



---

## CARACTERIZAÇÃO DE AMOSTRAS DE MINÉRIO DE FERRO DO COMPLEXO VARGEM GRANDE

PINTO, R.P.<sup>1</sup>, CAETANO, A.C.<sup>2</sup>, CARVALHO, J.A.<sup>3</sup>,  
FERREIRA, P.L.C.R.<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Faculdades Kennedy, Departamento de Engenharia de Minas. e-mail: rhuansp@gmail.com

<sup>2</sup>Faculdades Kennedy, Departamento de Engenharia de Minas.

<sup>3</sup>Faculdades Kennedy, Departamento de Engenharia de Minas.

<sup>4</sup>Faculdades Kennedy, Departamento de Engenharia de Minas.

### RESUMO

O principal mineral-minério de ferro, a hematita, tem grande importância para economia nacional e mundial. Na natureza a hematita ocorre geralmente correlacionada ao quartzo e outros minerais associados. Realizou-se a caracterização de quatro amostras coletadas no complexo de Vargem Grande, com o objetivo de identificar suas ocorrências mineralógicas e químicas para um possível corpo mineralizado com potencial econômico. A conclusão das análises por difração e fluorescência de raios X, indicou que as quatro amostras coletadas possuem a presença de hematita, e também presença de impurezas, indicando um possível local para avanço em pesquisa mineral mais complexo e com maior grau de informação sobre a característica da área de coleta.

**PALAVRAS-CHAVE:** Caracterização, Amostras, Minério de Ferro, Vargem Grande.

### ABSTRACT

The main mineral-iron ore, hematite, has great importance for national and world economy. In nature hematite occurs generally correlated with quartz and other associated minerals. Was carried out the characterization of four samples collected in the complex of Vargem Grande, with the objective of identifying its mineralogical and chemical occurrences for a possible mineralized body with economic potential. The conclusion of the diffraction and fluorescence X-ray analysis indicated that the four samples had the presence of hematite and also the presence of impurities, indicating a possible site for advancement in more complex mineral research and with a greater degree of information about the characteristic collection area.

**KEYWORDS:** Characterization, Samples, Iron Ore, Vargem Grande.

---

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil tem se destacado como um dos principais produtores de minério de ferro, fornecendo grande parte de sua produção para a China. Conforme Santiago. et al. (2017), as regiões com produções mais relevantes estão localizadas na Província Mineral de Carajás (PA), Quadrilátero Ferrífero (MG) e Maciço do Urucum (MS).

O principal mineral-minério do ferro é a hematita, óxido de ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), tendo como características principais: cor avermelhada, massa específica em torno de  $5,26 \text{ g/cm}^3$ , sistema cristalino hexagonal e dureza entre 5,5 a 6,5 na escala de Mohs (Dana, 1976).

A hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) ocorre geralmente associada ao quartzo ( $\text{SiO}_2$ ), deste modo, juntos constitui a rocha itabirito, no qual é composto de óxido de ferro e minerais translúcidos, em que apresenta uma oscilação no teor de Fe entre 20% a 55% (Carvalho, 2015).

Situa-se no Quadrilátero Ferrífero um complexo denominado Vargem Grande, mais especificamente localizado nos municípios de Nova Lima e Itabirito, em Minas Gerais, complexo este que apresenta significativa importância para economia nacional. Segundo Henriques. et al. (2009), os minérios de ferro do Quadrilátero Ferrífero encontram-se em formações ferríferas bandadas (BIFs), pertencentes ao Supergrupo Minas e Espinhaço, de idade proterozóica, e Supergrupo Rio das Velhas, de idade arqueana.

Entretanto, tratando-se apenas do Supergrupo Minas e seu respectivo Grupo Itabira, é uma sequência que prevalece o ambiente marinho profundo a raso. O estágio de formação iniciou-se com os filitos carbonosos, sericita – filitos e filitos dolomíticos e de forma gradual, a hematita – filitos, itabiritos e dolomitos. A predominância de itabiritos se faz presente na Formação Cauê (Rosière, Chemale Jr, 2000).

