



Vista da região central de Paramaribo, Suriname

RELATÓRIO DE VIAGEM A PARAMARIBO, SURINAME
(Participação no 11th Inter Guiana Geological Conference e reuniões de
Pesquisadores e Patrocinadores do Consórcio SAXI)

Geól^o Evandro Luiz Klein

Brasília-DF
Fevereiro de 2019

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	1
2 – OBJETIVO.....	1
3 – PROGRAMA DE VIAGEM.....	1
4 – ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	2
4.1. Reunião dos pesquisadores do consórcio SAXI.....	2
4.2. 11th Inter Guianas Geological Conference.....	3
4.3. Reunião com patrocinadores do consórcio SAXI	3
5 – CONTATOS EFETUADOS E COMENTÁRIOS FINAIS	5
6 - AGRADECIMENTOS	5
ANEXO 1: Relação dos participantes das reuniões de pesquisadores e patrocinadores.....	6
ANEXO 2: Folder da Conferência com relação de palestrantes convidados.....	7
ANEXO 3: Cópia do trabalho apresentado como palestra pelo autor.....	8
ANEXO 4: Diagrama com a proposta dos módulos para a fase SAXI-2	14

1 – INTRODUÇÃO

A viagem enfocada neste relatório foi empreendida de 16 a 24 de fevereiro de 2019, pelo autor, geólogo Evandro Luiz Klein, lotado na DGM – Diretoria de Geologia de Recursos Minerais, visando participação no evento técnico-científico internacional **11th Inter Guiana Geological Congress** e em reuniões técnicas com pesquisadores e patrocinadores do consórcio internacional SAXI – South American Exploration Initiative. Toda a programação ocorreu em Paramaribo, capital do Suriname.

A participação, com ônus para a CPRM, foi autorizada pela Diretoria Executiva (Memos 007/SEGER/2019), com publicação no Diário Oficial da União em 13 de fevereiro de 2019. Também participou dessa missão (na parte relativa à conferência), a geóloga Lêda Maria Barretto Fraga, lotada na DGM, Rio de Janeiro.

2 – OBJETIVO

A viagem teve como objetivo a participação no evento e reuniões técnicas citadas no item introdutório, incluindo apresentação de palestra-chave pelo autor. Também foi objetivo, o intercâmbio científico e a atualização do conhecimento sobre o que está sendo produzido no mundo na área de geologia econômica, metalogenia e exploração mineral, bem como conhecer tendências atuais e futuras em pesquisa nessas áreas. O conhecimento obtido é útil ao autor em suas atividades de supervisão e de execução de projetos no Serviço Geológico do Brasil.

3 – PROGRAMA DE VIAGEM

Paramaribo é a capital da República do Suriname, o menor país da América do Sul. A cidade conta com pouco mais de 240.000 habitantes e se localiza às margens do rio Suriname, distando pouco menos de 20 km da costa atlântica. O deslocamento se deu via aérea, de Brasília a Paramaribo e retorno, com conexão em Belém. Foi utilizada a companhia aérea GOL que possui dois voos semanais para Paramaribo.

Paramaribo (e o Suriname) foi colonizada por holandeses, sendo o holandês a língua oficial do país. Da época colonial permanece a arquitetura de boa parte da cidade, e, sobretudo, da região central, consistindo em construções de madeira (Figura da capa deste relatório). Imigração javanesa, africana (período de escravidão), indiana e chinesa também foi importante na construção da variedade do povo

surinamês. A economia da cidade gira em torno de turismo (há vários cassinos), comércio e pouca indústria. No Suriname são importantes a mineração de bauxita, ouro e petróleo, e a indústria da pesca.

A cidade possui boa infraestrutura para receber eventos de pequeno porte, com boas instalações para convenções localizadas em hotéis-cassino. A moeda surinamesa (SRD – dólar surinamês), em relação ao dólar norte-americano (US\$ 1,00), estava cotada em cerca de 7,50. Muitos dos preços, sobretudo em restaurantes, são cotados na moeda americana.

4 – ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

A programação se desenvolveu em três etapas: (1) reunião dos pesquisadores do consórcio SAXI; (2) conferência; (3) reunião dos patrocinadores do consórcio SAXI. A relação dos participantes das reuniões técnicas é apresentada no Anexo 1.

4.1. Reunião dos pesquisadores do Consórcio SAXI

A reunião ocorreu na segunda feira, 18 de fevereiro nas dependências da Universidade Anton de Kom. A minha participação, como membro representante do Serviço Geológico do Brasil, se deu como observador.

Inicialmente, o líder técnico do consórcio SAXI (Dr. Mark Jessell, da University of Western Australia), apresentou os objetivos do consórcio aos participantes, além de um relatório sobre a avaliação que fez dos dados existentes para o norte-nordeste da América do Sul, grandemente baseado no banco de dados corporativo do Serviço Geológico do Brasil (GeoSGB), enfocando lacunas em análises (que poderiam ser feitas via consórcio SAXI).

