Arrojadita, um novo mineral do grupo da Wagnerita

por

DJALMA GUIMARÃES

Na coleção de rochas e minerais que a Inspetoria de Obras contra as Secas ofereceu ao Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, entre algumas amostras de minerais a nossa atenção foi reclamada pelo Dr. Luciano Jacques de Moraes para a amostra n.º 719.

Ocorre este mineral, segundo o catalogo publicado, em Serra Branca, a 9 quilometros ao Sul de Pedra Lavrada, no municipio de Picuí, Paraíba do Norte.

Segundo Dr. Luciano Jacques de Moraes, a região é constituída de gneisses cortados por pegmatitos. Infelizmente o referido autor não teve ocasião de visitar o local e estudar detalhadamente o modo de occorrecia do mineral. Pelo numero de amostras que facilmente foram obtidas, algumas pesando mais de 1000 gramos, parece-nos que o mineral é abundante e está provavelmente relacionado com pegmatitos.

A amostra que tivemos ocasião de estudar tem coloração verde escura em pequenos fragmentos ou esquirulas, dureza ligeiramente acima de 5. O aspéto é maciço e não lográmos observar nenhum elemento cristalográfico. São abundantes as inclusões de hematita e o quartzo é frequente em granulos, porém em menor proporção do que aquele mineral. O estudo em lamina delgada mostrou uma notavel frequencia de inclusões de cristais idiomorfos de cassiterita, alongados e mesmo aciculares, com a terminação piramidal. Nos cristais mais desenvolvidos a cassiterita tem coloração pardacenta avermelhada e neste caso com pleocroismo forte. São ainda notaveis neste mineral certos pontos escuros ou melhor manchas escuras e pardo-avermelhadas de contorno circular, muito semelhantes a halos pleocroicos.

Uma análise mineralógica quantitativa, em amostras menores em inclusões deu:

Cassiterita	0,61%
Hematita	1,29%
Mineral (?)	98,10%
	<hr/>
	100,00%

Ha um aparente intercrescimento do mineral, que é incolor em lamina delgada, com outro cuja cor é semelhante a do rutilo, isto é, vermelha escura ou pardacenta; o índice de refração e birefringencia são maiores, sendo provavelmente monoclinico.

Um exame mais atento mostrou que é uma alteração do mineral incolôr pela oxidação do FeO. Os limites entre os dois minerais muitas vezes não são distintos e quando a espessura do mineral, na lamina, é menor, sua cor se torna amarela brilhante e neste caso ele ocupa geralmente planos de fratura ou de clivagem do mineral, que constitue a massa principal. Provavelmente o processo de alteração se inicia por uma oxidação e evidentemente essa se dá ao longo de planos de clivagem e fratura.

Não conseguimos separar os dois minerais, devido a existencia de películas do mineral de alteração e por tal motivo aparece na análise global uma percentagem elevada de Fe₂O₃.

As preparações que pudemos estudar na platina universal de Fedorow, mostraram que o mineral verde escuro é monoclinico, com traços de clivagens nitidos na ortozona e paralelos ao plano dos eixos óticos. Estes traços de clivagem perfeita que o mineral possui parecem indicar planos paralelos a (110). Em seção quasi paralela ao plano ZY, os traços de clivagem nitidos tornam-se paralelos ao plano XY, pela orientação exáta da seção na platina universal.

Em luz conoscopica o mineral revela-se óticamente negativo e o plano dos eixos óticos bisséta o angulo formado por traços de clivagem imperfeita, em seção quasi normal à segunda linha media. Esses traços de clivagem fazem entre si um angulo réto. Uma primeira determinação do índice de refração indicou estar ele proximo de 1.70, mas investigação posterior mostrou ser inferior ao valôr indicado.

As birefringencias foram de facil determinação com o auxilio do compensador de Bereck e em laminas delgadas contendo pequenas seções de quartzo orientadas segundo o eixo c. Assim, conseguimos obter as espessuras das preparações, devidamente orientadas na platina universal:

$$\gamma - \alpha = 0,007 (\mp 0,001), \beta - \alpha = 0,004, \gamma - \beta = 0,003$$

O pleocroismo em lamina delgada é quasi impercétivel e corresponde a:

Z = verde desmaiado, Y = incolòr, X = incolòr.