De acordo com Mendes. et al. (2015), os itabiritos da Formação Cauê são rochas metamorfisadas e oxidadas, em que a hematita e o quartzo demonstram feições de recristalização e a magnetita está em distintas fases de oxidação para hematita.

Portanto, esta pesquisa tem como finalidade caracterizar quatro amostras de minério de ferro coletadas em pontos estratégicos da região do complexo de Vargem Grande, a fim de compreender suas características mineralógicas, e de modo consequente sugerir uma região de ocorrência mineral. Além disso, a caracterização visa auxiliar uma escolha de poligonal mais assertiva para prospecções detalhadas no futuro, o que implica diretamente em: reduções de custos, maximização de tempo e maior confiabilidade nos resultados obtidos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Amostragem

Nesta pesquisa foram estudadas quatro amostras, em pontos estratégicos, as quais definem uma poligonal no complexo de mineração Vargem Grande, entre os municípios de Nova Lima e Itabirito em Minas Gerais, conforme figura 1.



Figura 1 – Poligonal demarcada pelos pontos de amostragem.

Em posse das amostras coletas, no laboratório de tratamento de minérios da Faculdade Kennedy desagregou-se as amostras manualmente utilizando martelo geológico, britou-se as partículas desagregadas em um britador de mandíbula piloto, posteriormente, utilizou-se a moagem manual para reduzir os tamanhos das partículas. A fim de obter-se 100 a 150 gramas (g) de material abaixo (passante) de 45 micrômetros ( $\mu\text{m}$ ), peneirou-se as amostras moídas em uma peneira de 45 micrômetros ( $\mu\text{m}$ ), para atingir a granulometria ideal para a realização de análises em raios – x.

## 2.2 Caracterização mineralógica

### 2.2.1 Difractometria de raios X

As amostras foram submetidas a análises por difratometria de raios X (DRX) em um difratômetro de raios X para amostras em pó, marca Philips-PANalytical e modelo PW 1710, utilizando o detector pontual com cristal monocromador de grafita, tubo de cobre ( $Z=29$ ),  $\lambda$   $K\alpha$  médio =  $1,54184\text{\AA}$  e  $\lambda$   $K\alpha_1$  =  $1,54056\text{\AA}$ . As condições instrumentais foram: alimentação elétrica de 50kV e 35mA, varredura de 3 a  $90^\circ$  em  $2\theta$ , passo de  $0,06^\circ$  ( $2\theta$ ) e tempo de contagem de 3 segundos.

### 2.2.2 Fluorescência de raios X

As amostras AM1, AM2, AM3 e AM4 foram submetidas também à análise química semiquantitativa por fluorescência de raios X por dispersão de comprimento de onda (WDS). O equipamento utilizado foi o espectrômetro Philips-PANalytical PW 2400, com tubo de anodo de ródio.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises qualitativas por difração de raios X foram realizadas nas amostras identificadas como AM1, AM2, AM3 e AM4. As fases minerais identificadas por DRX nas amostras são apresentadas na tabela 1, como resultados qualitativos. Os difratogramas interpretados das amostras estão nas figuras 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

Tabela 1 – Resultados de difração de raios X das amostras da AM1, AM2, AM3 e AM4.

Amostra	Minerais identificados
AM 1	Gibbsita, magnetita, quartzo, hematita
AM 2	Gibbsita, caulinita, quartzo, hematita, magnetita, goethita
AM 3	Gibbsita, quartzo, hematita
AM 4	Goethita, quartzo, hematita, caulinita

A figura 2 refere-se a amostra AM1, no difratograma identificou-se as fases quartzo, hematita, gibbsita e magnetita.

