CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
UNIDADE ARAXÁ

ELIZABETH MENSAH

TERRENOS AURÍFEROS DO GRUPO CANASTRA (MINAS GERAIS,BRASIL) E TERRENOS AURÍFEROS BIRIMIANO-TARKWAIANO DE GANA: SIMILARIDADES E DISCREPÂNCIAS .

ARAXÁ-MG
2026

ELIZABETH MENSAH

TERRENOS AURÍFEROS DO GRUPO CANASTRA (MINAS GERAIS,BRASIL) E TERRENOS AURÍFEROS BIRIMIANO-TARKWAIANO DE GANA: SIMILARIDADES E DISCREPÂNCIAS .

Projeto de pesquisa apresentado ao Curso de Engenharia de Minas, do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET/MG, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Minas.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Antônio

ARAXÁ-MG

2026

Mensah, Elizabeth.
M548t Terrenos auríferos do grupo Canastra (Minas Gerais, Brasil) e terrenos auríferos Birimiano-Tarkwaiano de Gana: similaridades e discrepâncias / Elizabeth Mensah. – 2026.
41 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Antônio Carneiro.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. *Campus* Araxá. Engenharia de Minas, Departamento de Minas e Construção Civil, Araxá, 2026.
Bibliografia.

1. Ouro – Minas e mineração. 2. Geologia econômica – Brasil. 3. Geologia econômica – Gana. 4. Correlação estratigráfica. 5. Metalogenia. I. Carneiro, Maurício Antônio. II. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. III. Título.

CDU 553.411(81):553.411(667)

Ficha elaborada pela Biblioteca – *Campus* Araxá – CEFET-MG
Bibliotecária: Márcia Martins da Silva CRB-6/2578

ELIZABETH MENSAH

TERRENOS AURÍFEROS DO GRUPO CANASTRA (MINAS GERAIS,BRASIL) E TERRENOS AURÍFEROS BIRIMIANO-TARKWAIANO DE GANA: SIMILARIDADES E DISCREPÂNCIAS .

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Minas.

Data de Defesa: Araxá, 12 de junho de 2026.

Presidente e Orientador: Prof. Dr. Maurício Antônio Carneiro
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá

Membro Titular: Profª. Drª. Silvania Alves Braga de Castro
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá

Membro Titular: Profª. Drª. Ângela Nair Avelar
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – Unidade Araxá

AGRADECIMENTO

Primeiramente, agradeço a Deus Todo-Poderoso por me conceder força, sabedoria, direção e perseverança ao longo desta jornada acadêmica. Sem Sua graça e bênçãos, esta conquista não teria sido possível.

Expresso minha mais profunda gratidão aos meus pais, George Mensah e Joyce Boadi, pelo amor incondicional, pelos inúmeros sacrifícios, incentivo e apoio constante durante toda a minha trajetória acadêmica. Suas orações, ensinamentos e motivações foram fundamentais e sempre servirão como fonte de inspiração em minha vida.

Também sou imensamente grato à minha prima, Hilda Asare, e aos meus irmãos, pelo apoio, compreensão e encorajamento nos momentos mais desafiadores e também nas conquistas alcançadas ao longo desta caminhada.

Minha sincera gratidão se estende a todos os professores que contribuíram para minha formação desde o primeiro período do curso. Em especial, agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Maurício, que conheci ainda no início da graduação e despertou em mim o amor pela Geologia. Seus ensinamentos, orientação, paciência e dedicação tiveram papel essencial no meu desenvolvimento acadêmico e profissional, além de serem fundamentais para a realização deste trabalho.

Agradeço também ao Programa PEC-G, por me proporcionar a oportunidade de cursar o ensino superior no Brasil e pelo suporte oferecido durante toda minha trajetória acadêmica. Essa oportunidade contribuiu significativamente para meu crescimento pessoal, acadêmico e profissional.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho. Em especial, às minhas amigas Maria Eduarda Souza Duarte e Izabela Cristina, e ao meu amigo Vinicius Garcia, que levarei comigo para sempre, pelo companheirismo, amizade e apoio ao longo desta jornada.

A todos, meus mais sinceros agradecimentos.

RESUMO

Este estudo visa examinar a correlação geológica entre o Grupo Canastra, do Neoproterozóico, no Brasil, e os terrenos auríferos Birimiano-Tarkwaiano, do Paleoproterozóico, em Gana, com foco na aplicabilidade geológica comparativa de modelos de exploração. Adotou-se uma técnica de análise comparativa qualitativa de dados, coletados por meio de fontes secundárias, como artigos científicos, mapas e relatórios. Comparações temáticas foram aplicadas, com foco principal na litoestratigrafia, estrutura, metamorfismo e mineralização em ambas as regiões. Os resultados demonstram uma similaridade significativa no estilo estrutural, na composição dos fluidos hidrotermais e nas condições metamórficas dos sistemas auríferos orogênicos. Contudo, diferenças notáveis na litologia, escala geográfica e diversidade metalogenética (incluindo depósitos de paleoplacer em Gana) foram identificadas entre as duas regiões. Os resultados indicam que as duas áreas não são diretamente idênticas, mas podem ser consideradas sistemas geológicos similares, desenvolvidos sob processos tectônicos comparáveis. Assim, os modelos de exploração desenvolvidos para depósitos auríferos orogênicos em Gana podem ser aplicados apenas parcialmente ao Grupo Canastra. Esta pesquisa teve como objetivo preencher uma lacuna nos estudos geológicos comparativos e uma comparação com outras regiões que revelou que, as regiões Ashanti e Ocidental do Gana são as análogas mais adequadas ao Grupo Canastra.

PALAVRAS-CHAVE: Grupo Canastra; Terrenos Birimianos; Mineralização de Ouro; Geologia Comparativa; Ouro Orogênico.

ABSTRACT

This study aims to examine the geological correlation between the Neoproterozoic Canastra Group in Brazil and the Paleoproterozoic gold-rich Birimian-Tarkwaian terrains in Ghana, with a focus on the geological comparative applicability of exploration models. A qualitative comparative data analysis technique was adopted in this study, and data were collected through secondary data sources such as peer-reviewed articles, maps and reports. Thematic comparisons were applied with primary focus on lithostratigraphy, structure, metamorphism and mineralization in both regions. The findings demonstrate a significant similarity in the structural style, composition of hydrothermal fluids, and metamorphic conditions in the orogenic gold systems. However, notable differences in lithology, geographical scale and metallogenic diversity (including palaeoplacer deposits in Ghana) were identified between both regions. The results indicate that the two areas are not directly identical but can be considered similar geological systems developed under comparable tectonic processes. Thus, exploration models developed for orogenic gold deposits of Ghana can only be partially applied in the Canastra Group. This research aimed to address a gap in comparative geological studies, and a comparison to other regions that revealed that, the Ashanti and Western regions of Ghana are the most suitable analogues of the Canastra Group.

KEYWORDS: Canastra Group; Birimian Terrains; Gold Mineralization; Comparative Geology; Orogenic Gold.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Reconstrução paleogeográfica de Gondwana. Fonte: NOTICIABRASIL.NET.BR (2024) 13
Figura 2: Mapa geológico da região do Grupo Canastra. Fonte: Da Silva *et al*. (2012) 14
Figura 3- Mapa das rochas auríferas em Gana. *Fonte: Vogel (1987)* 15
Figura 4- Mapa da área de estudo em Gana. Fonte: Vogel (1987) 16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Síntese Comparativa 29
Tabela 2- Comparação regional dos terrenos ganeses e do grupo Canastra 34

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIEA	Agência Internacional de Energia Atômica
Au	Ouro (símbolo químico)
°C	Graus Celsius
CO_2	Dióxido de carbono
H_2O	Água
kbar	Quilobar (unidade de pressão)
km^2	Quilômetros quadrados
Ma	Milhões anos
Moz	Milhões de onças
NaCl	Cloreto de sódio
NE	Nordeste
P–T	Pressão-temperatura
PRISMA	Itens de Relato Preferenciais para Revisões Sistemáticas e Meta-análises
w%	Peso em porcentagem

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13

1.1 Contexto 13

1.2 Declaração do Problema 16

1.3 Justificativa e Fundamentação do Estudo 17

1.4 Objetivo e Metas 17

1.5 Estrutura do Estudo 18

2 REVISÃO DO CONTEXTO GEOLÓGICO 19

2.1 Introdução 19

2.2 Contexto Geológico do Grupo Canastra 19

2.3 Contexto Geológico dos Terrenos Birimianos e Tarkwaianos de Gana 20

2.4 Evolução Tectônica do Gondwana Ocidental e Correlações Brasil-África 20

2.5 Modelos comparativos de metalogenia e depósitos minerais 21

2.6 Quadro Teórico 22

2.7 Lacuna na Literatura 22

2.8 Resumo do Capítulo 23

3 METODOLOGIA 24

3.1 Introdução ao Capítulo 24

3.2 Desenho da Pesquisa 24

3.3 Filosofia e abordagem da pesquisa 24

3.4 Fontes de dados e critérios de seleção 25

3.5 Extração e Organização de Dados 25

3.6 Técnica de Análise de Dados 25

3.7 Limitações da Metodologia 26

3.8 Resumo do Capítulo 27

4 RESULTADOS E CONCLUSÕES 28

4.1 Introdução ao Capítulo 28

4.2 TemáticoAnálise comparativa 28

4.3 Comparação Litoestratigráfica 30

4.4 Comparação Estrutural 31

4.5 Condições Metamórficas 31

4.6 Comparação de Mineralização 32

4.7 Correlação Regional dos Terrenos Ganeses com o Grupo Canastra 33

4.8 Resumo do Capítulo 35

5 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO 36

5.1 Discussão dos Resultados 36

5.2 Conclusão 38

6 REFERÊNCIAS 39

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto

O supercontinente Gondwana formou-se entre o Neoproterozóico e o início do Cambriano a partir da agregação convergente de vários crátons, como o craton da África Ocidental, o craton Congo-São Francisco e o craton Amazônico (Murphy *et al.,* 2013).A formação do Gondwana Ocidental envolveu o fechamento de vários domínios oceânicos, como o Oceano Farusiano e o Oceano Brasiliano (Adamastor), criando cinturões orogênicos que existem atualmente nos limites entre os continentes atuais (Santos *et al.,* 2009). A reconstrução paleogeográfica (Figura 1) mostra as conexões pré-separação entre o Brasil e a África Ocidental, evidenciadas por pegadas de dinossauros idênticas em ambas as regiões.



