12, totalizando 0,0047 g de ouro para um total de 75 kg de amostra. Considerando esses valores, o ponto apresenta uma concentração estimativa de 0,062 g/tonelada de ouro.

Deve-se considerar ainda que esse valor não é altamente preciso já que como observado no teste de perda de bateia no processo de concentração o aproveitamento não é o máximo possível. Durante a seleção do ouro em

laboratório, nas amostras não magnéticas, também pode haver perda devido ao tamanho da partícula e por ser um procedimento manual que demanda precisão e delicadeza na hora de ser realizado.

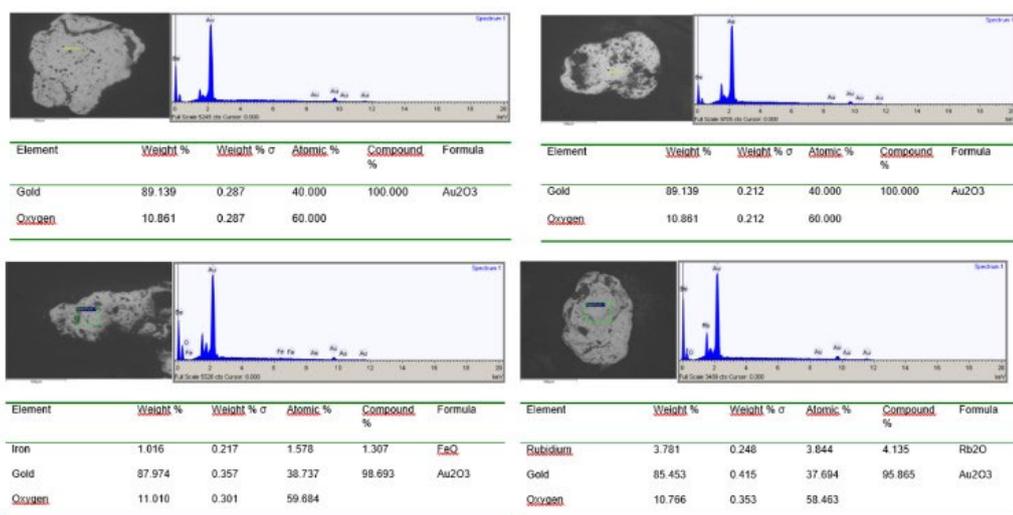


Figura 11: Análises em EDS de pintas de ouro. Amostra 01 do Rio Poti 2021 (Oiticica). Fonte: Autores.

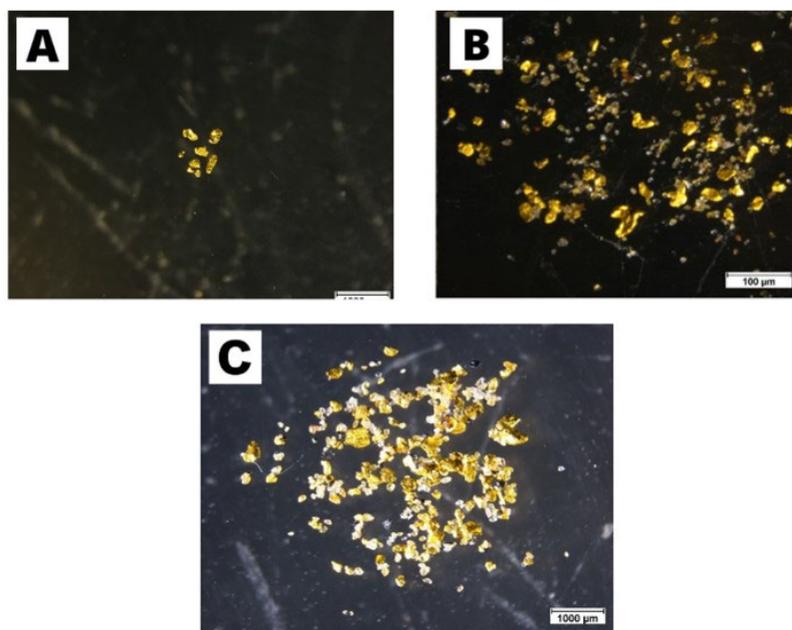


Figura 12: A) Amostra 2 do ponto Oiticica; B) Amostra 1 do rio Poti, 2021: Concentrado de pintas de ouro com formas placóides e granulares, aumento 80x; C) Ouro presente nas duas etapas de campo referentes ao ponto Oiticica. Fonte: Autores.