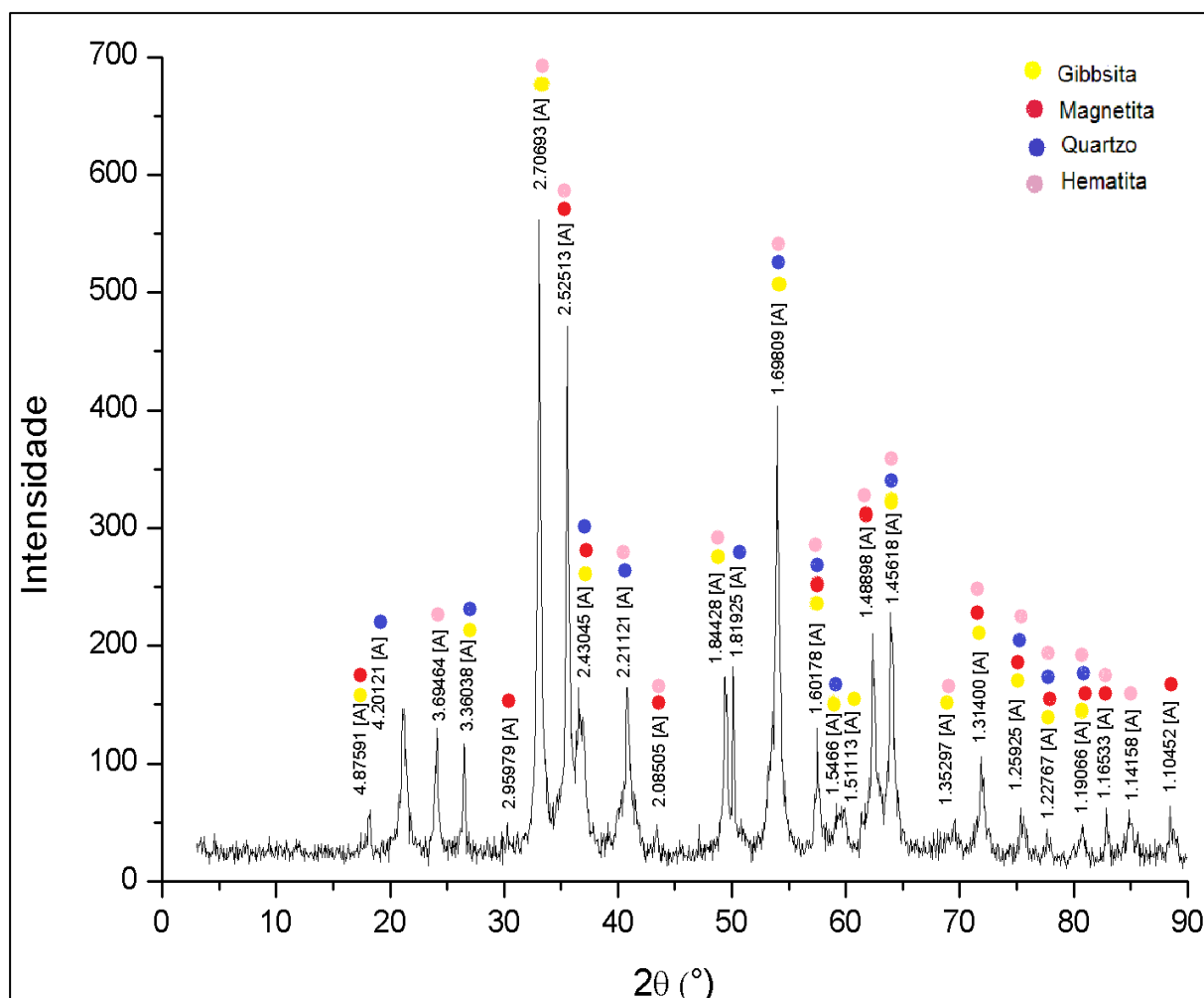


Figura 2 – Difratograma de raios X da amostra AM1 ( $\lambda$  K $\alpha$  Cu = 1,54060Å)

A hematita principal mineral-minério de ferro, possui seu pico diagnóstico em 2.70Å. Na amostra AM2, figura 3, identificou-se as mesmas fases e ainda as fases caulinita e goethita.