Também foram apresentados resultados da primeira fase do consórcio (Saxi-1), iniciada em março de 2018: (1) Interpretação estrutural e geofísica dos dados regionais, por Mark Jessell; (2) Província Borborema (por Lydia Lobato).

O maior tempo do encontro foi dedicado à apresentação e discussão de propostas de trabalho com respectivos orçamentos para a segunda fase do consórcio (SAXI-2) a iniciar em março de 2019, propostas essas que foram levadas, na mesma semana, ao conhecimento dos patrocinadores, na reunião específica (item 4.3 deste relatório). As seguintes propostas foram apresentadas (títulos em português em livre tradução):

- (1) Mark Jessell (UWA) – Harmonização litológica e estrutural do Escudo das Guianas. Nesse caso informei ao propositor e aos participantes que o Serviço Geológico do Brasil desenvolve projeto nessa linha, para todo o Cráton Amazônico.
- (2) Paul Mason (Utrecht) – Tectônica, ambientes superficiais e mineralizações no greenstone belt Marowijne, Suriname.
- (3) Jean Paul Bout (UWA) – Mapas de prospectividade.
- (4) Jean-Michel Lafon (UFPA) – Idades de eventos arqueanos e paleoproterozoicos no Bloco Amapá e domínios riacianos, Brasil.
- (5) Steffen Hagemann (UWA) – Ambiente geodinâmico e controles de sistemas auríferos na Guiana.
- (6) Lydia Lobato (UFMG) – Evolução e controles dos sistemas cupro-auríferos no ambiente geodinâmico da Província Borborema, Brasil.
- (7) David Baratoux (IRD) – Caracterização de parâmetros físico-químicos das superfícies do Escudo das Guianas e aplicações ao mapeamento geológico e de regolitos.
- (8) Lenka Baratoux (IRD) – Evolução tectônica e metamórfica do Escudo das Guianas.
- (9) Dan Hollis (Universidade de Grenoble, não presente na reunião) – Perfil piloto de sísmica passiva.

4.2. 11th Inter Guianas Geological Conference

A conferência se desenvolveu nos dias 19 e 20 de fevereiro, nas dependências do Hotel Cassino Torarica e contou com mais de 160 inscritos. Foram apresentados 45 trabalhos, em sessões orais e painéis e os anais encontram-se disponíveis pelo link http://waxi.gistemp.com/info/wp-content/uploads/2019/02/IG11_final.pdf.

Este autor participou como palestrante convidado (Anexo 2), apresentando uma revisão sobre a metalogenia do Escudo das Guianas no Brasil (Metallogenic evolution of the Guiana Shield in Brazil" (Anexo 3).

4.3. Reunião com patrocinadores do consórcio SAXI

A reunião dos pesquisadores com os patrocinadores e patrocinadores em espécie (Sponsor-in-Kind, caso do Serviço Geológico do Brasil - SGB) ocorreu nos dias 21 e 22 de fevereiro, nas dependências do Hotel Cassino Torarica.

Na primeira etapa da reunião foram novamente apresentados pelos pesquisadores, agora para patrocinadores, os resultados da fase SAXI-1 e propostas para o estágio SAXI-2, com duração de três anos, a iniciar em março de 2019, e orçamento de US\$ 3 milhões.

Em seguida, foram discutidos temas como:

(1) Uso de dados dos Sponsors-in-Kind (os serviços geológicos nacionais do Brasil, Guiana e Suriname) pelos pesquisadores. O representante da Guiana informou que os dados não são livres e devem ser pagos. Já este relator, como representante do Serviço Geológico do Brasil, informou que os dados constantes no GeoSGB são públicos e de acesso gratuito para qualquer usuário, participante de consórcio SAXI ou não. Por outro lado, ao ser indagado sobre o acesso a amostras das litotecas do SGB, informei que o assunto seria levado à Diretoria para estabelecimento de nossa posição.

(2) Atuação da ADIMB, Agência para o Desenvolvimento Tecnológico da Indústria Mineral Brasileira, lá representada pelo seu Diretor Executivo, Roberto Perez Xavier. As possibilidades discutidas foram envolvimento em treinamento e localização de mais empresas interessadas no SAXI.

(3) Confidencialidade (dois anos) sobre os resultados dos projetos, mas negociável com os patrocinadores.

(4) Capacitação e treinamento: foram listados os principais interesses:

- Interpretação estrutural e geofísica
- Mapeamento geológico básico
- Mapeamento estrutural em escala de mina
- Mapeamento de regolitos
- Geoquímica exploratória
- Metalogenia da América do Sul
- Gerenciamento de pesquisa
- Impressões da alteração hidrotermal e uso de técnicas portáteis de campo
- Sistemas minerais e metalogenia.

Posteriormente, foi apresentado um esboço sobre os módulos para desenvolvimento do consórcio SAXI-2 (Anexo 4), que passaria a ser discutido entre os pesquisadores líderes de cada módulo e outros envolvidos, com prazo de apresentação da descrição do módulo em 10 de março.