5.3 Fazenda

Mais de 20 pintas foram encontradas na primeira etapa, semelhantes às do ponto Oiticica no que se refere ao seu formato placóide e seu tamanho. Na segunda etapa de campo, no entanto, não foram encontradas novas ocorrências de ouro nas

amostras coletadas no leito ativo do rio, sendo uma amostra no sedimento arenoso e uma no sedimento arenoso conglomerático. Algumas das pintas encontradas foram levadas para o MEV, e têm seu resultado apresentado nas Figuras 13 e 14.

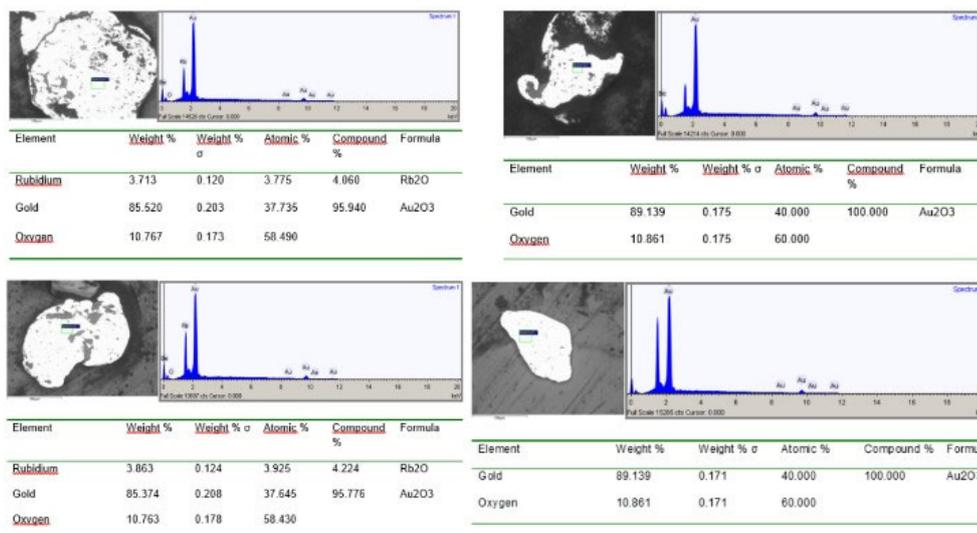


Figura 13: Análises em EDS de pintas de ouro. Amostra 04 do Rio Poti 2021 (Fazenda). Fonte: Autores.

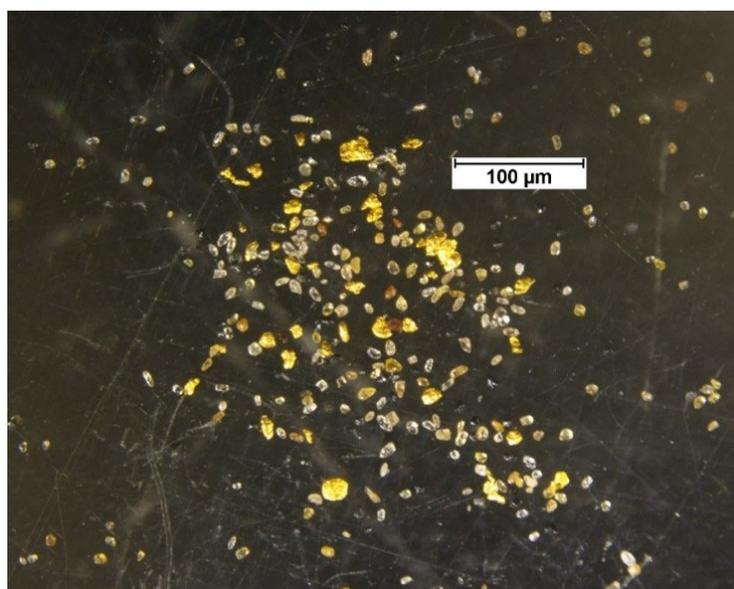


Figura 14: Amostra 04 do Rio Poti 2021, Fazenda. Mais de 20 pintas de ouro. Fonte: Autores.