O angulo dos eixos óticos determinado segundo a técnica de Fedorow deu $2V_r = 82^\circ$ e adotando a técnica de Berek achamos $2V_r = 82^\circ$. Estes dois valores foram obtidos em seção do mineral quasi normal ao plano dos eixos óticos e inclinada de 9° sobre o plano normal à bissetriz aguda.

Empregando o método de W W Nikitin para medida da espessura da lamina e o compensador de Berek para medida dos retardamentos, encontramos valores para as birefringencias proximos dos anteriores:

$$\gamma - \alpha = 0,0079, \gamma - \beta = 0,0034, \beta - \alpha = 0,0045$$

Estes valores diferem pouco dos acima dados, entretanto deve-se levar em conta que as ultimas medidas foram feitas em luz monocromatica vermelha (comprimento de onda = 630) e alem disto em seções favoraveis à observação. Anteriormente não se havia conseguido preparações em que o campo de visão, no microscopio, fosse ocupado por uma região inteiramente fresca do mineral.

Pelo metodo de imersão e controlando o indice de refração de misturas de mono-bromo-naftaleno e iodureto de metileno, encontramos $\gamma = 1,657 (\pm 0,001)$.

De duas direções de clivagem regulares que foram observadas, uma delas é mais ou menos perfeita, enquanto a outra é geralmente interrompida. Os traços dos planos de clivagem sobre o plano da seção que melhor se prestou à determinações, fazem entre si um angulo de 90° . As relações entre estes planos de clivagem e os eixos de simetria ótica estão indicados na epura gravura n.º 1.

Pela projeção estereografica póde-se ver que o angulo de X com a interseção dos planos de clivagem é cerca de 3° e $30'$. O plano XY é bissetor do diedro formado pelos dois planos de clivagens.

Para o estudo analitico não nos foi possivel, infelizmente, obter material livre de produtos de alteração. Entretanto, as analises que damos em seguida nos servirão para estabelecer comparação com a composição de um mineral já citado por Dana, em seu sistema de mineralogia (A System of Mineralogy — Dana) a pagina 758, 6.a edição, atribuido ao grupo da triñilita, que por falta de estudo mais completo deixou de ser batisado.

$Z=\gamma$, $Y=\beta$, $X=\alpha$
A e B , eixos ópticos
CC' x cc' , planos de clivagem

Projeção estereográfica dos elementos óticos da arrojadita

Amostra n.º 719 — Lamina delgada da arrojadita. Reprodução a bico de pena de uma das microfotografias da publ. n.º 58 da Insp. de Ob. C. as Secas. x20 — Luz natural.

Partes indicadas pelos numeros 1-2-3-4: arrojadita inalterada; 6-7 hematita; a direita e acima de 6 — dois cristais de cassiterita; a parte escura (sombreada a bico de pena) corresponde ao produto de alteração da arrojadita segundo as linhas de fratura e clivagens.

A análise citada por Dana foi publicada por W.P. Headden no "American Journal of Science" (1), em nota sobre amostras de minerais provenientes de Black Hills (Estados Unidos) que ocorrem com a cassiterita, berilo e espodumena. Pela descrição dada por W.P. Headden e composição, parece-nos que se trata da mesma espécie mineralógica que agora descrevemos.

Headden, entretanto, julgou tratar-se de um fosfato próximo da trifilita e apesar de chegar a uma fórmula diferente não concluiu ser uma espécie nova.

“Em Black Hills, South Dakota, o mineral ocorre em nodulos em um granito da mina de estanho da Nickel Plate Pennington Co. Em massa a coloração é verde escura; em delgadas esquirulas o mineral é translucido e transparente e de coloração verde clara, transparente, amarelada. Funde facilmente nas quinças de pequenos fragmentos, na chama de uma vela, em globulo pardo escuro, magnetico, e colora a chama do massarico em amarelo. A dureza é de 5 e a densidade 3,612; clivagem em duas direções, em uma perfeita e em outra bem imperfeita, não sendo as direções retangulares entre si. O brilho é vitreo e a fratura desigual a sub-conchoidal; traço e pó cor verde muito clara, quasi branca. Oxida-se facilmente ao ar”

Pela descrição acima, verificamos que a identidade de aspecto macroscópico e propriedades é flagrante. O tom amarelado que tem o mineral é devido provavelmente às inclusões que referimos e por isto parece-nos que Headden não dosou o ferro em estado de Fe_2O_3 , tendo então calculado todo Fe em FeO.