No último dia, após uma reunião fechada entre os patrocinadores com a liderança do consórcio SAXI, foram expostos os principais interesses dos patrocinadores presentes, demonstrando pouco (ou nenhum) interesse pela porção brasileira do Escudo das Guianas (ver comentário final, mais adiante).

5 – CONTATOS EFETUADOS E COMENTÁRIOS FINAIS

Foram efetuados contatos com profissionais e pesquisadores de empresas e universidades (lista parcial no Anexo 1), tanto brasileiras quanto internacionais.

O conteúdo do evento é bastante útil na execução e supervisão técnica dos projetos da CPRM que visam ao avanço no conhecimento geológico, metalogenético e de avaliação do potencial mineral do território brasileiro e que são tema contínuo dos projetos executados no âmbito da DGM.

Com relação ao consórcio SAXI-2, manifestei no último dia de reunião, a minha percepção de que a parte brasileira do Escudo das Guianas e outras áreas do Brasil (como a província Borborema, no nordeste brasileiro), não foram ou não deverão ser contempladas com projetos, simplesmente porque as empresas patrocinadoras que se fizeram presentes no encontro não atuam no Brasil, ou nas regiões enfocadas pelo consórcio (com uma possível exceção para o Cinturão Gurupi). Mesmo a porção do Amapá, que poderá ser contemplada, não ficará sob liderança de pesquisador brasileiro. Com isso, fica muito diminuída a possibilidade de participação do Serviço Geológico do Brasil como protagonista (executor) no consórcio.

6 - AGRADECIMENTOS

A participação em eventos nacionais e internacionais permite uma maior divulgação da produção técnico-científica dos quadros da CPRM e o intercâmbio científico com profissionais de renomada carreira é sempre salutar e proveitoso para a formação dos técnicos da CPRM. Por isso, os autores expressam agradecimentos à Diretoria Executiva CPRM pela permissão para participação do evento.

Geólº Evandro Luiz Klein
12 de março de 2019.

ANEXO 1

Relação dos participantes das reuniões de pesquisadores e patrocinadores

Instituição	Nome
Organizadores	
AMIRA International	Adele Seymon
ADIMB	Roberto Xavier
Patrocinadores	
Anglo American	Hielke Jelsma
AngloGold Ashanti	Augusto Mol, Stano Ulrich
Avanco Resources / OZ Minerals	Frederico Zalan
Barrick Gold	Marc Bardoux, Marian Moroney, Andrew Allibone, Simon Houle, Lee Sampson
Goldcorp	Iain Kelso
Reunion Gold	Carlos Bertoni, Dominique Fournier
Pesquisadores	
Anton de Kom University of Suriname	Salomon Kroonenberg, Theo Wong
CET-University of Western Australia	Mark Jessell Nico Thebaud Jean-Paul Bout Steffen Hagemann Luis Parra Vila Mike Tedeschi Corinne Debat
CSIRO (Austrália)	Vaclav Metalka
GET – Université Paul Sabatier	Olivier Vanderhaeghe
IRD (França)	David Baratoux
IRD / GET (França)	Lenka Baratoux
Laurentian University (Canadá)	Stephane Perrouy
Technical University Delft (Holanda)	Marco Keerseemaker
Universidade Federal de Minas Gerais	Lydia Lobato
Universidade Federal do Ceara	Gabriel Berni
Universite de Guyane (Guiana Francesa)	Arnaud Heuret
Utrecht University (Holanda)	Leo Kriegsman, Paul Mason
Patrocinadores em Espécie (sponsor-in-kind)	
CPRM-Serviço Geológico do Brasil	Evandro Klein
GGMC (Guiana)	Gordon Nestor, Randy Ault, LaDonna Fredericks
GMD (Suriname)	Danielle Van Engel

ANEXO 2

Folder da Conferência com relação de palestrantes convidados



This conference brings together the partners of the AMIRA International P1061A Project- The South American Exploration Initiative with the 11th Inter-Guiana Geological Conference series.

The SAXI project aims to enhance the exploration potential of the Guiana Shield and neighbouring terranes in northeast South America through an integrated program of research and data gathering into its 'anatomy'. There is an equally strong commitment to training and training by research to produce the next generation of local industry-aware geoscientists.

The Inter-Guiana Geological Conference was a long-standing conference series which brought together a generation of geoscientists interested in the region, and which is being relaunched at Paramaribo in 2019.

Aims:

This conference will present the latest findings on the tectonics, minerals and energy resources, and regolith of the Guiana Shield and the wider NE South American Region. The outcomes of this meeting will underpin discussions about future

collaborative research programs in the region.

Venue:

Hotel Torarica, Paramaribo, Suriname

Who should attend:

This conference offers the opportunity for companies, geological surveys, development agencies and researchers to define key future research and training activities that will ultimately provide not only new geological information but also a new geological framework and exploration insights.