Figura 1- Reconstrução paleogeográfica de Gondwana.NOTICIABRASIL.NET.BR (2024)

A conexão geológica entre o Brasil e a África Ocidental reside na história acima mencionada. Antes da abertura do Oceano Atlântico Sul no período Cretáceo, o nordeste do Brasil estava ligado à África Ocidental. A Província Borborema, no Brasil, foi correlacionada com os afloramentos das faixas Dahomeyide e Pharuside em Gana, com base na continuidade de zonas de cisalhamento como o Lineamento Transbrasiliano e o sistema de falhas de Kandi na África Ocidental (Attoh & Brown, 2008),os remanescentes de metamorfismo de alta pressão em ambos os lados fornecem evidências sólidas da colisão (Santos *et al.,* 2009). O Grupo Canastra, em Minas Gerais, Brasil, inclui rochas metassedimentares neoproterozoicas, contendo formações quartzíticas conhecidas por estarem associadas a ocorrências de ouro (Da

Silva *et al.,* 2012). A Figura 2 é um mapa geológico da região do Grupo Canastra, indicando as unidades do Grupo Canastra e as litologias vizinhas.

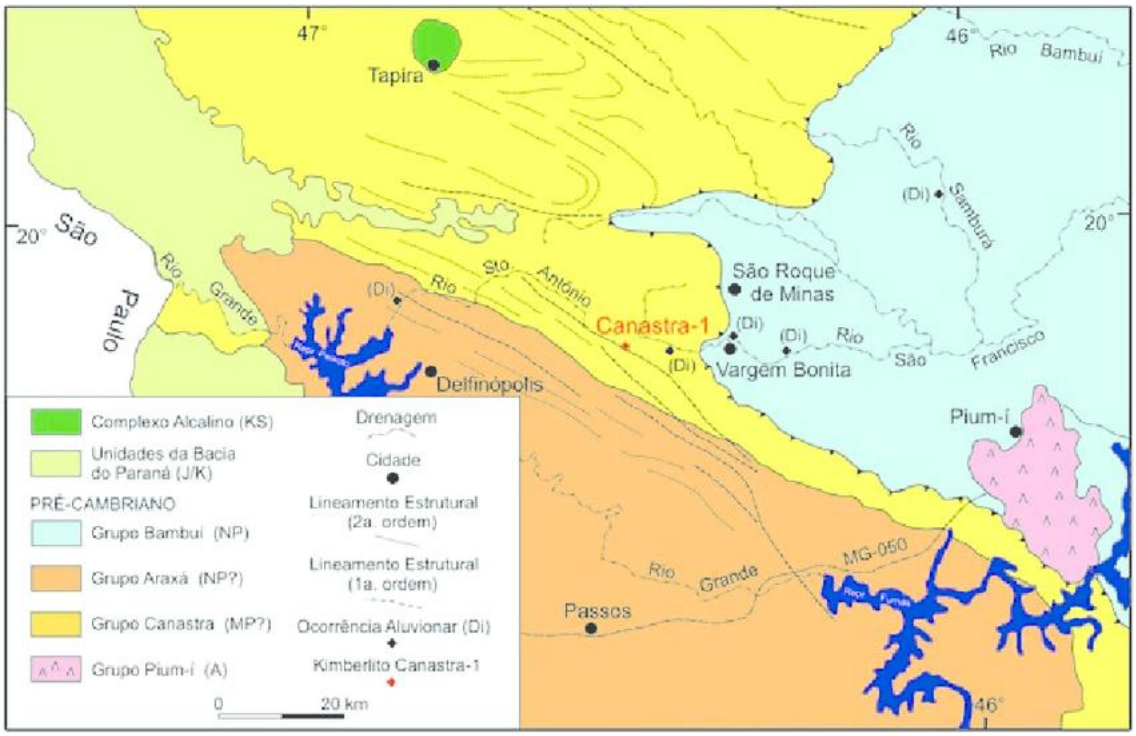


Figura 2: Mapa geológico da região do Grupo Canastra(Da Silva *et al*.,2012)

Por outro lado, Gana abriga as províncias auríferas mais produtivas da África, compreendendo os conjuntos supracrustais mineralizados do Paleoproterozóico Birimiano e Tarkwaiano. A Figura 3 é um mapa das unidades rochosas auríferas do Gana, que inclui os Vulcanitos Birimianos, os Sedimentos Birimianos e o Grupo Tarkwaiano (IAEA, 1998). O Grupo Tarkwaiano consiste de quartzitos, arenitos e conglomerados que hospedam depósitos de ouro do tipo paleoplacer de classe mundial (Pigois *et al.,* 2003). A Figura 4 mostra a área de estudo em Gana, com seus limites administrativos.