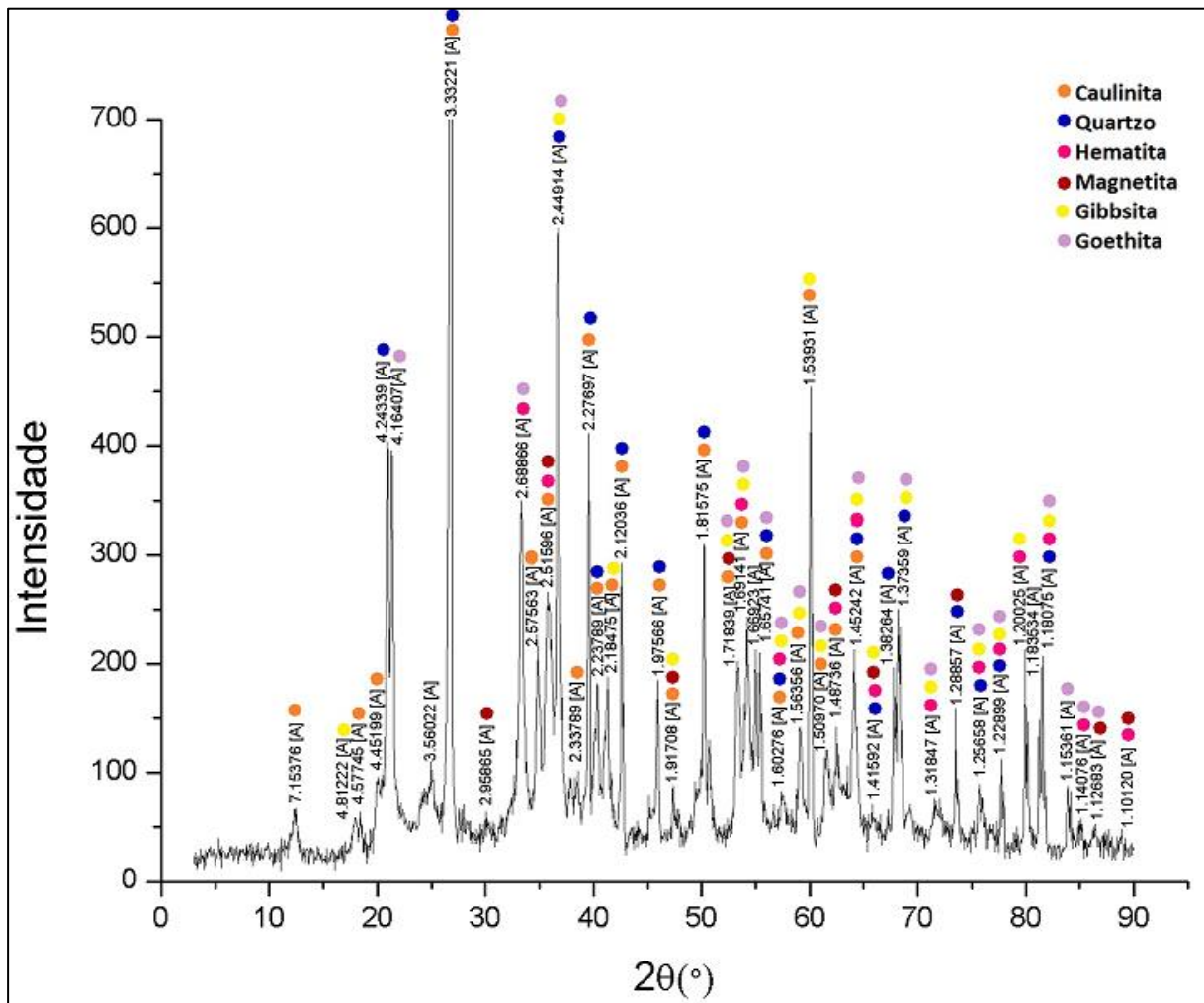


Figura 3 – Difratoograma de raios X da amostra AM2 ( $\lambda$  K $\alpha$  Cu = 1,54060Å)

Na figura 4, referente a amostra AM3 nota-se as fases gibbsita, quartzo e hematita. É possível observar nessa figura que as fases majoritárias são gibbsita e hematita.