Research Themes:

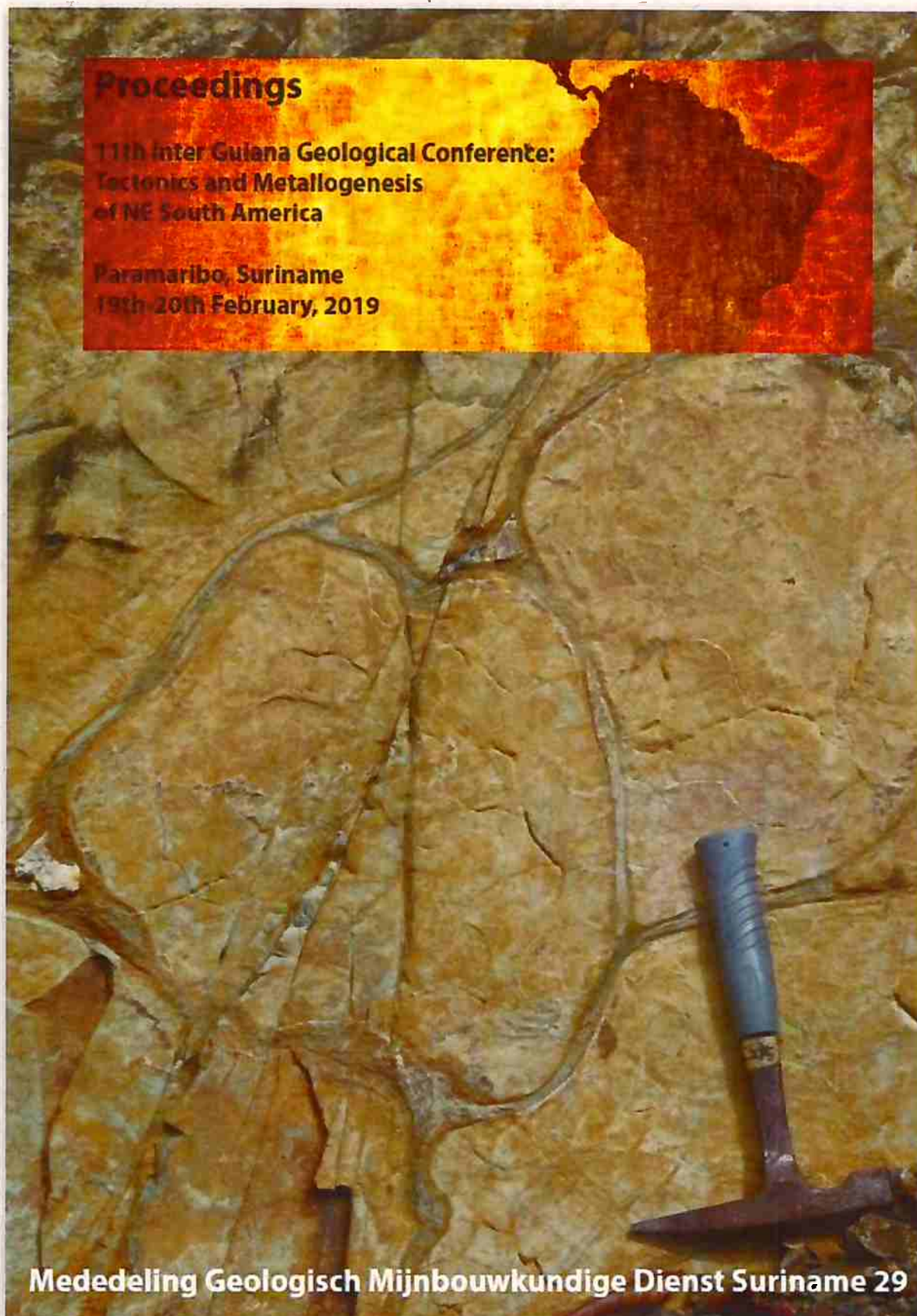
1. Archean and Proterozoic tectonics and resource potential
2. Proterozoic to Tertiary basin evolution and resource potential
3. Regolith and landform evolution

Confirmed Speakers

Evandro Klein (CPRM), Mark Jessell (UWA), Marc Bardoux (Barrick Gold), Jean-Michel Lafon (UFPA), Lydia Lobato (UFMG), Salomon Kroonenberg (UDEKUS)

ANEXO 3

Cópia do trabalho apresentado como palestra pelo autor



Metallogenic evolution of the Guiana Shield in Brazil

Evandro L. Klein

CPRM – Geological Survey of Brazil Brasília-DF, Brazil

evandro.klein@cprm.gov.br

SUMMARY

A review of present knowledge of the metallogenic evolution of the Guiana Shield in Brazil is presented here, and shows that about a dozen metallogenic epochs can be envisaged from Archean to recent times. Different mineral systems, operating in all tectonic domains, and related to metamorphism, felsic, mafic-ultramafic, and alkaline magmatism, in addition to sedimentary processes produced various, non-ferrous, precious and special metals, along with diamonds and gemstones.