6. ÁREAS FONTE – DISCUSSÃO

O ouro aluvionar poderia ter sua procedência ligada às ocorrências de ouro em rochas cristalinas, com potenciais áreas de aporte nas regiões de Ararendá e Reriutaba ao norte do Rio Poti (SILVA *et al.*, 2016 e SAMPAIO *et al.*, 2019) e a região de Novo Oriente ao sul (CPRM, folha Novo Oriente, 2015) (Fig. 15). Segundo esta proposta, o ouro seria provavelmente transportado para regiões mais baixas da bacia hidrográfica, originando reservas aluvionares na calha do rio Poti. Em média os paleoterraços apresentam uma quantidade maior no conteúdo aurífero do que o leito ativo levando a crer que a acumulação se deu nessas porções e com as influências intempéricas esse conteúdo pretérito foi sendo dispersado pelo leito do rio (Fig. 16).

O Grupo Novo Oriente está localizado na porção sudoeste do DCC, mais precisamente no Sub-Domínio

Acaraú. Cavalcante *et al.* (2003) dividiram o grupo em duas formações: Formação Bonsucesso, dominada por sedimentos clásticos-psamíticos; e Formação Caraúbas, predominantemente pelítica, com contribuição sedimentar química. A ocorrência de rochas metamáficas e metaultramáficas compõe menos de 10% da sequência e é evidente pela intercalação de rochas de composição básica-ultrabásica.

A Formação Caraúbas aflora na porção nordeste, onde seus principais tipos litológicos incluem: 1) xistos micáceos com porfiroblastos de granada \pm estaurolita \pm silimanita \pm cianita \pm cordierita, com grande variação no conteúdo quartzo-feldspático, que pode desenvolver subordinadamente camadas de quartzito finos; 2) filitos e metarenitos finos com ou sem biotita; 3) metacalcários; 4) rochas metabásicas e metaultrabásicas; 5) derrames ácidos e seus produtos piroclásticos, além de vulcanoclásticas.

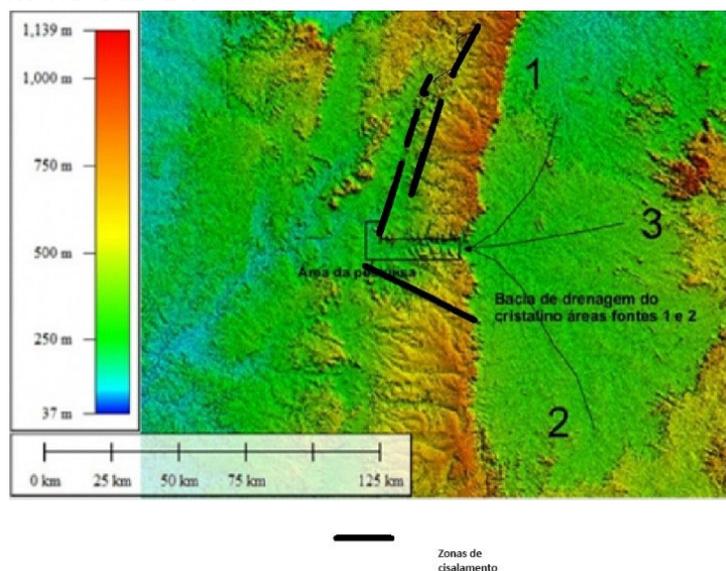


Figura 15: Modelo digital de elevação com destaque da área de estudo. A figura mostra duas possíveis áreas fontes, a 1 que corresponde a região de Ipu e Reriutaba-CE, a área fonte 2 que se refere a região de Novo Oriente-CE, a região 3 refere-se a Serra das Pipocas, todas com ocorrências de ouro. Fonte: Elaborado pelos autores.



A Formação Bonsucesso aflora na porção sudoeste com predomínio de quartzitos em parte micáceos, localmente intercalados com metabasaltos e mostrando seções conglomeráticas. De acordo com Ferreira (2008) o Grupo Novo Oriente possui idade Mesoproterozóica e indica um ambiente de deposição do tipo rifte para a sequência metavulcano-sedimentar, sendo correlacionado ao evento extensional estateriano associado às faixas Orós (Domínio Rio Grande do Norte ou Jaguaribeano) e Espinhaço (Cráton São Francisco).