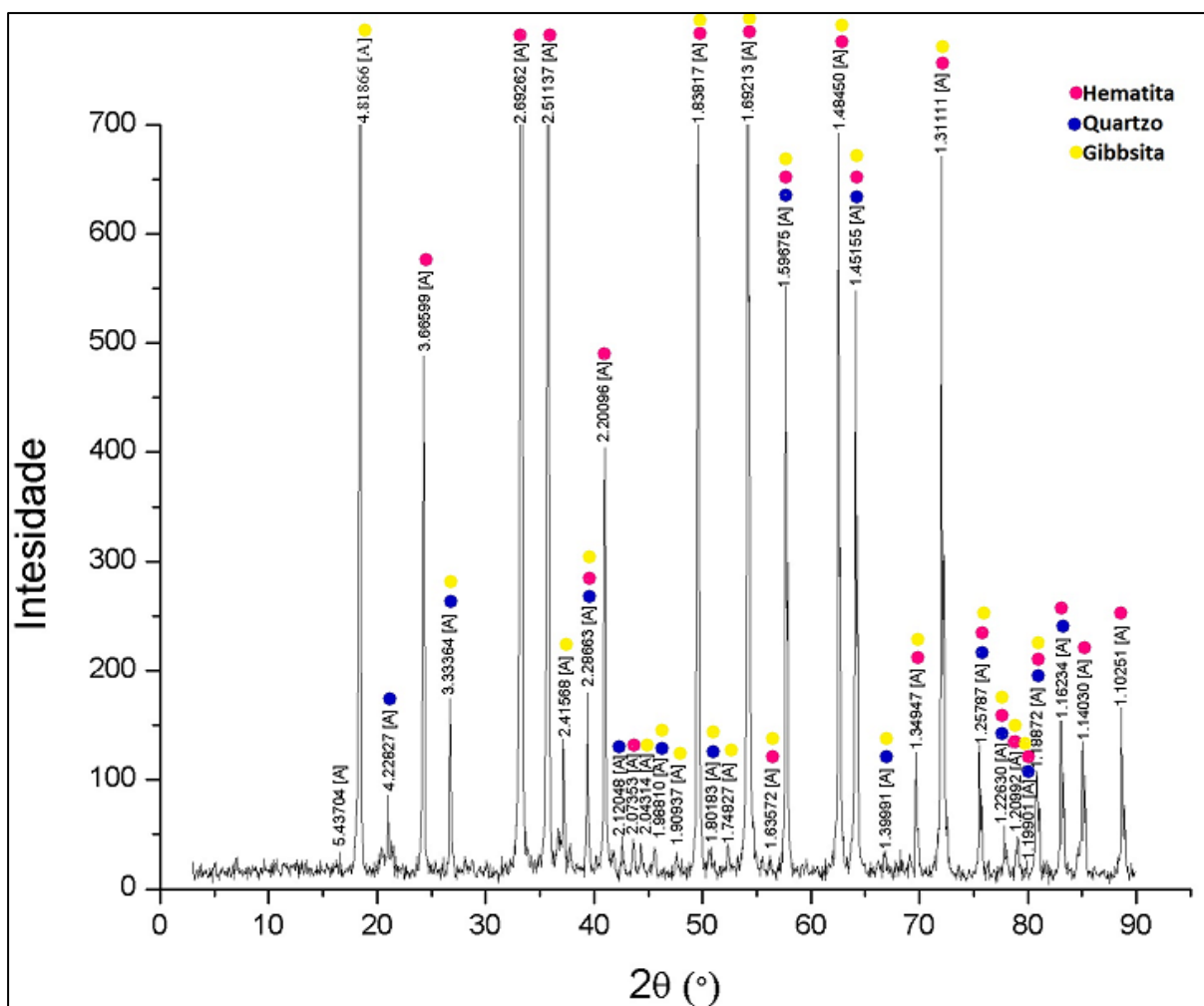


Figura 4 – Difratoograma de raios X da amostra AM3 ( $\lambda$  K $\alpha$  Cu = 1,54060Å)

A figura 5 mostra que na amostra AM4 foram identificadas as fases caulinita, hematita, goethita e quartzo, sendo a última fase citada identificada como majoritária. Todas as amostras coletas no complexo de Vargem Grande apresentaram as fases hematita e quartzo, esses minerais compõe o minério de ferro, se tratando respectivamente de mineral-minério e impureza.