Key words: Guyana, Amazonian Craton, Metallogenesis, Mineral Resources, Mineral Systems

INTRODUCTION: GEOLOGICAL AND TECTONIC BACKGROUND

The geological evolution of the Brazilian portion of the Guiana Shield (northern sector of the Amazonian Craton) spans in time from the Palaeoarchean Era to the Calymnian period (Roca-Costa et al., 2009; Almeida et al., 2013; Fraga et al., 2017). Based on rock associations and on the age of the geological events, different domains can be considered for this sector (Figure 1). (1) The eastern Guiana Shield comprises an Archean medium- to high-grade metamorphic basement, which was reworked during Rhyacian (2.3-2.05 Ga) accretionary and collisional events (Transamazonian cycle). These events produced granite-greenstone sequences formed in variable tectonic settings, and were eventually intruded by anorogenic granites (1.75 Ga). (2) In the central portion of the shield, the Early-Orosirian orogen consists of arc-related granites and associated sedimentary basin that underwent medium- to high-grade metamorphism, and post-collisional igneous belts containing I- and A-type granites, which intruded the supracrustal sequence. (3) The widespread extension-related felsic magmatism of 1.90 to 1.86 Ga, which formed the Uatumã SLIP - Silicic Large Igneous Province, occur in the central-south portion of the shield. (4) Thick cratonic sedimentary sequence. (5) To the west, Late-Orosirian (1.81-1.70 Ga), arc-related plutonic and sedimentary sequences and A-type granites, and Calymnian (1.54-1.51 Ga) collision-type granites predominate. Younger Mesoproterozoic, Neoproterozoic, and Phanerozoic alkaline intrusions occur in different domains throughout the shield.

MINERAL RESOURCES AND MINERAL SYSTEMS

Eastern Guiana Shield (Archean-Rhyacian domain)

The eastern portion of the Guiana Shield in Brazil is the most endowed mineral province in the shield, even though still underexplored. Although Archean rocks made significant part of this sector, mineral systems of this age are only vestigial, and include possible sedimentary iron mineralization (<200 Mt) associated with relics of high-grade metasedimentary sequences (magnetite-bearing quartzite and stibnite) occurring within gneiss-granulite complexes, along with gold and diamond present in metaconglomerates (paleoplacer?) of Rhyacian greenstone belts. These greenstone belts are the main metallogenic and host sedimentary iron (>400 Mt) and manganese (c. 42 Mt) ores deposited in the early phase of greenstone formation (2.26-2.15 Ga), which underwent subsequent metamorphism under greenschist to amphibolite facies conditions (2.11-2.08 Ga), and supergene enrichment during the Phanerozoic. The hematite sedimentary iron deposits (e.g., Vila Nova) consist of BIF, stibnite, and Fe-quartzite, whereas the genesis of manganese provinces (e.g., Serra do Navio) involved modification of Mn-rich carbonate rocks associated with C-bearing pelites (Rodrigues et al., 1986; Spier and Ferreira Filho, 1999). Possible VMS systems are also associated with the early phase of greenstone development and account for semi-massive copper (±Zn) mineralization hosted in hydrothermally altered oceanic basalts (Faraco et al., 2006). Orogenic gold (>6 Moz) formed at about 2.11-1.94 Ga (two stages?), coeval with the metamorphism and deformation of the greenstone sequences (Galarza et al., 2006; Klein et al., 2009). Fluid inclusion and isotopic studies (Mele et al., 2003; Klein et al., 2009; Klein and Furukawa, 2010) indicate low-salinity metamorphic (partly granulitic) and magmatic (partly charnockitic) fluid sources, which deposited gold from 270 to >420°C (e.g., Tucano, Carará). Chromite deposits (Barudi, 91 kt) occur at the base of the ultramafic layer of mafic-ultramafic layered complex (Spier

and Ferreira Filho, 2001) that intruded basement gneisses and the greenstone belts (Scarpelli and Horikawa, 2018). The layered complex and the ore bodies underwent folding and metamorphism under amphibolite condition (Sper and Ferreira Filho, 2001). Iron ore (magnesian-rich mafic rock) is also associated to the layered complex (Scarpelli and Horikawa, 2018). Graptolite and pergamite Sn and Nb-Ta deposits are probably related to anorogenic, A-type granites of 1.75 Ga (Klein et al., 2014).