A região de Reriutaba é também uma possível área fonte do ouro (SAMPAIO *et al.*, 2019). A cidade fica situada em domínios de coberturas metassedimentares que é classificada por Cavalcante *et al.* (2003) como Complexo Ceará, que é dividido nas unidades Arneiroz, Canindé, Independência e Quixeramobim. De acordo com Arthaud (2007), essas unidades são formadas por xistos e gnaisses pelíticos ou semipelíticos, com contribuições menores de mármore, quartzitos, rochas calcissilicáticas e raras metagrauvacas. As intercalações de anfibolitos são comuns, já os metarriolitos e metarriodacitos ocorrem, mas são raros. Além disso, existem algumas ocorrências de retroeclogitos associados a essas sequências metavulcano-sedimentares (CASTRO, 2004; GARCIA & ARTHAUD, 2004; GARCIA *et al.*, 2006; SANTOS *et al.*, 2009). As coberturas metassedimentares são interpretadas como uma sequência de margem continental passiva associada à abertura do Oceano Goiás-Pharusiano, que se

iniciou em torno de 850 Ma, e que foi intensamente deformado e metamorfizado no final do Neoproterozóico durante a Orogênese Brasileiro/Pan-Africana, que ocorreu a cerca de 600 Ma (ARTHAUD, 2007; ARTHAUD *et al.*, 2008). Essas rochas foram submetidas a metamorfismo de alta pressão (assembleias de almandina, cianita, mica branca e rutilo), durante os primeiros estágios do empilhamento de nappes e, posteriormente, na colisão dos continentes, por metamorfismo regional que chegou à fácies anfibolito de alta temperatura (assembleias de silimanita, biotita e plagioclásio) frequentemente acompanhado de migmatização, atingindo localmente condições de fácies granulito (ARTHAUD *et al.*, 2015).

A mineralização de ouro orogênico de Reriutaba ocorre por quase 1 km ao longo de falhas e fraturas ENE/WSW hospedada nas rochas metavulcano-sedimentares da Unidade Canindé do Grupo Ceará. Sendo composta por veios de quartzo mineralizados associados com brechas hidrotermais mineralizadas que sobrepuseram, devido aos falhamentos e as brechações associados com a percolação de fluidos hidrotermais, os migmatitos, anfibolitos, rochas calcissilicáticas e xistos da Unidade Canindé (SAMPAIO *et al.*, 2019).

A bacia de drenagem da região do Rio Poti absorve rochas erodidas oriundas das unidades litoestratigráficas do Complexo Ceará, Grupo Novo Oriente, Grupo Ceará, Migmatitos diversos do Complexo Tamboril Santa Quitéria e parte dos sedimentos arenosos da borda leste da Bacia do Parnaíba.

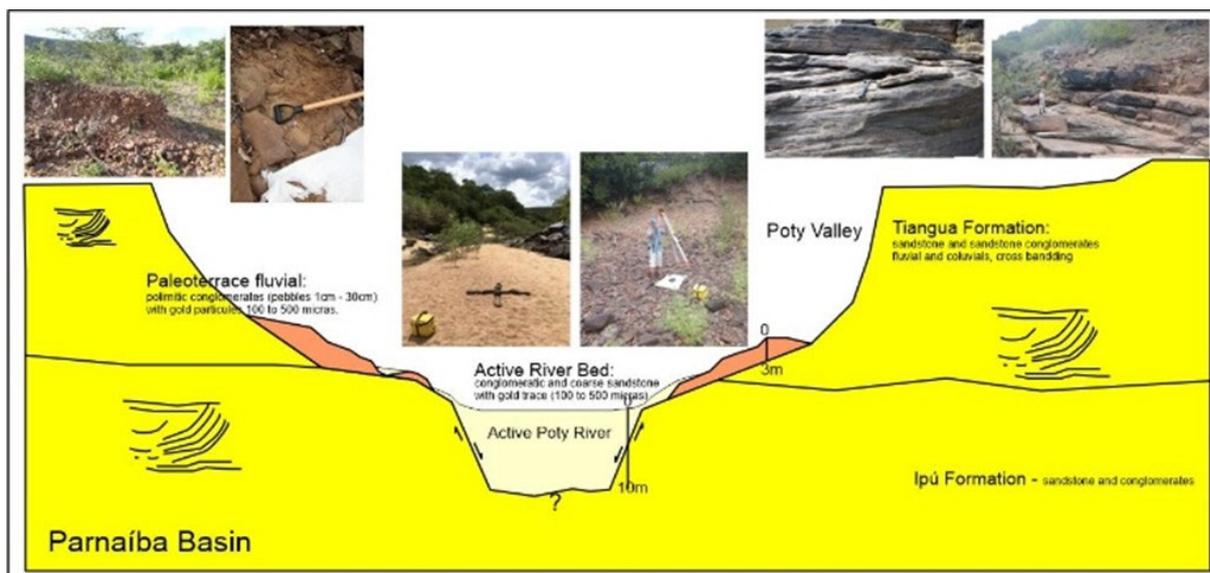


Figura 16: Perfil esquemático elaborado para ilustrar a deposição de ouro aluvionar no paleoterraço e no leito ativo do Rio Poti. Fonte: Elaborado pelos autores.

7. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicam que a área estudada possui potencial para ouro aluvionar, destacando-se que desde o primeiro ponto no Ceará até o último, no estado do Piauí o ouro foi identificado em praticamente todo percurso, de aproximadamente 35 km de extensão, sugerindo uma ampla abrangência. O Au se encontra nos sedimentos dos depósitos dos paleoterraços fluviais e nos sedimentos do leito ativo do rio associado as zonas mais cascalheiras, com seixos entre 30-20cm de diâmetro. O ouro é fino, varia de 100 até 700 micras portanto de difícil recuperação.

A partir das 14 análises realizadas no microscópio eletrônico de varredura, foi possível confirmar que o ouro é puro e os contaminantes encontrados são provavelmente de superfície, como rubídio, que vem do

atrito com os feldspatos, tântalo do atrito com micas e o ferro, vindo de metais como magnetitas e ilmenitas.

Apesar de confirmada a presença do ouro, para sua cubagem ainda é necessário que sejam feitos mais testes, em profundidade, bem como a delimitação dos corpos de paleoterraços, zonas arenosas e zonas cascalheiras no meio do leito do rio através de imagem ou topografia in loco. A sondagem é de difícil operação pois não permite ferramentas rotativas devido ao tamanho dos seixos (acima de 30 cm em alguns casos) sendo necessário o uso de retroescavadeira para extração e análise do sedimento. Consideramos que essa avaliação deverá envolver amostras de pelo menos (2-3m) de profundidade, e com volumes de lavagem em torno de 10 toneladas, em calha concentradora e posterior recuperação do ouro em mesas vibratórias.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, Carlos Eduardo Granade de; PINÉO, Tercyo Rinaldo Gonçalves. **Geologia e recursos minerais da folha Novo Oriente SB.24-V-C-VI: estados do Ceará e Piauí.** Fortaleza: CPRM, 2015. Escala 1:100.000.
- ARTHAUD et al., 2007 – **Evolução neoproterozóica do grupo Ceará (Domínio Ceará Central, BE Brasil): da sedimentação à colisão continental brasileira.** Tese de doutorado. Universidade de Brasília – UNB.
- ARTHAUD, Michel Henri; CABY, Renauld; FUCK, Reinardt Adolfo; DANTAS, Elton Luiz; PARENTE, Clóvis Vaz. **Geology of the northern Borborema Province, NE Brazil and its correlation with Nigeria, NW Africa.** In: PANKHURST, R. J.; TROUW, R. A. J.; BRITO NEVES, Benjamim Bley de; DE WIT, M. J. (Org.). *West Gondwana Pre-Cenozoic Correlations Across the South Atlantic Region.* Londres: Geological Society, 2008. P. 49-67.
- ARTHAUD, Michel Henri; FUCK, Reinardt Adolfo; DANTAS, Elton Luiz; SANTOS, Ticiano José Saraiva dos; CABY, Renauld; ARMSTRONG, Richard. **The Neoproterozoic Ceara Group, Ceara Central domain, NE Brazil: Depositional age and provenance of detrital material. New insights from U-Pb and Sm-Nd geochronology.** *Journal of South American Earth Sciences*, Oxford, v. 58, n. 1, p. 223-237, 2015.
- BARBOSA, A. J. et al. **Projeto Crateús: relatório final. Geologia.** Recife: CPRM, 1977. 7v., v.1. e da folha Crateús
- CAPUTO M.V. & LIMA E.C. **Estratigrafia, idade e correlação do Grupo Serra Grande.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, XXXIII, Rio de Janeiro, 1984. Anais... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, v. 2, p.740-753.
- CAROZZI, A.V., Falkenhein, F.U.M., Carneiro, R.G., Esteves, R.P., e Contreiras, C.J.A., 1975. **Análise ambiental e evolução tectônica sinsedimentar da seção siluroecarbonífera da Bacia do Maranhão.** PETROBRAS, Rio de Janeiro, Brasil, 48 p. {Série Ciência-Técnica-Petróleo. Seção Exploração de Petróleo no 7}.
- CASTRO, N.A. 2004. **Evolução geológica proterozóica da região entre Madalena e Taperuaba, domínio tectônico Ceará Central (Província Borborema).** Ph.D Thesis, Universidade de São Paulo-USP.
- CAVALCANTE, J.C., VASCONCELOS, A.M., MEDEIROS, M.F., PAIVA, I.P., GOMES, F.E.M., CAVALCANTE, S.N., CAVALCANTE, J.E., MELO, A.C.R., DUARTE NETO, V.C. & BENEVIDES, H.C. 2003. **Mapa Geológico do Estado do Ceará – Escala 1:500.000.** Fortaleza, Ministério das Minas e Energia, CPRM.
- FERREIRA, I. G. 2008. **Aspectos geológicos, estruturais e geocronológicos da Sequência Metavulcano-Sedimentar de Novo Oriente-CE.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará.
- GARCIA, M. G. M. & Arthaud, M. H. 2004. **Trajetória P-T na Nappe Itatira e Unidade Guia, Domínio Ceará Central.** In: XLII Congresso Brasileiro de Geologia, 2004, Araxá. XLII Congresso Brasileira de Geologia – Recursos Minerais e Desenvolvimento Socioeconômico, 2004. V. Único.