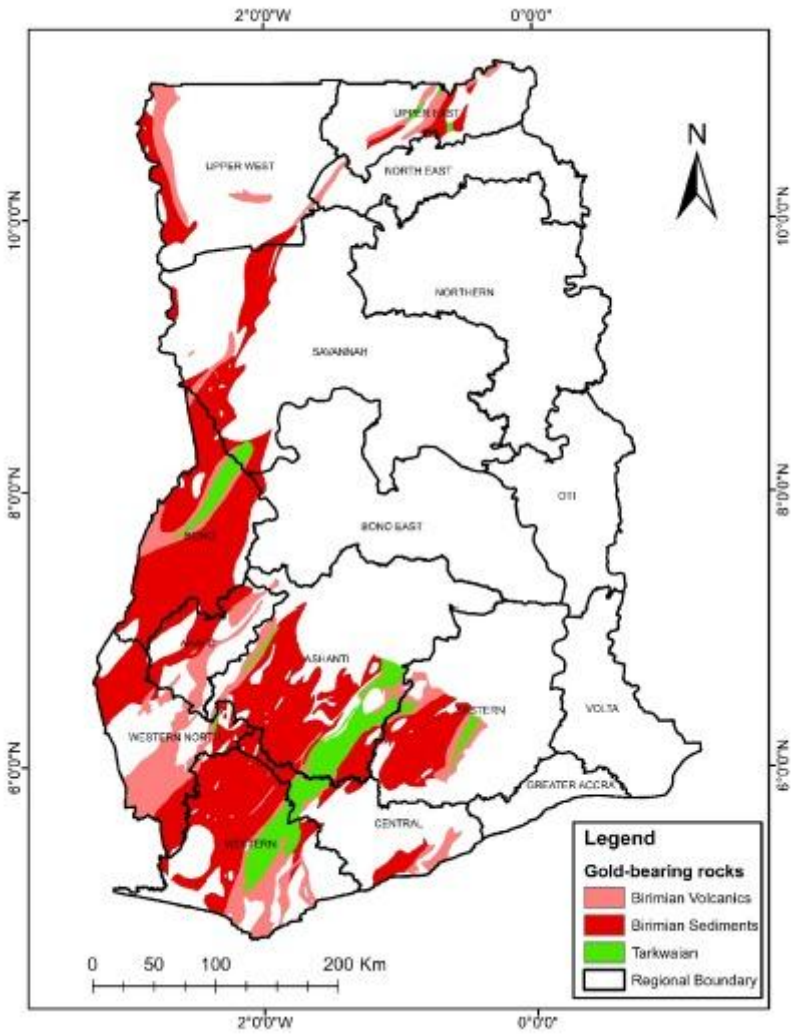


Figura 3- Mapa das rochas auríferas em Gana(*Vogel (1987)*

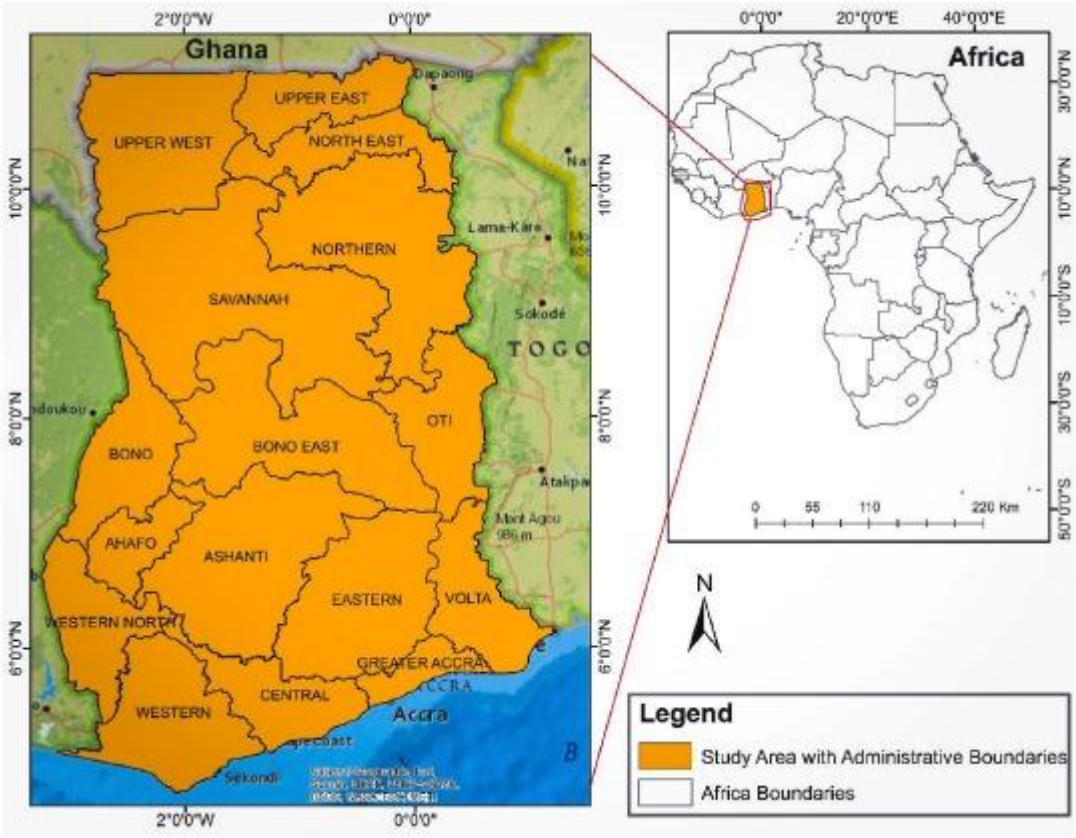


Figura 4- Mapa da área de estudo em Gana.(*Vogel.*,1987)

Correlações geológicas entre unidades continentais fragmentadas podem identificar unidades litoestratigráficas contínuas e estender províncias metalogenéticas através de fronteiras. Conjuntos de arcos juvenis com assinatura isotópica semelhante na província do Tocantins, no Brasil, e em terrenos peri-Gondwana da África Ocidental sugerem que eventos geodinâmicos similares ocorreram. Portanto, depósitos de ouro bem estudados em um continente podem ser usados como modelos de exploração para terrenos semelhantes em outro.

1.2 Declaração do Problema

Embora exista uma forte associação paleogeográfica entre o Brasil e a África Ocidental, não há análises comparativas documentadas entre o Grupo Canastra no Brasil e os terrenos auríferos em Gana. Consequentemente, não se determinou se o Grupo Canastra é equivalente a depósitos do tipo Birimiano ou do tipo Tarkwaiano. Sem essa informação, os modelos de exploração de depósitos desenvolvidos em Gana não podem ser utilizados para explorar a região do Grupo Canastra (Emmanuel Daanoba Sunkari *et al.,* 2025).Além disso, a

diferença considerável de idade entre o Grupo Canastra do Neoproterozóico e os depósitos Birimianos/Tarkwaianos do Paleoproterozóico levanta dúvidas sobre se a semelhança é apenas litológica.

1.3 Justificativa e Fundamentação do Estudo

Há uma falta de correlação geológica documentada entre o Grupo Canastra e os terrenos mineralizados em ouro de Gana. No entanto, se forem identificadas semelhanças nas configurações litoestratigráficas, estruturais e metalogenéticas, os depósitos de ouro bem estudados de Gana serviriam como um excelente guia de exploração para os terrenos do Grupo Canastra, que não foram adequadamente explorados. Avanços recentes na compreensão da formação do Gondwana Ocidental (dos Santos *et al.,* 2009; Murphy *et al.,* 2013), e banco de dados geocronológicos (Da Silva *et al.,* 2012; Pigois *et al.,* 2003) possibilitaram análises comparativas. O presente trabalho realiza uma análise comparativa sistemática baseada na literatura para identificar pontos em comum entre as duas regiões, avaliar a aplicabilidade do modelo e as perspectivas para o mercado brasileiro, sem a realização de qualquer pesquisa de campo.

1.4 Objetivo e Metas

O objetivo do estudo é correlacionar o terreno Neoproterozóico do Grupo Canastra (Brasil) com terrenos auríferos de Gana por meio de uma comparação sistemática baseada na literatura, a fim de avaliar a paridade geológica e desenvolver recomendações conceituais para a prospecção mineral.

Objetivos:

- Sintetizar o quadro geológico do Grupo Canastra, com foco em sua litoestratigrafia, estrutura e ocorrências de ouro.
- Sintetizar o quadro geológico dos terrenos birimianos e tarkwaianos do Gana, com foco na sua litologia, contexto tectónico e estilos de mineralização de ouro.
- Comparar as duas regiões para identificar semelhanças e diferenças litológicas, estruturais e metalogenéticas.

- Avaliar a aplicabilidade dos modelos do ouro ganeses ao Grupo Canastra e propor alvos potenciais para exploração futura.

1.5 Estrutura do Estudo

O presente trabalho é composto por cinco capítulos. O Capítulo 1 apresenta o contexto, a formulação do problema, a justificativa, o objetivo e os objetivos específicos. O Capítulo 2 inclui uma revisão da literatura sobre o Grupo Canastra, os terrenos auríferos do Gana e a evolução tectônica do Gondwana Ocidental. O Capítulo 3 aborda a metodologia do estudo, explicando as fontes de informação e o quadro comparativo. O Capítulo 4 inclui os resultados comparativos e as conclusões sobre o potencial mineral. O Capítulo 5 resume os resultados e propõe linhas de pesquisa futuras.

2 REVISÃO DO CONTEXTO GEOLÓGICO

2.1 Introdução

Este capítulo revisa a literatura atual sobre o arcabouço geológico, a evolução tectônica e os atributos metalogenéticos do Grupo Canastra no Brasil e dos terrenos Birimiano-Tarkwaiano em Gana. O capítulo está dividido em quatro seções temáticas com base nos objetivos do estudo. Em seguida, apresenta-se o referencial teórico, uma lacuna na literatura e um resumo do capítulo.

2.2 Contexto Geológico do Grupo Canastra

O Grupo Canastra, no Brasil, consiste em uma sequência metassedimentar neoproterozóica, localizada na Faixa de Dobramentos Brasília, no estado de Minas Gerais. Essa sequência inclui quartzitos, filitos e metaconglomerados que sofreram metamorfismo regional de baixo a médio grau durante a Orogenia Brasiliana (c. 630–510 Ma Da Silva *et al.* 2012). Realizou-se uma caracterização litoestratigráfica abrangente do Grupo Canastra, tipificado em Tapira, sudoeste de Minas Gerais, Brasil, por meio de mapeamento detalhado e estudos petrográficos, resultando na definição de diversas unidades litoestratigráficas formais.

A estrutura do Grupo Canastra é dominada por tectônica de empurrão de pouca espessura, típica da Faixa de Dobramentos Brasília. Um conjunto de zonas de cisalhamento dúctil-frágil com direção nordeste e mergulho suave para noroeste foi estabelecido como controlador da mineralização aurífera dentro do Grupo Canastra (Hagemann *et al.,* 1992). As zonas de cisalhamento mencionadas acima, em relação ao empurrão tectônico regional de pouca espessura, formaram vias de alta permeabilidade para fluidos hidrotermais. A partir de estudos de inclusões fluidas em depósitos auríferos hospedados no Grupo Canastra, ficou claro que os fluidos mineralizantes são caracterizados por baixa salinidade (≤7% em peso equivalente de NaCl), densidade moderada, fluidos H_2O-CO_2 ± CH_4 com temperaturas de 300 ± 75°C e pressão de 1,5 a 3 kbar (Hagemann *et al.,* 1992). Tal modelo de mineralização em estilo orogênico é consistente com a desvolatilização metamórfica por meio de falhas inversas, na qual o metamorfismo progrado causou a mobilização dos fluidos dos poros ao longo dos planos de falha, criando assim condições de fraturamento hidráulico e deposição de ouro.

2.3 Contexto Geológico dos Terrenos Birimianos e Tarkwaianos de Gana

O papel de destaque de Gana como produtor de ouro deve-se principalmente às sequências supracrustais paleoproterozóicas das formações Birimiana e Tarkwaiana. Recentemente, um estudo geoespacial mostrou que as formações auríferas ocupam cerca de 55.723 km², ou 23,34% da área territorial do Gana (AT Tetteh *et al.,* 2025). Além disso, a pesquisa estabeleceu um forte controle litológico sobre os depósitos de ouro, demonstrando que a mineração aurífera ocorre principalmente em terrenos Birimianos-Tarkwaianos. O Supergrupo Birimiano consiste em cinturões metavulcânicos (Vulcânicas Birimianas) e bacias metassedimentares (Sedimentos Birimianos) intrudidos por granitóides durante a Orogenia Eburniana (c. 2,1 Ga). Durante o estudo de depósitos auríferos hospedados por intrusões no terreno Birimiano, Agbenyezi *et al.* (2024) distinguiram claramente depósitos auríferos relacionados a intrusões e depósitos auríferos orogênicos. Constatou-se a ocorrência de dois pulsos magmáticos: o primeiro, entre 2179 ± 2 e 2136 ± 10 Ma, associado a intrusões do tipo cinturão vulcânico; e o segundo, entre 2125 ± 2 e 2088 ± 1 Ma, correlacionado a intrusões do tipo bacia sedimentar. Os fluidos hidrotermais responsáveis pela deposição de ouro apresentavam baixa salinidade (<10% em peso de NaCl equivalente), eram reduzidos e caracterizados por fluidos ricos em H_2O-CO_2 aprisionados a temperaturas de 180–350°C e pressões entre 1–3 kbar (Agbenyezi *et al.,* 2024), que corresponde aproximadamente à profundidade da crosta de 4 a 6 km. O Grupo Tarkwaian sobrepõe-se ao Birimiano de forma inconforme e consiste em quartzitos, arenitos e conglomerados depositados em um ambiente de bacia de antepaís. O Grupo Tarkwaian é famoso por seus depósitos de ouro paleoplacer de classe mundial, onde o ouro é concentrado por processos sedimentares e depois remobilizado durante o metamorfismo.