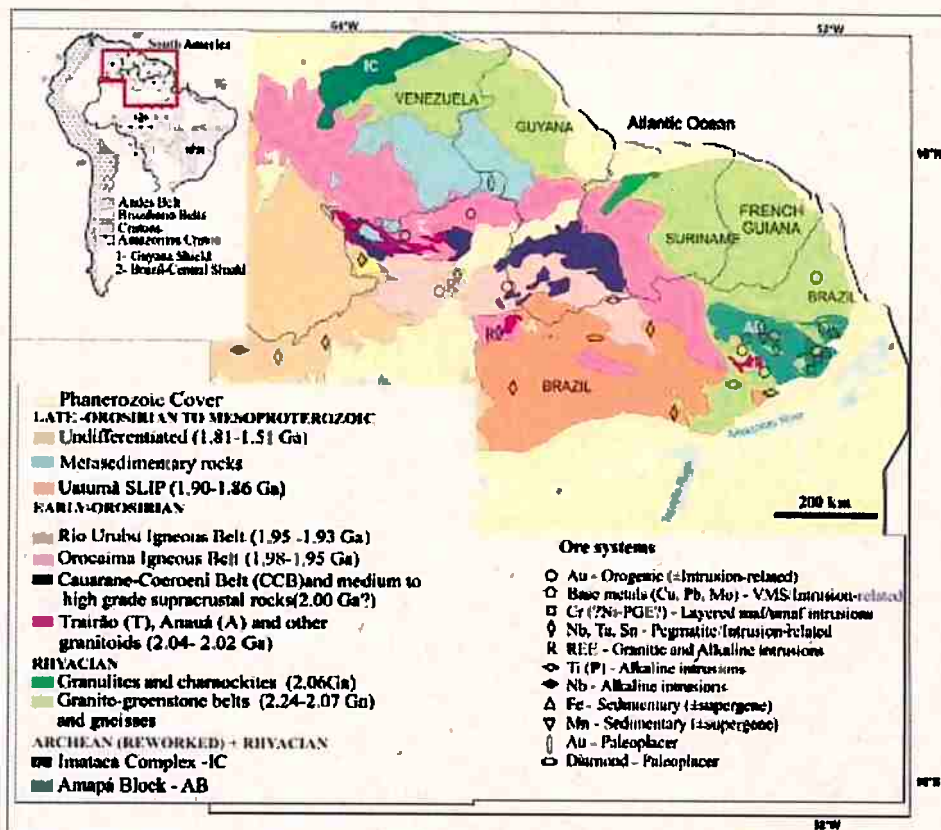


Figure 1: Simplified map depicting the main tectonic domains and associations of the Guiana Shield (modified from Fraga et al., 2017), with location of the main mineral systems.

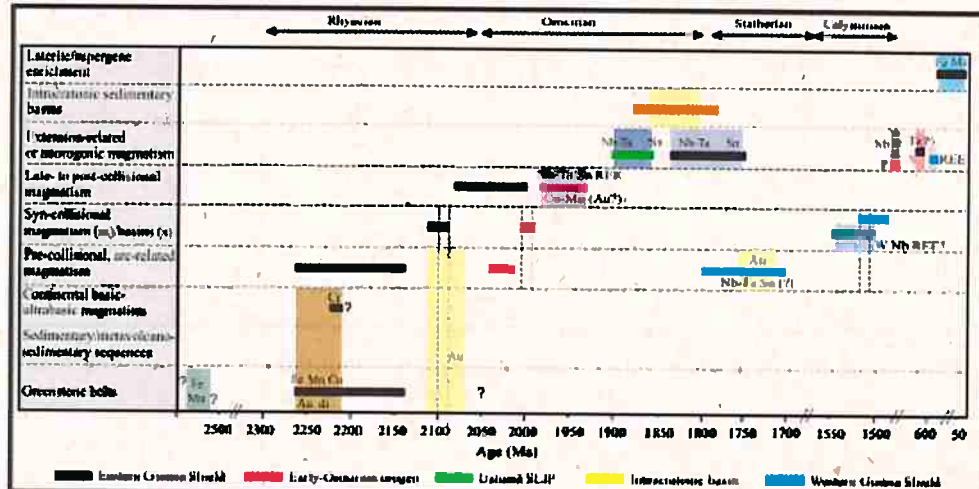


Figure 2: Main stages of the geological evolution of the Guiana Shield in Brazil and relationships with the formation of ore deposits. Vertical dashed lines indicate the estimated metamorphic age for each sector of the Guiana Shield.

Early-Orosirian Orogeny

Mineral systems of the Early-Orosirian to Statherian sector are likely magmatic (pegmatite) and magmatic-hydrothermal (inclusion-related) in origin, including Sn-Nb-Ta (+REE), base metals (Cu-Mo) and gold occurrences dispersed throughout the domain. These are associated with the igneous belts.

Uatamã SLIP (Late-Orosirian)

The Guiana Shield portion of the Uatamã SLIP is one of the least known domains in the Amazonian Craton regarding both geology and metallogeny. A few occurrences of Sn-Nb-Ta in veins/pegmatites and of garnetites (muscovite, zirconite) are spatially- and/or genetically-related to the widespread 1.88 Ga-old felsic magmatism, which is also potential for base metals (Klein and Curvalho, 2008). The most expressive mineral system in the Uatamã SLIP comprises the world-class Pitinga province (164 Mt, Sn + F, Nb, Ta, Al, Th, U, Y, Zr, REE). Both magmatic (disseminated in albite granite) and hydrothermal (greisen and Na-episyenite) ores are hosted in 1.82-1.80 Ga rocks (Borges et al., 2014). However, given that these ages post-date the accepted age for the Uatamã magmatism (1.80-1.86 Ga, Klein et al., 2012), the relationship of Pitinga with Uatamã is still uncertain. The Pitinga magmatism and ore genesis relate more likely to a magmatic event occurring to the west of the Guiana Shield.