Geralmente a alteração do mineral se dá ao longo das clivagens e também nos contatos com as inclusões. O produto de oxidação é um mineral óticamente positivo, amarelo, com um tom pardacento em lamina delgada. O seu angulo de eixos óticos é pequeno, sendo $2V_r = 16^\circ$; birefringencia maxima é $\gamma - \alpha = 0,021$, enquanto que $\gamma - \beta = 0,0205$ e $\beta - \alpha = 0,0004$. Indices de refração: $\alpha = 1,703 (\pm 0,001)$ $\beta = 1,703 (\pm 0,001)$ e $\gamma = 1,724$. Pleocroismo :Z = vermelho escuro, X = amarelo brilhante e Y = amarelo alaranjado. O angulo de extinção é de $2^\circ 15'$ no plano de clivagem.

	I	II	III
P ₂ O ₅	.34,52.	.31,90.	.38,64
Fe ₂ O ₃	12,39.	.13,87	—
FeO	19,84.	18,08.	.25,05
MnO	12,33.	17,51	.15,54
CaO	5,69.	3,61.	5,53
MgO	1,85.	1,93.	1,50
Na ₂ O	4,67	4,37	7,46
K ₂ O	1,45.	1,57	2,00
Li ₂ O	traços:	traços.	0,28
F	—	—	0,69
H ₂ O a 110°	0,44.	—	—
H ₂ O acima de 110	4,96.	3,38.	0,73(perda ao fogo)
SiO ₂	0,66.	3,72.	—
SnO ₂	1,52.	0,72.	2,47(resid. insolúvel)
	<hr/> 100,12	<hr/> 100,76	<hr/> 99,89

I e II — Análises do mineral da Serra Branca, Paraíba do Norte.
Analistas: Djalma Guimarães e Luiz da Rocha e Silva.

III — Media de duas análises do mineral de Black Hills, South Dakota. Analista: W P. Headden.

A análise III dá a seguinte fórmula calculada por Headden: 4R'₃. PO₄. 9R''₃. P₂O₈ em que a relação R'₃. PO₄: R''₃. P₂O₈ é 1:2.1/4 ao passo que para a trifilita a relação é 1:1.

Na comparação entre as três análises deve-se considerar que as de números I e II foram feitas sobre material contendo 2 a 3% de hematita, além da cassiterita e quartzo e ainda mais que a percentagem relativamente elevada em H₂O vai por conta do produto de alteração a que já nos referimos. Recalculando sobre estas bases, tomando-se os valores medios de nossas análises, obtém-se um resultado perfeitamente comparável com a análise III, desde que se considere o Fe no estado de oxidação inferior.

A primeira publicação de nosso estudo sobre a “arrojadita” foi feita pela Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (Publ. 58, Serie I.D.), em 1924.

Posteriormente foram dadas a publicidade outros estudos sobre minerais fosfatados do mesmo grupo, sendo o mais notável deles o que foi dado a luz do Geologiska Förenningens I Stockholm Förhandlingar, Mars-Abril, 1941, da autoria de Brian Mason. A discussão de B. Mason, concluindo pela consagração do nome arrojadita para o mineral novo, é tão interessante que se impõe sua tradução.

““O grupo arrojadita-varulita””

““Varulita foi descrita por Quensel em 1937, como um novo fosfato de manganês proveniente de Varuträsk, norte da Suécia, em um pegmatito. Posteriormente foi encontrada em outra localidade, também em pegmatito sueco, em Skruppetorp, comuna de Godegård da província de Östergötland. Dois outros minerais descritos anteriormente e que revelam estreitas relações com varulita são: arrojadita, mineral brasileiro descrito por Guimarães em 1925, e um mineral, provisoriamente denominado headdenita por Quensel, descrito como de South Dakota por Headden em 1891. As análises disponíveis desses minerais estão reproduzidas no quadro anexo.

““Headden e Guimarães deram a fórmula $4R_3PO_4 \cdot 9R_3P_2O_8$ para seus minerais. Quensel, em sua descrição original da varulita, mostrou que o fosfato de Headden e varulita correspondiam a fórmula $Na_2O \cdot 5RO \cdot 2P_2O_5$, isto é $4R_3PO_4 \cdot 10R_3P_2O_8$. Novas análises da varulita de Varuträsk, publicadas em 1940, não concordavam com esta fórmula e tampouco a análise da varulita de Skruppetorp.