2.4 Evolução Tectônica do Gondwana Ocidental e Correlações Brasil-África

A fusão do Gondwana Ocidental no início do período Cambriano do Neoproterozóico consistiu em colisões entre o Cráton da África Ocidental, o Cráton São Francisco-Congo e o Cráton Amazônico, produzindo vastos cinturões orogênicos agora divididos pelo Oceano Atlântico Sul. Em uma tentativa de reconstruir a evolução tectônica do nordeste do Brasil e sua contraparte na África, o estudo de Neves (2024) apresentou uma análise crítica da subducção oceânica e do magmatismo de arco na Província Borborema, tradicionalmente

considerada a contraparte brasileira da orogenia Transaariana na África Ocidental. A conclusão é que a extensão crustal foi quase imediatamente sucedida pelo processo de contração e retrabalho crustal. Essa perspectiva é essencial para correlacionar os terrenos geológicos atualmente separados pelas bacias oceânicas e sugere que muitos terrenos hoje distintos podem ter feito parte de uma única massa continental desde aproximadamente 2,0 bilhões de anos atrás.

Apoiando as opiniões expressas acima, Caxito *et al.* (2020) desenvolveram um modelo integrado da evolução geológica do nordeste do Brasil e noroeste da África, baseado em dados da Província Borborema, da orogenia Transaariana e da orogenia Centro-Africana. O principal objetivo da pesquisa foi a descoberta de novas unidades tectônicas, como ofiolitos, eclogitos, rochas de alta pressão e arcos magmáticos oceânicos e continentais, proporcionando uma melhor compreensão da Orogenia Brasiliana/Pan-Africana (c. 625–510 Ma). O refinamento progressivo das correlações ao longo das faixas marginais fornece uma base sólida para a análise comparativa realizada neste estudo.

2.5 Modelos comparativos de metalogenia e depósitos minerais

De acordo com o tipo de depósito aurífero, a mineralização de ouro em Gana pode ser dividida em duas categorias: mineralização de ouro orogênico hospedada em rochas metassedimentares e metavulcânicas birimianas e depósitos de ouro paleoplacer hospedados em conglomerados tarkwaianos. Um exemplo desses depósitos é a Mina de Ouro de Edikan, que ilustra a mineralização de ouro orogênico controlada estrutural e litologicamente. Com base nas características petrogenéticas e geoquímicas dos granitoides auríferos dentro da Mina de Ouro de Edikan, Emmanuel D Sunkari *et al.* (2025) comprovou que a mineralização aurífera é controlada estruturalmente por zonas de cisalhamento, falhas e veios, sendo que os veios mais recentes apresentam ângulos baixos e altos teores de ouro. Quanto ao tipo de granitóides, eles são classificados como granodioritos e granitos desenvolvidos em um ambiente de arco vulcânico sin colisional.

No caso brasileiro, foi proposto um modelo de paleoplacer modificado para os depósitos de ouro hospedados em metaconglomerados dentro dos depósitos Jacobina, que são conhecidos por sua semelhança com os depósitos Tarkwaianos (Garayp e Frimmel 2024). Os resultados mostram evidências de que os depósitos de Jacobina representam paleoplacers que foram parcialmente remobilizados durante a sobreposição metamórfica posterior. Em relação

à pirita encontrada nos metaconglomerados, os autores distinguem entre pirita detrítica, sinsedimentar e pós-deposicional, sendo esta última a que apresenta maior teor de ouro.

2.6 Quadro Teórico

Duas teorias importantes sustentam a abordagem comparativa deste estudo. Primeiramente, a Teoria da Tectônica de Placas dos Ciclos de Supercontinentes fornece uma compreensão fundamental de como a crosta terrestre evolui por meio das interações entre as placas e forma supercontinentes periodicamente (Santos, 2010). Segundo a teoria, Gondwana era um supercontinente formado pela junção de várias massas continentais, mas que depois se dividiu em várias partes, o que explica a relação tectônica do Grupo Canastra com os terrenos auríferos do Gana, separados pelo Atlântico Sul (Vaughan & Pankhurst, 2008).

A Teoria das Províncias Metalogenéticas propõe que a distribuição dos depósitos minerais está associada à evolução geológica e tectônica de determinadas regiões (Guild, 1983). Nesse contexto, terrenos que compartilham características litoestratigráficas, estruturais e tectônicas podem apresentar potencial para hospedar mineralizações semelhantes. Entretanto, tais correlações não implicam necessariamente a ocorrência dos mesmos tipos de depósitos, devendo ser verificadas por meio da integração de múltiplas evidências geológicas. Assim, a teoria constitui um importante referencial para a análise comparativa desenvolvida neste estudo.Lacuna na Literatura.

2.7 Lacuna na Literatura

Existe uma lacuna significativa na literatura sobre o tema deste estudo, apesar do desenvolvimento de sólidos referenciais teóricos e da vasta literatura disponível sobre o Brasil e Gana separadamente. Especificamente, não foi encontrada nenhuma revisão bibliográfica que comparasse o Grupo Canastra com os terrenos auríferos de Gana e analisasse o potencial mineral dessas formações geológicas. Embora já tenha sido comprovado que, tectonicamente, a Província Borborema e o orógeno Transaariano são contrapartes um do outro (Caxito *et al.,* 2020; Neves, 2024). Não foram realizadas comparações sistemáticas entre o Grupo Canastra e outro grupo similar em Gana. Outra importante lacuna científica reside na disparidade temporal entre a idade neoproterozóica (c. 630–510 Ma) do Grupo Canastra e a idade paleoproterozóica (c. 2,2–2,0 Ga) dos terrenos ganeses. Contudo, os recentes avanços em

geocronologia e geoquímica tornaram possível tal comparação. Portanto, este estudo visa preencher a lacuna mencionada.

2.8 Resumo do Capítulo

Quatro temas emergentes foram examinados neste capítulo. O Grupo Canastra consiste na sequência metassedimentar neoproterozóica deformada por tectônica de pouca espessura e mineralização aurífera controlada por zonas de cisalhamento. Os terrenos birimianos-tarkwaianos em Gana são constituídos por sequências metavulcânicas e metassedimentares paleoproterozóicas contendo mineralização aurífera orogênica e paleoplacer. A evolução tectônica do Gondwana Ocidental forneceu o contexto necessário para a comparação entre o Brasil e a África Ocidental, utilizando a teoria da tectônica de placas dos ciclos de supercontinentes e a teoria das províncias metalogenéticas. A lacuna na literatura reside na falta de análises bibliográficas voltadas especificamente para a comparação entre o Grupo Canastra e os terrenos auríferos em Gana.

3 METODOLOGIA

3.1 Introdução ao Capítulo

Neste capítulo, descreve-se a metodologia utilizada para conduzir este estudo, visando atingir seu propósito e objetivos. Como mencionado em capítulos anteriores, esta pesquisa é inteiramente baseada em documentação bibliográfica e depende exclusivamente de fontes secundárias de fácil acesso. Não foram realizados mapeamento geológico, trabalho de campo, amostragem, análise geoquímica ou levantamento geofísico. As metodologias utilizadas asseguram um processo sistemático, transparente e reproduzível de compilação da literatura, extração e organização dos dados, análise comparativa dos dados e interpretação dos resultados.

3.2 Desenho da Pesquisa

Para este estudo, o método de pesquisa utilizado foi uma análise comparativa qualitativa de fontes secundárias, baseada em uma revisão sistemática da literatura. O método comparativo mostrou-se o mais adequado para estabelecer correlações geológicas entre diferentes terrenos espacialmente dispersos, uma vez que permite combinar diversos conjuntos de dados para criar uma estrutura de análise comparativa. O método de pesquisa consistiu em três etapas: coleta e seleção da literatura, extração e organização dos dados e análise comparativa dos resultados.

3.3 Filosofia e abordagem da pesquisa

A presente pesquisa possui natureza aplicada, uma vez que se baseia na interpretação de informações já existentes, em vez da observação objetiva direta dos fenômenos. No que diz respeito aos estudos de correlação geológica, é importante compreender que mapas geológicos, cartas estratigráficas e modelos de depósitos minerais são, em primeiro lugar, interpretações humanas de fenômenos; portanto, cabe ao pesquisador combinar essas interpretações em um único quadro de compreensão, admitindo a multiplicidade de interpretações viáveis.

Em relação à abordagem escolhida para este estudo, ela teve que ser qualitativa, uma vez que os dados utilizados são predominantemente descritivos e categóricos, e não numéricos, resistindo, portanto, a um tratamento quantitativo. Litologias, geometrias

estruturais e estilos de mineralização são parâmetros qualitativos que permitem apenas uma descrição qualitativa, e não qualquer cálculo.

3.4 Fontes de dados e critérios de seleção

Todos os dados utilizados neste estudo foram obtidos de literatura secundária. Entre as fontes consideradas, encontram-se artigos de periódicos com revisão por pares, mapas geológicos e relatórios institucionais de fontes conceituadas. Como fontes, foram utilizados Da Silva *et al.* (2012) sobre o Grupo Canastra, Pigois *et al.* (2003) e a Agência Internacional de Energia Atômica (1998) sobre os terrenos auríferos do Gana. Adicionalmente, foram revisados estudos recentes de Neves (2024) e Caxito *et al.* (2020) sobre a tectônica do Gondwana Ocidental. Os seguintes critérios foram aplicados para a seleção da literatura para revisão: a publicação deveria estar em inglês, deveria ser revisada por pares, deveria abordar o Grupo Canastra ou a geologia ou mineralização dos terrenos birimianos-tarkwainos do Gana e deveria ter sido publicada nos últimos trinta anos, dando-se preferência às fontes mais recentes.