Cratonic sedimentary cover (Statherian)

In the Brazil-Venezuela-Guiana triple border, paleoplacer Au (+diamond) occurs at the basal formation of the intracontinental Roraima basin.

Western Guiana Shield (Statherian-Calymanian)

The western portion of the Guiana Shield in Brazil, with rock associations of Statherian to Calymnian age, is also little known in terms of metallogeny. Gold mineralization of unknown origin (aeogenic?) is hosted in magmatic arc-related metasedimentary sequence with maximum sedimentation age at 1.74 Ga (Almeida et al., 2014), which is contiguous with similar sequences in Colombia (Machado belt) where aeogenic and conglomerate-hosted gold deposits and occurrences are under exploration. Evidence of mineralization was reported by Almeida et al. (2014), including Sn-Nb-Ta associated to A-type granites (1.75 Ga), and W-Nb-REE associated to S-type granites (1.54 Ga).

Younger, extension-related (intracratonic) ore deposits

A series of intracratonic ore deposits formed long time after the main orogenic evolution of different sectors of the Guiana Shield (Archean to Mesoproterozoic), and are related to extensional, mainly alkaline, and subordinately mafic-ultramafic magmatism. Possibly formed in the end of the Mesoproterozoic (1.3-1.0 Ga), magmatic phosphate is contained in alkaline syenite (Maracaná), whereas Nb deposit (Seis Lagos, 81.4 Mt Nb₂O₅) formed by supergene processes over carbonatite intrusion (Biondi, 2003; Almeida et al., 2014). Primary and supergene titanium (± P, Nb, REE, Cu) ore is associated with intracratonic ultramafic alkaline without (Maracaná) and with carbonatite (Maicuru, 200 Mt) complexes of 0.6 Ga emplaced during extensional stages in the Neoproterozoic Brasiliano cycle and that preceded the opening of the Phanerozoic intracratonic Amazon basin. The ore is contained in anatase (Fonseca and Rigon, 1984; Castro et al., 1991). The youngest known alkaline mineral system comprises 111-116 Ma-old nepheline-bearing syenites and phonelites (Figueiredo et al., 2018), which host REE ± P-Ti mineralization (Rapartimento). Evidence of Cu-Ce-Ni-Cr-PGE mineralization is associated with mafic-ultramafic intrusions (1.17 Ga) (Almeida et al., 2014).

CONCLUSIONS

Despite the lack of significant metallogenic studies, the spatial and temporal distribution of ore deposits and associated mineral systems allow to draw the following interpretation about the metallogenic evolution of the Guiana Shield in Brazil, occurring in a dozen epochs (Figure 2). (1) Archean mineral systems (sedimentary iron and hydrothermal gold) are only vestigial; (2) the most endowed terranes are those from the Rhyacian Eastern Guiana Shield, with ferrous, base and precious metals contained in greenstone belts; (3) Sn, Nb-Ta, and Cu-Mo are associated with granitic magmatism, both orogenic and anorogenic, mostly from the Orosirian and subordinately from the Statherian; (4) Mesoproterozoic and Phanerozoic alkaline intrusions produced Ti, Nb, REE, and P mineralization; (5) Supergene processes favoured the enrichment of Rhyacian (±Archean?) iron and manganese ores.

ACKNOWLEDGMENTS

I thank Mark Jessell for the invitation to do this presentation, CNPq for a research grant (306798/2016-6), and Leda Fraga for discussions.