Nas publicações sobre novas análises da varulita de Varuträsk, e sobre a de Skruppetorp, nenhuma tentativa foi feita para deduzir a fórmula do mineral. A atribuição de uma fórmula apropriada foi adiada até esta publicação.””

““Nos cálculos anteriores, aparentemente, o curso lógico adotado foi o reconhecimento de dois grupos de óxidos básicos, R_2O e RO , de modo que os óxidos de metais alcalinos caem em um grupo e CaO , FeO e MnO em outro grupo. Assim foi calculada a relação $R_2O:RO:P_2O_5$ ””

““Tal processo não permitiu atribuir fórmulas apropriadas a esses minerais. Ele se adapta muito bem, entretanto, no caso da litiofilita, trifilita e natrofilita, nas quais os componentes importantes são: um óxido de metais alcalinos, FeO , MnO e P_2O_5 . Nesses minerais a relação $R_2O:RO:P_2O_5$ é 1:2:1. O ponto essencial que distingue varulita e arrojadita de natrofilita é a presença de cálcio.

“Assim surge a questão do papel que desempenha esse cálcio na estrutura da varulita e arrojadita.

“Os primeiros autores que estudaram o assunto admitiram que o cálcio substitui ferro e manganês, suposição que parece lógica e plausível desde que se leva em consideração a valência. Entretanto, as teorias modernas de cristalquímica sugerem que cálcio pode substituir sódio e em tal caso o cálcio será reunido ao sódio na dedução de uma fórmula adequada. Os elementos básicos principais da varulita e arrojadita são cálcio, sódio, man-

ganez e ferro. Os raios iônicos destes elementos são: Ca-1,06Å, Na-0,98Å, Mn-0,91Å, Fe-0,83Å (segundo Goldschmidt); Ca-0,99Å, Na-0,95Å, Mn-0,80Å, Fe-0,75Å (segundo Pauling). “Estes Algarismos mostram que na varulita e arrojadita o cálcio é o maior íon básico presente, e em talhe é mais comparável ao sódio do que ao manganês e ferro. Isto sugere que o cálcio esteja mais aliado ao sódio do que aos dois últimos metais e, portanto, no cálculo da fórmula dos dois minerais em questão devem-se agrupar o ferro e manganês de um lado e cálcio e sódio de outro.

“Uma complicação adicional em tal cálculo resulta da oxidação parcial que revelam as amostras analisadas, salvo a do fosfato de South Dakota.

“A varulita inalterada foi encontrada em seção delgada, entretanto o teor em ferro trivalente foi levado em conta. A oxidação da varulita se processa do seguinte modo: o teor em P_2O_5 fica constante, ferro e manganês oxidam-se para o estado trivalente, e levando em conta a valência, uma molécula de óxido alcalino é eliminada para cada molécula de óxido trivalente formado. Assim, no cálculo da composição original de um mineral parcialmente oxidado como o que é representado pela análise 2, do quadro junto, a relação molecular do Fe_2O_3 (neste exemplo = 0,0333) deverá ser dobrada e adicionada à relação molecular de $(Fe, Mn)O$, e uma quantidade equivalente, isto é 0,0333, será adicionada à relação molecular do óxido alcalino.

“Tendo em vista essas considerações se procederá ao cálculo da fórmula para varulita e arrojadita. As relações moleculares são distribuídas em três grupos: P_2O_5 , $(Mn, Fe)O$ e $(Na_2, Ca)O$ ao qual se juntam pequenas quantidades de outros óxidos básicos presentes. As relações foram obtidas tomando $(Mn, Fe)O=2$ como base de cálculo, e assim é fácil ver que a relação $(Na_2, Ca)O : (Mn, Fe)O : P_2O_5$ se aproxima de 1:2:1. Em caso algum a concordância é perfeita, porém com minerais parcialmente alterados dificilmente se poderia esperar melhor resultado.

“Em todas as 5 análises de varulita há um excesso de P_2O_5 , o que indica, provavelmente, que pelo menos parte de $H_2O > 105^\circ$ é básica. A arrojadita do Brasil mostra o maior desvio da fórmula ideal, dando 0,798 ao em vez de 1,000 para a relação de P_2O_5 . Neste caso, entretanto, o espécime analisado era impuro e o autor acentua que o material analisado não estava somente alterado parcialmente, mas também continha alguma hematita, quartzo e cassiterita. O valor muito baixo para a relação mole-

cular de P_2O_5 é o resultado de um valor muito alto para o teor em Fe_2O_3 , do qual resulta um valor muito alto para $(Mn,Fe)O$ e $(Na_2,Ca)O$.