- GARCIA, Maria da Glória Motta; ARTHAUD, Michel Henri; SANTOS, Ticiano José Saraiva dos; NOGUEIRA NETO, José de Araújo. **Retroeclogitos nas nappes brasileiras do Domínio Ceará Central, Província Borborema: dados texturais e termobarométricos preliminares.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 43., 2006, Aracajú. Anais... Aracajú: SBG, 2006. P. 23.
- KEGEL, W., 1953. **Contribuição para o estudo do Devoniano da Bacia do Parnaíba.** Departamento Nacional de Produção Mineral. Divisão de Geologia e Mineralogia, Rio de Janeiro, Brasil. Boletim n° 141 48 pp.
- LINS, Fernando Antonio Freitas; SILVA Leonardo Apparício da. **Aspectos do beneficiamento de ouro aluvionar.** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 1987.
- RICARDO, Arthur Andrade; PAPINI, Rísia Magriotis; GÓES, Bruno Augusto Cabral. **Characterization of alluvial gold ore using the Falcon concentrator.** Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração, 6. 2021
- ROBERT, F. & Brommecker, R. & Bourne, Barry & Dobak, P.J. & Mcewan, Craig & Rowe, R.R. & Zhou, X. (2007). **Models and exploration methods for major gold deposit types.** Proceedings of Exploration 07: Fifth Decennial International Conference on Mineral Exploration. 691-711.
- SAMPAIO, Caio C. F. T. de. **Geologia da ocorrência de ouro orogênico de Reriutaba, Ceará, Brasil.** 2019. 81 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- SANTOS, Ticiano José Saraiva dos; GARCIA, Maria da Glória Motta; AMARAL, Wagner Silva; CABY, Renauld; WERNICK, Eberhard; ARTHAUD, Michel Henry; DANTAS, Elton Luiz; SANTOSH, M.. **Relics of eclogite facies assemblages in the Ceará Central Domain, NW Borborema Province, NE Brazil: Implications for the assembly of West Gondwana.** Gondwana Research, Osaka, v. 15, n. 3-4, p. 454-470, 2009.
- SILVA, Cristian Dikson Araújo da. **Prospecção geológica e geofísica das ocorrências de Cu-Fe-P do tipo IOCG, borda oeste do arco magmático de Santa Quitéria, Ipaporanga/CE.** 2016. 123 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Ceará, 2016.
- SMALL, H.L., 1914. **Geologia e suprimento de água subterrânea no Piauí e parte do Ceará.** Inspect. Obras contra seccas. Ser. I.D.,32,137pp
- VIANA, M. S. S., OLIVEIRA P. V., SOUSA, M.J.G., BARROSO, F.R.G., VASCONCELOS, V. A., MELO, R. M., LIMA, T.A., OLIVEIRA, G.C., CHAVES, A.P.P. **Ocorrências icnofossilíferas do Grupo Serra Grande, NW do Estado do Ceará.** Revista de Geologia, Vol.23 (1),2010