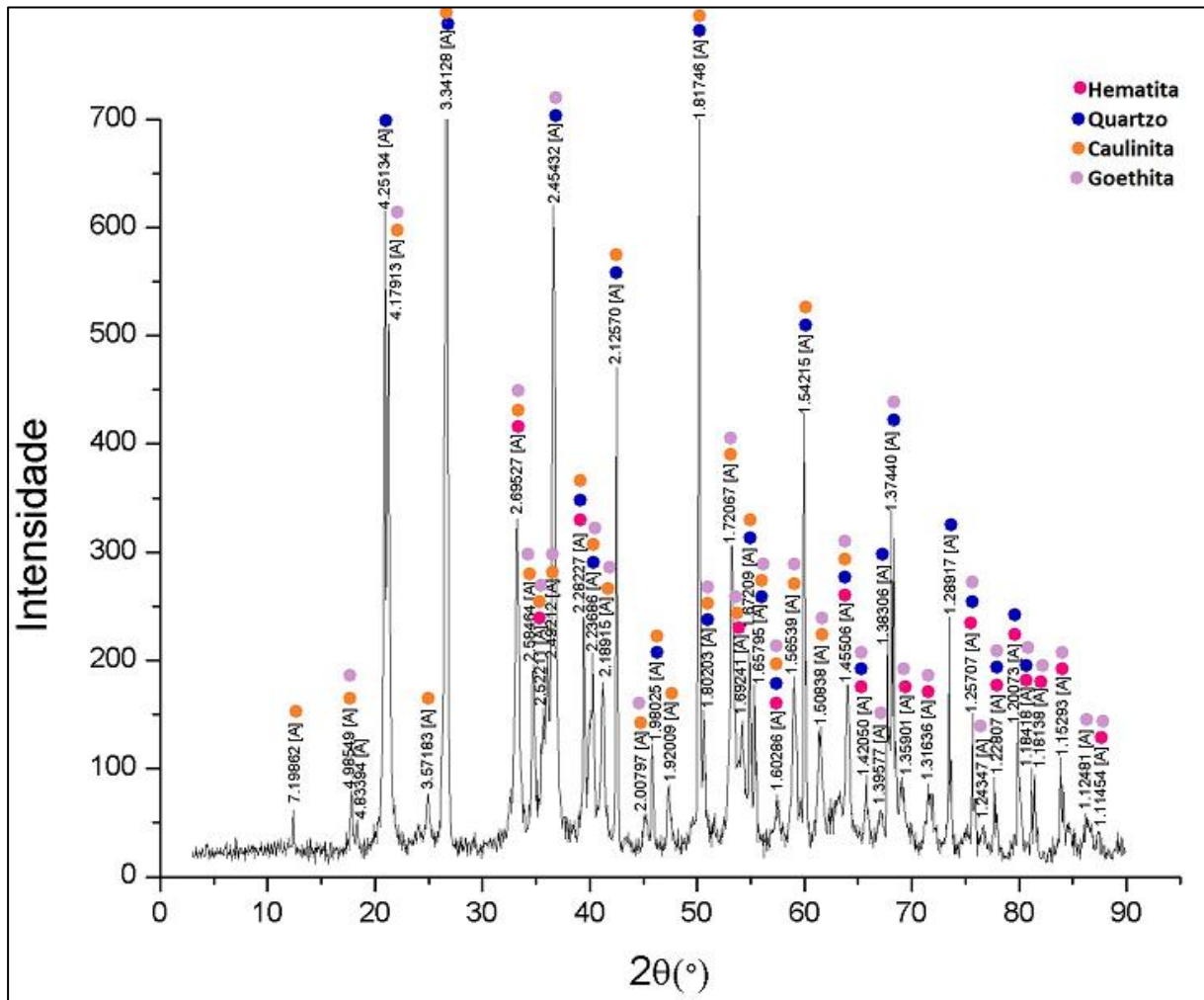


Figura 5 – Difratoograma de raios X da amostra AM4 ( $\lambda$  K $\alpha$  Cu = 1,54060Å)

A técnica de fluorescência de raios X por WDS determinou semiquantitativamente os elementos presentes nas amostras analisadas. Na tabela 2, classificam-se os elementos presentes como alto, médio, baixo e traço nas amostras AM1, AM2, AM3 e AM4.