3.5 Extração e Organização de Dados

Os dados foram coletados a partir de literatura selecionada por meio da leitura organizada de publicações. Foram coletadas as seguintes informações: características litológicas (tipo de rochas, relação estratigráfica), características estruturais (orientação de falhas, zonas de cisalhamento e estruturas), regime metamórfico (estimativa de pressão e temperatura) e características de mineralização (tipo de depósitos minerais, associações de rochas, composição de fluidos e estruturas mineralizantes). Os dados coletados foram organizados em uma tabela comparativa, onde cada linha continha informações geológicas sobre um atributo e cada coluna continha informações sobre um dos terrenos comparados.

3.6 Técnica de Análise de Dados

A técnica de análise de dados escolhida para esta pesquisa é a análise temática comparativa. Essa técnica baseia-se em três etapas de trabalho aplicadas a um conjunto de dados coletados e organizados. Ela é adequada para este tipo de pesquisa, pois permite a análise qualitativa dos dados e a interpretação dos resultados com precisão e clareza suficientes.

Na primeira etapa, denominada identificação temática, os dados da tabela comparativa são analisados a fim de revelar padrões comuns, semelhanças e diferenças. Para cada categoria do conjunto de dados (litoestratigrafia, geologia estrutural, metamorfismo e metalogenia), foi feita uma comparação entre as duas regiões. Assim, no caso da categoria metalogenia, a ocorrência de fluidos H_2O-CO_2 de baixa salinidade em ambas as regiões é considerada uma semelhança temática, enquanto a ocorrência dominante de depósitos paleoplacer em Gana, em comparação com sua ausência no Grupo Canastra, é considerada uma diferença temática.

Na segunda etapa, ocorre a síntese transversal dos dados, à medida que os temas identificados são sintetizados para realizar uma avaliação geral da relação geológica entre os casos. Nesta etapa, foi importante utilizar a base teórica para uma interpretação adequada dos resultados, verificando se as semelhanças encontradas são reais e significativas para a comparação da mineralização ou se coincidem com as características litológicas. A síntese é apresentada nas tabelas do Capítulo 4, na forma de um relatório contendo o resultado da avaliação de similaridade. Na terceira etapa de análise de dados, ocorrem a interpretação e a elaboração de conclusões. Nesta etapa, o pesquisador utiliza as descobertas sintetizadas para abordar o objetivo da pesquisa, avaliando a aplicabilidade dos modelos de depósitos auríferos ganenses ao Grupo Canastra e formulando perspectivas. Nesta etapa, a interpretação foi fundamentada em evidências relevantes da tabela de dados, sendo, portanto, transparente.

Essa técnica específica de análise de dados foi adequada para esta pesquisa, pois não viola a natureza qualitativa dos dados, permite a avaliação de similaridade parcial e fornece resultados relevantes para os objetivos da pesquisa.

3.7 Limitações da Metodologia

Existem diversas limitações inerentes a esta metodologia de pesquisa. A primeira delas diz respeito ao fato de que não foram realizadas observações primárias, apenas aquelas relatadas por outros autores. Além disso, há uma disparidade temporal entre o Grupo Canastra do Neoproterozóico e os terrenos ganeses do Paleoproterozóico. Outra limitação é a disponibilidade desigual de dados publicados entre as regiões. Por fim, não houve geração de novos dados durante a pesquisa. Aceitável, considerando a natureza do estudo.

3.8 Resumo do Capítulo

Neste capítulo, apresentamos o método de pesquisa comparativa qualitativa baseado na abordagem interpretativista. Os dados foram extraídos de fontes revisadas por pares e organizados em uma tabela comparativa. A análise temática comparativa foi utilizada como técnica de análise de dados, compreendendo três etapas: identificação de temas, síntese entre casos, interpretação e elaboração de conclusões. As principais limitações da metodologia foram descritas e demonstrou-se sua adequação para esta pesquisa.

4 RESULTADOS E CONCLUSÕES

4.1 Introdução ao Capítulo

Este capítulo apresenta os resultados da análise comparativa do Grupo Canastra (Brasil) e dos terrenos Birimiano-Tarkwaiano (Gana). Os resultados são apresentados seguindo as categorias delineadas na metodologia: litoestratigrafia, geologia estrutural, metamorfismo e mineralização. Para comparar as duas regiões, os dados da tabela comparativa são analisados a fim de revelar os padrões comuns, as semelhanças e as diferenças. Os resultados baseiam-se exclusivamente em dados secundários e são apresentados utilizando técnicas de análise descritiva, seguindo os princípios da pesquisa qualitativa e fornecer resultados relevantes para os objetivos da pesquisa.

4.2 Temático Análise comparativa

A Tabela 1 apresenta uma análise comparativa entre dois terrenos, o Grupo Canastra e o terreno Birimiano-Tarkwaiano. Observa-se que as principais variáveis geológicas utilizadas no estudo estão apresentadas na tabela, o que torna a análise mais sistemática para demonstrar as semelhanças e diferenças entre o Grupo Canastra (Brasil) e o terreno Birimiano-Tarkwaiano (Gana). A tabela mostra que as maiores semelhanças estão relacionadas aos parâmetros estruturais, metamórficos e hidrotermais. Em ambas as regiões, a mineralização está intimamente relacionada ao cisalhamento e controlada por fluidos H_2O-CO_2 de baixa salinidade sob condições semelhantes de pressão e temperatura. Essas fortes semelhanças nos parâmetros indicam a presença de sistemas auríferos orogênicos similares (Agbenyezi *et al.,* 2024). Em ambas as áreas, embora rochas ricas em quartzo estejam presentes e sejam adequadas para mineralização aurífera, observa-se uma similaridade moderada na litoestratigrafia e na mineralização, com contribuições vulcânicas substanciais apenas nos terrenos Birimianos, ausentes no Grupo Canastra. De forma semelhante, a ocorrência de depósitos paleoplacer em Gana adiciona uma dimensão de diversidade metalogenética, ausente no Brasil. Contudo, observa-se baixa similaridade nos volumes de produção e nos níveis de extração. Além disso, o Grupo Canastra é relativamente pouco explorado em comparação com os terrenos ganeses, que representam uma economia significativamente avançada na região, com produção anual de 150 toneladas de ouro. Isso indica diferenças significativas no nível de maturidade da exploração (Reuters, 2026). Consequentemente, a Tabela 1 reforça a conclusão de que os dois terrenos são geologicamente similares, mas não

equivalentes, validando o fato de que os modelos de exploração ganeses podem ser parcialmente aplicados ao Grupo Canastra.

Tabela 1- **Síntese Comparativa**

Categoria	**Grupo Canastra (Brasil)**	**Terrenos do Gana (Birimiano-Tarkwaiano)**	**Nível de similaridade**	**Interpretação chave**
Litoestratigrafia	Quartzitos, filitos, metaconglomerados	Vulcânica + sedimentar	Parcial	Semelhança do quartzito, mas contexto tectônico diferente.
Extensão espacial	Limitado regionalmente	~55.723 km² (~23,34%)	Baixo	Gana mais extensa
Geologia Estrutural	Empuxos, zonas de cisalhamento	Zonas de cisalhamento, falhas, dobras	Alto	Forte controle estrutural em ambos
Metamorfismo	~300°C; 1,5–3 kbar	180–350 °C; 1–3 kbar	Alto	Condições muito semelhantes
Tipo fluido	H2O–CO2 baixa salinidade	H2O–CO2 baixa salinidade	Alto	Os mesmos fluidos mineralizantes
Mineralização	Orogênico	Orogênico + paleoplacer	Parcial	Gana é mais diversa
Produção	Limitado	~150 toneladas/ano	Baixo	Gana é altamente produtiva
Nível de Exploração	Baixo	Alto	Baixo	Lacuna de exploração
Aplicabilidade do modelo	Aplicável (parcialmente)	Comprovado	Moderado a Alto	Transferível com cautela

(Fonte: Criação do Autor)

4.3 Comparação Litoestratigráfica

A comparação litoestratigráfica entre os terrenos indica semelhanças e diferenças significativas na composição, evolução e extensão das áreas. O Grupo Canastra possui rochas metassedimentares neoproterozoicas, como quartzitos, filitos, xistos e metaconglomerados em menor quantidade, formadas em ambientes de margem passiva a bacia de antepaís e posteriormente metamorfisadas durante a Orogenia Brasiliana (Rodrigues *et al.,* 2010; Silva, 2018). Essas rochas representam um ambiente relativamente passivo e estável, com atividade vulcânica mínima. Em contrapartida, o conjunto diversificado de rochas metavulcânicas e metassedimentares está sequenciado no Supergrupo Birimiano de Gana, depositadas em bacias de arco vulcânico e retroarco durante a Orogenia Eburniana do Paleoproterozóico (Agbenyezi *et al.,* 2024). O Grupo Tarkwaiano, que sobrepõe o Supergrupo Birimiano, compreende uma sucessão de rochas sedimentares (quartzitos, arenitos e conglomerados) depositadas em bacias de antepaís (IAEA, 1998). A presença de rochas vulcânicas no sistema Birimiano cria uma diferença litológica significativa em comparação com o Grupo Canastra. De outra perspectiva, observa-se que os terrenos ganenses também são significativamente maiores em extensão. Análises geoespaciais recentes demonstram que aproximadamente 55.723 km² são cobertos por rochas do sistema Birimiano-Tarkwaiano, representando 23,34% da área total de Gana (Tetteh *et al.,* 2025). Essa vasta área facilita o desenvolvimento de sistemas mineralizados regionalmente extensos. O Grupo Canastra, comparativamente, ainda permanece significativo regionalmente na Faixa de Dobramentos Brasília, que possui distribuição restrita.