REFERENCES

- Almeida, M.E., Macambira, M.J.B., Santos, J.O.S., Nascimento, R.S.C., and Paquete, J.L., 2013. Evolução crustal do noroeste do Cráton Amazônico (Amazônia, Brasil) baseada em dados de campo, geoquímicos e geocronológicos. XIII Simpósio de Geologia da Amazônia. Resumos expandidos, 201-204.
- Almeida, M.E., Riker, S.R.L., and Oliveira, M.A., 2014. Metalogênese da Província Rio Negro. In: Silva, M.G., Rocha Neto, M.B., Jost, H., and Kuyumjian, R.M., (eds.), *Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras*. Belo Horizonte, CPRM, 285-291.
- Biondi, J.C., 2003. *Processos metalogênicos e os depósitos minerais brasileiros*. São Paulo, Oficina de Textos, 528 p.
- Borges, R.M.K., Dreher, A.M., Almeida, M.E., Costi, H.T., Reis, N.J., and Andrade, J.B.F., 2014. Metalogênese da Província Tapajós-Parima: domínios Parima, Uiramari e K'Mudra. In: Silva, M.G., Rocha Neto, M.B., Jost, H., and Kuyumjian, R.M., (eds.), *Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras*. Belo Horizonte, CPRM, 215-228.
- Castro, C., Silva, G.R., and Costa, M.L., 1991. A viabilidade de termofosfatos a partir de matérias primas de Maicuru e sua importância para o desenvolvimento mineral e agrônomo da Amazônia. 3 Simpósio de Geologia da Amazônia, Belém, *Annals*, 260-274.
- Faraco, M.T.L., Fuzikawa, K., Rambez, C., and McRath, I., 2006. A fluid inclusion study in the hydrothermal volcano genic sulfide and orogenic gold mineralization at the Serra de Ipitanga, Amazon, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 36, 51-58.
- Figueiredo, R.F., Santos, T.J.S., and Tomazo, E.M., 2018. Petrology, geochemistry and U-Pb zircon and baddeleyite ages of the alkaline rocks from the central-southern Guyana Shield, northern Amazonian Craton. *Journal of South American Earth Sciences*, 26, 461-474.
- Fonseca, L.R., and Rigon, J.C., 1984. Ocorrências de titânio no complexo ultramáfico-alkalino de Maracaná no Estado do Pará. 33 Congresso Brasileiro de Geologia, *Annals*, 3841-3852.
- Fraga, L.M., Vasquez, M.L., Almeida, M.E., Dreher, A.M., and Reis, N.J., 2017. A influência da orogenia Eo-Orosiriana na formação da SLIP Uamã, parte central do Cráton Amazônico. 15 Simpósio de Geologia da Amazônia, Belém, Abstracts, 405-408.
- Gabruza, M.A., Lafon, J.M., and Macambira, M.J.B., 2006. Idades Pb-Pb das mineralizações auríferas dos depósitos Amapari (Amapá), Igarapé Bahia (Caxajás) e Mamão (Rio Maria), Amazônia oriental. 9 Simpósio de Geologia da Amazônia, Resumos, on CD-ROM.
- Klein, E.L., and Carvalho, J.M.A., 2008. Recursos Minerais. In: Vasquez, M.L., and Rosa-Costa, L.T., (eds), *Geologia e recursos minerais do Estado do Pará*. Escala 1:1.000.000. Belém, CPRM, 328 p.
- Klein, E.L., and Fuzikawa, K., 2010. Origin of the CO₂-only fluid inclusions in the Paleoproterozoic Carari vein-quartz gold deposit, Ipitanga Auriferous District, SE-Guiana Shield, Brazil: implications for orogenic gold mineralization. *Ore Geology Reviews*, 37, 31-40.

Mededeling Geologisch Mijnbouwkundige Dienst Suriname 29

- Klein, E.L., Lafon, J.M., Harris, C., Brise, R.S.C., and Vacencalot, P., 2009. Fluid inclusion and isotopic constraints on the genesis of vein-quartz gold deposits of the Ipitanga Auriferous District, SE-Guiana Shield, Brazil. *Contribuições à Geologia da Amazônia*, 6, 15-42.
- Klein, E.L., Almeida, M.E., and Rosa-Costa, L.T., 2012. The 1.89-1.87 Ga Ustumã Silicic Large Igneous Province, northern South America. Large Igneous Provinces Commission. Available at: <<http://www.largeigneousprovinces.org>>.
- Klein, E.L., Rosa-Costa, L.T., and Vasquez, M.L., 2014. Metalogênese da borda oriental do Cráton Amazônico. In: Silva, M.G., Rocha Neto, M.B., Jost, H., and Kuyumjian, R.M., (eds.), *Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras*. Belo Horizonte, CPRM, 171-194.
- Melo, L.V., Villas, R.N., and Faraco, M.T.L., and Soares, J.W., 2003. Geological setting and mineralizing fluids of the Amapari gold deposit, Amapá state, Brazil. *Géologie de la France*, 2-3-4, 243-255.
- Rodrigues, O.B., Kosaki, R., and Coelho Filho, A., 1986. Distrito Manguesifuro de Serra do Navio, Amapá. In: Schobbenhaus, C., Coelho, C.E.S., (eds.), *Principais Depósitos Minerais do Brasil. V.II, Ferro e metais da indústria do aço*. Brasília, DNPM/CVRD/CPRM, 167-175.
- Rosa-Costa, L.T., Menie, P., Lafon, J.M., Arraud, N., 2009. 40Ar-39Ar geochronology across Archean and Paleoproterozoic tuffs from southeastern Guiana Shield (north of Amazonian Craton, Brazil): evidence for contrasting cooling histories. *Journal of South American Earth Sciences*, 27, 113-128.
- Scarpelli, W., and Horikawa, E.H., 2018. Chromium, iron, gold and manganese in Amapá and northern Pará, Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, 48, 415-433.
- Spir, C.A., and Ferreira Filho, C.F., 1999. Geologia, estratigrafia e depósitos minerais do Projeto Vila Nova, Escudo das Guianas, Amapá, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 29, 173-178.
- Spir, C.A., and Ferreira Filho, C.F., 2001. The chromite deposits of the Bacuri Mafic-Ultramafic Layered Complex, Guiana Shield, Amapá State, Brazil. *Economic Geology*, 96, 817-835.

ANEXO 4

Diagrama com a proposta dos módulos para a fase SAXI-2

Proposed SAXI Structure