Tabela 2 – Resultados de fluorescência de raios X das amostras da AM1, AM2, AM3 e AM4.

Ocorrência	AM1	AM2	AM3	AM 4
Alto	O, Fe, Si, Al	O, Fe, Si	O, Fe, Si, Al	O, Fe, Si
Médio	Mg	Al	-	-
Baixo	P, S	Mg, P, S	Mg, P	Al
Traço	Ni, Mn, Cr, Ti	Ni, Mn, Cr, Ti, Ca, K, Pb	Ti, Cr	Mg, P, Mn, Ni, Pb, Cr, Ti, K, S

Observa-se na tabela 2 que, em todas as amostras, os elementos ferro, silício e oxigênio têm alta ocorrência. O elemento alumínio ocorre em todas as amostras em

concentrações alta, média ou baixa, enquanto os elementos magnésio e fósforo também ocorrem em todas as amostras, porém em concentrações média, baixa e traço. Os demais elementos identificados nas amostras possuem concentrações muito baixas e são considerados traços.

#### 4. CONCLUSÕES

As técnicas analíticas difração e fluorescência de raios X permitiram as seguintes conclusões:

- as fases minerais identificadas por DRX, mostraram a presença de hematita e quartzo em todas as quatro amostras analisadas, apontando a existência do mineral-minério de ferro e impurezas. A gibssita se faz existente nas amostras AM1, AM2 e AM3. Apresentou-se também nos resultados a presença magnetita na amostra AM1, bem como a presença de goethita e caulinita nas amostras AM2 e AM4.
- os elementos mostrados na análise por fluorescência de raios X, foram: ferro (Fe), silício (Si) e oxigênio (O) que tiveram ocorrência alta em todas as quatro amostras analisadas e tendo uma ocorrência de média a baixa de Magnésio (Mg) e Alumínio (Al).
- A presença de hematita, principal mineral-minério de ferro, em todas as quatro amostras analisadas, sugere um possível alvo para realizações de pesquisas posteriores a fim de aumentar o grau de conhecimento sobre a área onde foram realizadas as coletas das amostras.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as Faculdades de Engenharia Kennedy pelo apoio e o Departamento de Engenharia de Minas da UFMG pelas análises fornecidas.

#### 6. REFERÊNCIAS

- Carvalho M. Avaliação da disposição de moinhos em circuitos de moagem de minério de ferro. [Dissertação]. Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Departamento de Engenharia de Minas, Ouro Preto; 2015.
- Dana JD. Manual de mineralogia. Rev. Cornelius S. Hurlbut, Jr. Trad. Rui Ribeiro Franco. v.1. Rio de Janeiro; (1976). Livros Técnicos e Científicos, p.303-342.
- Henriques A. Caracterização mineralógica e propriedades eletrocinéticas de hematitas do Quadrilátero Ferrífero. [Dissertação]. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte; 2009.
- Mendes M. Gênese dos itabiritos e minérios hipogênicos do Quadrilátero Ferrífero com base em geoquímica e isótopos de ferro e geocronologia de rochas associadas [Tese de Doutorado]. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Belo Horizonte; 2015.
- Rosière CA, Chemale Junior F. Itabiritos e minérios de ferro de alto teor do Quadrilátero Ferrífero: uma visão geral e discussão. (2000). Genomos, v. 8, n. 2, p. 27-42.
- Santiago A. O contexto do minério de ferro no Brasil. Estudo de caso: produção da mina de ponto verde-Itabirito/Brasil. [Monografia]. Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Departamento de Engenharia de Minas, Ouro Preto; 2017.