Em ambos os terrenos, uma semelhança fundamental é a predominância de rochas ricas em quartzo, especialmente quartzitos, que são excelentes hospedeiras para mineralização de ouro devido à sua resistência à deformação e tendência a desenvolver fraturas quando sob tensão, promovendo assim a circulação de fluidos (Groves *et al.,* 1998). Além disso, rochas sedimentares ricas em quartzo apresentaram ambientes quimicamente estáveis para depósitos de ouro. No entanto, diferenças são observadas nos regimes geotérmicos e no ambiente tectônico, visto que o Grupo Canastra carece de extensas unidades vulcânicas. Essa diferença pode impactar a diversidade e o tamanho geral da mineralização. Em geral, embora as duas regiões compartilhem características litológicas importantes, elas diferem em sua evolução geodinâmica.

4.4 Comparação Estrutural

Apesar das diferenças na história tectônica, a arquitetura estrutural do Grupo Canastra e dos terrenos Birimiano-Tarkwaiano desempenha um papel fundamental no controle da mineralização aurífera, e a comparação demonstra fortes semelhanças na deformação. No Grupo Canastra, a tectônica de pouca espessura da Faixa de Dobramentos Brasília é responsável por uma série de falhas inversas e zonas de cisalhamento com direção NE, formadas em resposta à compressão (Oliver *et al.,* 2020). Eles se formaram sob condições dúcteis a dúcteis-frágeis e são conhecidos por servirem como vias de circulação de fluidos hidrotermais. Ao mesmo tempo, os terrenos birimianos de Gana apresentam um sistema estrutural complexo com zonas de cisalhamento, falhas e dobras em escala regional, desenvolvidas durante a Orogenia Eburniana (Leaders *et al.,* 2018). Essas características estão espacialmente ligadas a importantes depósitos de ouro, especialmente no Cinturão Ashanti, o cinturão aurífero mais produtivo da África. O sistema de zonas de cisalhamento de Ashanti abrange centenas de quilômetros e apresenta múltiplos depósitos de ouro de classe mundial.

O controle estrutural tem impactos econômicos significativos em Gana. Levando em consideração a produção em larga escala, o distrito de Tarkwa produz mais de 500.000 onças de ouro anualmente, o que demonstra a eficácia dos sistemas minerais controlados estruturalmente (Agyenim e Adomako-Ansah, 2025). Isso demonstra como zonas de cisalhamento em grande escala são capazes de sustentar a mineração a longo prazo. Por outro lado, os dados disponíveis sobre a produção de ouro em larga escala no Grupo Canastra são limitados, mas podem ser comparados com base em características estruturais semelhantes em termos de potencial de mineralização. As zonas de cisalhamento e os sistemas de falhas inversas bem desenvolvidos sugerem a presença de vias de fluxo de fluidos necessárias para a mineralização aurífera durante a deformação. Notavelmente, ambos os terrenos são dominados por mineralização hospedada em zonas de cisalhamento, uma característica típica de depósitos de ouro orogênicos (Oliver *et al.,* 2020).Essas zonas permitem o fluxo de fluidos e promovem a precipitação de ouro. No entanto, a escala e a continuidade dos sistemas estruturais são maiores em Gana, o que explica a maior produtividade mineral. Contudo, a correlação estrutural permite inferir processos de mineralização semelhantes em ambas as áreas.

4.5 Condições Metamórficas

As condições metamórficas são muito semelhantes e constituem uma evidência significativa de processos de mineralização comparáveis tanto no Grupo Canastra quanto nos

terrenos Birimianos. No Grupo Canastra, estudos de inclusões fluidas mostram que a mineralização aurífera ocorreu sob condições de 300 ± 75°C e 1,5-3 kbar, equivalentes ao metamorfismo de fácies xisto verde a anfibolito inferior (Oliveira, 2022). Da mesma forma, nos depósitos auríferos birimianos do Gana, as temperaturas de mineralização variam de 180 °C a 350 °C e as pressões variam de 1 a 3 kbar (Agbenyezi *et al.,* 2024). Esses indicadores se enquadram na mesma faixa metamórfica do Grupo Canastra. Esses valores são típicos de depósitos de ouro orogênicos, que se formam em níveis da crosta média (4-10 km - Oliver *et al.,* 2020). Ambas as regiões compartilham as mesmas condições de pressão e temperatura, o que fornece uma base para condições crustais comparáveis para a mineralização. Embora ambas as regiões sejam significativamente diferentes em idade geológica, isso valida o argumento de que condições físico-químicas semelhantes existem em diferentes períodos tectônicos.

Semelhanças significativas também são identificadas na composição do fluido. Fluidos de H_2O-CO_2 com baixa salinidade são comuns em depósitos de ouro orogênicos, que demonstram a contribuição da desvolatilização metamórfica (Oliver *et al.,* 2020). Esses fluidos têm a capacidade de dissolver e transportar ouro em ambientes estruturalmente favoráveis. Essa é uma base sólida para a análise quantitativa; as faixas de temperatura (180-350 °C) e pressão (1-3 kbar) dos fluidos fornecem fortes evidências de comparabilidade entre os dois terrenos. Isso valida que processos de mineralização semelhantes estiveram envolvidos em ambas as regiões, o que fornece uma base para a análise comparativa e a interpretação. À luz das evidências metamórficas, pode-se inferir que o Grupo Canastra e os terrenos Birimianos compartilham condições físico-químicas quase idênticas durante a formação do ouro e representam uma das maiores similaridades neste estudo.

4.6 Comparação de Mineralização

Ao comparar a mineralização em ambas as regiões, identificam-se semelhanças significativas na gênese do minério, mas também se observam diferenças importantes na diversidade e na relevância econômica. No Grupo Canastra, os depósitos de ouro estão principalmente alojados em veios de quartzo dentro de zonas de cisalhamento, conformando-se a um modelo de depósito de ouro orogênico (Leaders *et al.* 2018). Esses depósitos são estruturalmente hospedados e associados ao fluxo de fluidos hidrotermais durante a deformação. De forma semelhante, em Gana, grandes depósitos de ouro orogênico são encontrados nos terrenos Birimianos, com controles estruturais (zonas de cisalhamento e falhas) como os observados no Grupo Canastra (Leaíder *et al.* 2018). Além dos depósitos de

ouro orogênicos, o Grupo Tarkwaian abriga extensos depósitos de ouro paleoplacer associados à concentração e remobilização sedimentar (IAEA, 1998). Esse tipo de mineralização representa uma diferença significativa em relação ao Grupo Canastra.

A produção de ouro de Gana é um bom indicador quantitativo. A produção anual do país, de cerca de 150 toneladas de ouro em 2025 (quase 6 milhões de onças), é um recorde histórico (Reuters, 2026). Há uma clara tendência de aumento na produção de ouro, que ultrapassou 130 toneladas por ano nos últimos anos, o que sugere o sucesso da exploração e explotação ao longo do tempo. Além disso, o setor de mineração artesanal e de pequena escala produziu cerca de 3,1 milhões de onças em 2025, indicando a ocorrência generalizada de mineralização aurífera nos terrenos Birimiano-Tarkwaiano (Reuters, 2026). Isso demonstra a importância econômica e a maturidade dos sistemas auríferos do Gana.

Contudo, o Grupo Canastra carece de dados de produção tão extensos, o que provavelmente se deve à falta de exploração e não à ausência de mineralização. Estudos atuais confirmam a presença de mineralização aurífera, mas a exploração e a quantificação são limitadas. Uma característica comum em ambas as áreas é a presença de fluidos hidrotermais de H_2O-CO_2 com baixa salinidade, típicos de depósitos de ouro orogênicos (Oliver *et al.,* 2020). Isso sugere que processos comparáveis foram responsáveis pela mineralização. Em conclusão, embora o Grupo Canastra apresente características metalogenéticas semelhantes às dos terrenos ganenses, estes últimos são mais desenvolvidos economicamente e possuem uma maior diversidade de depósitos.

4.7 Correlação Regional dos Terrenos Ganeses com o Grupo Canastra

Regiões auríferas selecionadas de Gana foram investigadas individualmente para determinar a similaridade geológica com o Grupo Canastra, a fim de aprimorar a análise comparativa. Essa comparação em escala regional permite uma avaliação mais precisa de análogos para exploração do que seria possível em nível de terreno. A área de maior similaridade é a Região Ashanti. Ela é caracterizada principalmente por rochas metavulcânicas e metassedimentares birimianas, que contêm grandes depósitos de ouro orogênico estruturalmente delimitados por zonas de cisalhamento e veios de quartzo.(Oberthür et al., 1998)As características são muito semelhantes à mineralização de ouro do Grupo Canastra, onde o ouro também está relacionado a litologias ricas em quartzo e sistemas hidrotermais controlados estruturalmente.(Líderes e outros, 2018)Os ambientes de mineralização são semelhantes em ambas as regiões, como se reflete na presença de xistos, veios de quartzo e zonas de deformação. A Região Ocidental também apresenta boa

correspondência, uma vez que contém as formações Birimiana e Tarkwaiana. A ocorrência de sistemas orogênicos e paleopláceres, juntamente com a presença de estruturas dobradas e cinturões de mineralização, indica um ambiente metalogenético altamente complexo, porém altamente produtivo.(A. Tetteh et al., 2025)O Grupo Canastra não apresenta extensos depósitos de paleopláceres; a similaridade da estrutura e litologia (especialmente os quartzitos e as feições de deformação) sugere certo grau de equivalência. As regiões Leste e Central, no entanto, apresentam similaridade moderada. A geologia nessas regiões inclui sequências metassedimentares, estruturas controladas por falhas e mineralização localizada. Contudo, elas não experimentam um nível tão elevado de deformação quanto o observado na Faixa Ashanti, nem tanta mineralização. As zonas de falha e as unidades sedimentares ainda estão presentes, fornecendo uma base para comparação, mas o potencial metalogenético é menos proeminente. Em geral, as regiões Ashanti e Oeste são as melhores análogas ao Grupo Canastra. Os resultados do estudo enriquecem ainda mais a abordagem comparativa geral, delineando regiões geográficas específicas de Gana que podem ser utilizadas como modelos diretos de exploração no Brasil. A Tabela 2 apresenta uma comparação regional dos Terrenos Ganeses e do Grupo Canastra.

Tabela 2- **Comparação regional dos terrenos ganeses e do grupo Canastra**

Região (Gana)	**Grau de similaridade**	**Características geológicas**	**Correlação com o Grupo Canastra**
Ashanti	Alto	Rochas metavulcânicas e metassedimentares birimianas; zonas de cisalhamento; veios de quartzo; grandes depósitos de ouro orogênico.	Forte semelhança no controle estrutural, litologias ricas em quartzo e sistemas hidrotermais de ouro.
Ocidental	Alto	Sequências birimianas e tarkwaianas; estruturas dobradas; depósitos de ouro paleoplásicos e/ou orogênicos.	Estrutura e arcabouço litológico comparáveis; diferença parcial devido à presença de paleoplácer.
Oriental	Moderado	Rochas metassedimentares; zonas de falha; mineralização localizada; diamantes	Características sedimentares e estruturais semelhantes, mas com menor intensidade de

			mineralização.
Central	Moderado	Rochas birimianas; ocorrências de ouro; perfis intemperizados; unidades ricas em argila	Semelhança parcial em litologia e mineralização, mas menor complexidade estrutural.

(Fonte: Criação do Autor)

A Tabela 2 apresenta uma comparação regional e indica que não há similaridade geológica consistente com o Grupo Canastra em toda a região do Gana. No entanto, essa similaridade está localizada em certas áreas mais produtivas, em particular nas regiões de Ashanti e Ocidental. Nessas áreas, o forte controle estrutural, as litologias ricas em quartzo e os processos de mineralização hidrotermal são semelhantes aos observados no Grupo Canastra. As regiões Oriental e Central, por outro lado, apresentam similaridade moderada como resultado de menores intensidades estruturais e escala de mineralização. Isso reforça ainda mais a sugestão de que os modelos utilizados para a exploração devem ser aplicados seletivamente e não para todo o território ganês, mas apenas para as regiões de alta analogia.

4.8 Resumo do Capítulo

Este capítulo discutiu as conclusões de uma comparação temática entre o Grupo Canastra e os terrenos Birimiano-Tarkwaiano em termos de litoestratigrafia, geologia estrutural, metamorfismo e mineralização. Os resultados revelam que as duas áreas compartilham muitas semelhanças nos parâmetros estruturais, de fluidos hidrotermais e metamórficos, típicos de depósitos de ouro orogênicos. No entanto, algumas diferenças foram encontradas na litologia, escala e atividade metalogenética, incluindo depósitos de paleoplacer em Gana. A Tabela 1 também demonstra que as semelhanças são maiores nos parâmetros que afetam a mineralização de ouro, enquanto as diferenças são mais evidentes na escala e no potencial econômico. Isso sugere que o Grupo Canastra e os terrenos ganenses são sistemas geológicos análogos, e não equivalentes. Em escala regional, também se constatou que as estruturas regionais nas regiões de Ashanti e Ocidental, em Gana, caracterizadas por sistemas auríferos ricos em quartzo, são as mais próximas do contexto estrutural do Grupo Canastra e, portanto, constituem os análogos de exploração mais ideais. Em resumo, este capítulo oferece uma base empírica sólida para o capítulo de discussão, permitindo a avaliação da prospectividade mineral e dos modelos de exploração.

5 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

5.1 Discussão dos Resultados

Este estudo oferece uma abordagem sistemática para abordar a principal questão de pesquisa: o Grupo Canastra (Brasil) pode ser correlacionado com os terrenos auríferos Birimiano-Tarkwaiano (Gana), e os modelos de exploração ganeses podem ser aplicados no Brasil? O alinhamento dos resultados com as questões de pesquisa e a literatura revisada permite uma avaliação dos méritos da correlação. O primeiro objetivo foi delinear os aspectos geológicos do Grupo Canastra, que apontaram que ele é basicamente metassedimentar, composto por quartzitos, filitos e metaconglomerados formados em um ambiente de margem passiva a bacia de antepaís. Os resultados validam que essas rochas são tectonicamente deformadas e associadas a zonas de cisalhamento mineralizadas. Da mesma forma, o segundo objetivo, descrever o arcabouço geológico dos terrenos Birimiano-Tarkwaiano de Gana, revelou um arcabouço geológico mais complexo que inclui formações metavulcânicas e metassedimentares, bem como um sistema de dois níveis de depósitos de ouro orogênicos e paleoplacer. O terceiro objetivo foi abordar a comparação dos dois terrenos; os resultados mostram que as maiores semelhanças se relacionam à sua estrutura e metamorfismo, e não à litologia. Ambos os locais demonstram um estilo estrutural semelhante, dominado por zonas de cisalhamento, bem como condições metamórficas similares (180-350°C; 1-3 kbar), típicas de sistemas auríferos orogênicos. Esses resultados são consistentes com a teoria das províncias metalogenéticas, que argumenta que processos tectônicos semelhantes podem levar a estilos de mineralização comparáveis em terrenos geologicamente distintos.

Por outro lado, as descobertas também revelam diferenças importantes que impedem uma correlação direta. A ausência de rochas vulcânicas no Grupo Canastra contrasta com o caráter vulcanossedimentar do sistema Birimiano, sugerindo ambientes tectônicos distintos. Essa constatação está em consonância com a literatura, que destaca a importância do magmatismo relacionado à subducção nos terrenos Birimianos. Assim, as semelhanças em suas estruturas e metamorfismo apontam para condições de mineralização comparáveis; as diferenças na litologia sugerem que não são inteiramente equivalentes. A inclusão de dados quantitativos reforça essa interpretação. A produção anual de ouro de Gana, de aproximadamente 150 toneladas, evidencia a viabilidade econômica e a continuidade de seus sistemas minerais. Em contrapartida, a indisponibilidade de tais dados para o Grupo Canastra ilustra um potencial subexploração. Isso corrobora a proposição apresentada no enunciado do problema de que o Grupo Canastra está subexplorado devido à falta de estudos comparativos.

Fundamentalmente, os resultados confirmam o quarto objetivo: determinar a aplicabilidade dos modelos ganeses. O alto grau de similaridade nos controles estruturais e nos fluidos hidrotermais (fluidos de H_2O-CO_2 de baixa salinidade) sugere que os modelos de ouro orogênico ganês podem ser parcialmente aplicados ao Grupo Canastra. No entanto, a ausência de sistemas de paleoplacer no Grupo Canastra indica que os modelos do tipo Tarkwaiano não são aplicáveis. Isso sugere que os modelos de exploração devem ser modificados, em vez de aplicados diretamente. Os resultados também corroboram as abordagens teóricas discutidas no Capítulo 2. A Teoria da Tectônica de Placas dos Ciclos de Supercontinentes explica a relação paleográfica entre o Brasil e a África Ocidental, oferecendo, assim, uma plataforma para correlação geológica. De forma semelhante, a Teoria das Províncias Metalogenéticas apoia a possibilidade de estilos de mineralização similares em contextos tectônicos semelhantes. Os resultados desta pesquisa concordam com ambas as teorias, mas também demonstram que a correlação geológica precisa levar em consideração as diferenças temporais e tectônicas. Em uma perspectiva regional, os terrenos ganenses foram comparados para obter uma interpretação mais precisa da similaridade geológica. As regiões de Ashanti e Ocidental foram consideradas particularmente análogas ao Grupo Canastra devido à ocorrência simultânea de mineralização controlada por zonas de cisalhamento, litologias ricas em quartzo e sistemas hidrotermais auríferos. Isso indica que a abordagem de exploração que se mostrou bem-sucedida nessas áreas de Gana pode ser aplicada seletivamente a áreas estruturalmente análogas do Grupo Canastra. Os resultados, portanto, vão além de uma simples comparação de terrenos, oferecendo uma estrutura de exploração mais aplicável.

Contudo, existem algumas limitações que devem ser consideradas. O uso de dados secundários pode representar um potencial viés, com interpretações baseadas na análise de outros estudos. Além disso, a significativa diferença de idade entre o Grupo Canastra (Neoproterozóico) e os terrenos Birimianos (Paleoproterozóicos) questiona a confiabilidade de uma comparação direta. Entretanto, processos semelhantes podem ocorrer ao longo do tempo, mas o contexto geodinâmico pode diferir significativamente. De modo geral, a discussão demonstra que o Grupo Canastra e os terrenos Birimianos devem ser considerados semelhantes, mas não idênticos. Os resultados confirmam que os modelos ganeses podem ser utilizados como uma estrutura conceitual para a exploração no Brasil, mas devem ser contextualizados de acordo com os ambientes geológicos locais. Esta interpretação responde à questão de pesquisa e contribui para preencher a lacuna na literatura, oferecendo a primeira comparação entre essas regiões.

5.2 Conclusão

O presente estudo teve como objetivo avaliar as correlações geológicas entre o Grupo Canastra do Neoproterozóico, no Brasil, e os terrenos auríferos do Paleoproterozóico de Gana (Birimiano-Tarkwaiano), bem como os modelos de prospecção mineral desenvolvidos em Gana, que podem ser aplicados ao Brasil. Os resultados da abordagem comparativa baseada na literatura, apresentada aqui, oferecem uma integração consistente das semelhanças e diferenças em termos de litoestratigrafia, estrutura, metamorfismo e mineralização. Esta pesquisa demonstra que a melhor correlação se baseia em características estruturais e metamórficas. Ambos os terrenos exibem deformação limitada por zonas de cisalhamento e condições de pressão e temperatura semelhantes, típicas de depósitos de ouro orogênicos. A presença de fluidos hidrotermais de baixa salinidade (H_2O-CO_2) em ambos os terrenos também sugere que processos de mineralização semelhantes ocorreram nas duas áreas. Este estudo corrobora o modelo de província metalogenética, que propõe que ambientes tectônicos semelhantes podem resultar em mineralização semelhante. Contudo, diferenças foram observadas na litoestratigrafia, tamanho e diversidade metalogenética. Os terrenos birimianos contêm uma estrutura vulcanossedimentar e compreendem depósitos de ouro orogênicos e paleoplacer, em contraste com o Grupo Canastra, que consiste principalmente de metassedimentos e não apresenta evidências diretas de depósitos paleoplacer. Além disso, os terrenos ganenses são extensos e bem explorados, com alta produção de ouro, enquanto o Grupo Canastra é relativamente pouco explorado. Isso sugere que essas duas regiões são sistemas geológicos comparáveis, mas não idênticos. A análise em escala regional também indicou que as regiões de Ashanti e Ocidental do Gana são as que melhor correspondem geologicamente ao Grupo Canastra em escala regional, especialmente no que diz respeito aos controles estruturais e à mineralização hidrotermal. Portanto, os modelos de exploração de Gana, incluindo aqueles para depósitos de ouro orogênicos guiados estruturalmente, podem ser estendidos ao Grupo Canastra, mas devem ser modificados para refletir o ambiente geológico. Neste estudo, abordamos o problema de pesquisa oferecendo o primeiro estudo comparativo entre os dois terrenos. Embora dados secundários sejam utilizados, o estudo fornece uma base conceitual sólida para futuras investigações e exploração. Sugere-se que pesquisas futuras incluam dados geoquímicos e geofísicos para complementar as correlações e direcionar a exploração no Grupo Canastra.

6 REFERÊNCIAS

Agbenyezi, TK, Adomako-Ansah, K., Foli, G., Sunkari, ED, Bayari, EE, & Gawu, SKY. Uma revisão dos sistemas de ouro hospedados por intrusão do terreno Paleoproterozóico Birimiano de Gana. **Jornal Internacional de Ciências da Terra**, 113(7), 1551-1570. (2024).

Agyenim, B., & Adomako-Ansah, K. Alteração e caracterização litogeoquímica do depósito de ouro de Esaase no terreno Birimiano paleoproterozoico de Gana. **Applied Earth Science**, 25726838251405980. (2025).

AIEA – AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA. Geologia e recursos minerais de Gana. Viena: **AIEA,** 1998.

Attoh, K., & Brown, L. As zonas de cisalhamento trans-saarianas/trans-brasilianas do Neoproterozoico: análogos tibetanos sugeridos. **Resumos da Reunião de Primavera da AGU.** (2008).

Caxito, F. d. A., Santos, LCM d. L., Ganade, CE, Bendaoud, A., Fettous, E.-H., & Bouyo, MH Rumo a um modelo integrado de evolução geológica para o nordeste do Brasil-noroeste da África: a Província Borborema e suas conexões com os orógenos transaarianos (escudos Benino-Nigérico e Tuaregue) e da África Central. **Brazilian Journal of Geology**, 50(02), e20190122. (2020)

Da Silva, CH, Simões, LSA, Damázio, WL, Ferreira, SN, & Luvizotto, GL. **O Grupo Canastra em sua área-tipo, região de Tapira, sudoeste do estado de Minas** Gerais. (2012).

dos Santos, TJS, Maria da Glória, MG, Amaral, WS, Caby, R., Wernick, E., Arthaud, MH, Dantas, EL, & Santosh, M. Relíquias de assembleias de fácies eclogíticas no Domínio Central do Ceará, Província Borborema NW, NE Brasil: implicações para a montagem do Gondwana Ocidental. **Gondwana Research**, 15(3-4), 454-470. (2009).

Garayp, E., & Frimmel, HE. Um modelo de paleoplacer modificado para os depósitos de ouro hospedados em metaconglomerados em Jacobina, Brasil. **Mineralium Deposita**, 59(3), 627-654. (2024).

Groves, DI, Goldfarb, RJ, Gebre-Mariam, M., Hagemann, S., & Robert, F. Depósitos de ouro orogênicos: uma classificação proposta no contexto de sua distribuição crustal e relação com outros tipos de depósitos de ouro. **Ore geology reviews**, 13(1-5), 7-27. (1998).

Guild, PW. Tectônica e províncias metalogenéticas. **Advances in Space Research**, 3(2), 9-16. (1983).

Hagemann, S., Brown, P., & Walde, D. Mineralização de empurrão de pele fina na faixa de dobramento de Brasília: O exemplo do antigo depósito de ouro de Luziania. **Mineralium Deposita**, 27(4), 293-303. (1992).

Leaders, FT, Lipson, R., & Kudzawu-D'Pherdd, R. Depósitos de ouro do Birimiano e Tarkwaiano em Gana. In: Society of Economic Geologists Foundation, Inc., **SEG Student Field Trip.** (2018).

Murphy, JB, Pisarevsky, S., & Nance, RD Potenciais relações geodinâmicas entre o desenvolvimento de orógenos periféricos ao longo da margem norte de Gondwana e a amalgamação de Gondwana Ocidental. **Mineralogia e Petrologia**, 107(5), 635-650. (2013).

Neves. Quantos oceanos se fecharam durante o Ciclo Brasiliano no nordeste do Brasil? Implicações para a amalgamação do Gondwana ocidental. **Earth-Science Reviews**, 257, 104909. SP (2024).

NOTICIABRASIL.NET.BR.Pegadas idênticas de dinossauros são descobertas e sugerem corredor entre Brasil e África. 29 atrás. **.https://noticiabrasil.net.br/20240829/pegadas-identicas-de-dinossauros-sao-encontradas-e-sugerem-corredor-entre-brasil-e-africa-36252746.html** (2024).

Oliveira, LBT d. **Origem e composição do Manto Litosférico Subcontinental (SCLM) ao longo do lineamento de 125° Azimute**, Brasil Universidade de São Paulo]. (2022).

Oliver, NH, Thomson, B., Freitas-Silva, FH, & Holcombe. **O depósito de ouro de Paracatu, de baixo teor, neoproterozoico, estilo veio, hospedado em filito carbonáceo, Minas Gerais, Brasil**. RJ (2020)

Pigois, J.-P., Groves, DI, Fletcher, IR, McNaughton, NJ, & Snee, LW. Restrições de idade na formação de paleoplacer e ouro filoniano do Tarkwaiano no distrito de Tarkwa-Damang, sudoeste de Gana. **Mineralium Deposita**, 38(6), 695-714. (2003).

REUTERS. Produção de ouro em Gana atinge recorde histórico em 2025. **Reuters News**, 2026. Disponível em: https://www.reuters.com. Acesso em: 30 de abril de 2026.

Rodrigues, J., Pimentel, M., Dardenne, M., & Armstrong, R. Idade, proveniência e contexto tectônico dos Grupos Canastra e Ibiá (Faixa Brasília, Brasil): Implicações para a idade de um evento glacial neoproterozoico no Brasil central. **Journal of South American Earth Sciences**, 29(2), 512-521. (2010).

Santosh, M. Uma sinopse de modelos conceituais recentes sobre tectônica de supercontinentes em relação à dinâmica do manto, evolução da vida e ambiente de superfície. **Journal of Geodynamics**, 50(3-4), 116-133. (2010).

Silva, AJCA. **Evolução estrutural e idades U-Pb das unidades litoestratigráficas de Nappe de Passos e do Grupo Canastra, Sudoeste de Minas Gerais**. (2018).

Sunkari, ED, Lermi, A., Adomako-Ansah, K., Fiadonu, EB, Tetteh, SEK, Oppong, O., Adams, SJ, Demir, Y., & Ali, S. **Geologia e estilos de mineralização de ouro em Gana. Em Geologia e mineralização de ouro em Gana**: **províncias geológicas e mineralização de ouro (pp. 3-49).** Springer. (2025).

Sunkari, ED, Oppong, O., & Agbenyezi, TK.Características petrogenéticas e geoquímicas de alguns granitoides auríferos na Bacia de Kumasi, Gana: implicações para configurações geodinâmicas e controles da mineralização de ouro orogênico na Mina de Ouro de Edikan. **Deep Underground Science and Engineering**, 4(3), 406-421. (2025).

Tetteh, A., Yakubu, I., Dodoo, P., Atugba, B., & Tengnibuor, **A.Avaliando o impacto da geologia de Gana na mineração de ouro usando técnicas geoespaciais**. **Heliyon**, 11, e42921.https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42921 (2025).

Tetteh, AT, Issaka, Y., Dodoo, P., Atugba, B., & Tengnibuor, **A.Avaliando o impacto da geologia de Gana na mineração de ouro utilizando técnicas geoespaciais**. **Heliyon**, 11(4). (2025).

Vaughan, AP, & Pankhurst, Visão geral tectônica da margem oeste de Gondwana. **Gondwana Research**, 13(2), 150-162. RJ (2008).

Vogel, W. Os conglomerados de seixos de quartzo mineralizados de Gana. **IAEA** (1987).