“O raciocínio acima sugere a fórmula $(Na_2,Ca)O.2(Mn,Fe)O.P_2O_5$ para varulita e arrojadita; na varulita a relação $Fe:Mn$ é menor que 1, na arrojadita esta relação é maior que 1. Essa última fórmula para os dois minerais sugere uma estreita relação com os minerais litiofilita e trifilita, e especialmente com a natrofilita. Do ponto de vista químico varulita e arrojadita parecem natrofilita em que parte do sódio foi substituído por cálcio. Alternativamente, varulita e arrojadita, podem ser consideradas como solução sólida de dois componentes $Na_2O.2(Mn,Fe)O.P_2O_5$ e $CaO.2(Mn,Fe)O.P_2O_5$. O primeiro componente ocorre em estado quase puro com a denominação de natrofilita; o segundo não é, certamente, conhecido como mineral.

A nomenclatura desses minerais deve ser discutida mais longamente. Para os membros ricos em manganês do grupo varulita-arrojadita, a nomenclatura é simples. O nome varulita foi especificamente aplicado por Quensel para os espécimes nos quais o teor em manganês é maior do que o de ferro e assim deve ficar. Existe confusão na nomenclatura dos membros ricos em ferro, porque nomes diferentes lhes foram aplicados em diferentes ocasiões. O primeiro espécime pertencente a este grupo foi descrito por Headden, em 1891, proveniente de South Dakota. Descreveu-o como “um fosfato próximo da trifilita”, mas acentuou que as diferenças de composição eram muito grandes para admiti-lo como sendo idêntico a trifilita. Entretanto, não lhe deu nome. Ziegler, em 1914, descrevendo a mineralogia de Black Hills, South Dakota, chamou a atenção para a conveniência de distinguir o fosfato de Headden da trifilita, e sugeriu o nome de soda-trifilita para ele, devido ao seu alto teor em sódio. Em 1925, Guimarães descreveu a arrojadita; mostrou que deduzindo impurezas e calculando ferro no estado ferroso, a arrojadita do Brasil concorda com a fórmula de Headden para o mineral de South Dakota. Guimarães denominou o fosfato de Headden de arrojadita, aparentemente não tendo conhecimento da publicação de Ziegler”

“A arrojadita do Brasil e o fosfato de Headden têm, ambos, a relação $Fe:Mn$ maior do que 1. Em 1937, Quensel descreveu mineral correspondente com relação $Fe:Mn$ menor do que 1 e denominou-o varulita. Ele acentuou que o fosfato de Headden estava para a varulita do mesmo modo que trifilita para litiofilita. Ele não teve conhecimento nem do trabalho de Ziegler, nem do de Guimarães, e por isso denominou provisoriamente o fosfato de Headden — headdenita —.”

“Assim, tres nomes ficaram correntes para os membros ricos em ferro do grupo arrojadita-varulita: soda-trifilita, arrojadita e headdenita. A aplicação da lei de prioridade consignaria o nome soda-trifilita para esses minerais ricos em ferro e isto é tudo que se pôde dizer em favôr do nome dado por Ziegler. Sob outros pontos de vista é um nome perfeitamente inconveniente, pois, si sugere alguma cousa é a de mineral no qual o lítio da trifilita foi substituído pelo sódio; tal mineral é já conhecido e foi denominado natrofilita. O fosfato de Headden difere da natrofilita pelo seu teor em cálcio, e isto é seu aspéto distintivo. A despeito da lei de prioridade, pois, eu sugerirei a rejeição do nome dado por Ziegler, baseado na sua falsa significação”

“Soda-trifilita sendo rejeitada, o nome arrojadita torna-se aplicável, tendo prioridade sobre o nome headdenita de Quensel. Guimarães adotou o nome arrojadita para seu mineral do Brasil e para o fosfato de Headden de South Dakota. Em recente publicação Quensel chamou a atenção para o fato de que a arrojadita do Brasil e o fosfato de Headden diferem devido a que parte do ferro contido na arrojadita brasileira está no estado trivalente, enquanto que no fosfato de Headden todo ferro é bivalente. Quensel sugere a adoção de seu nome “headdenita” para o fosfato de Headden, sob o fundamento de que arrojadita do Brasil é uma sub-espécie parcialmente oxidada daquele fosfato”

“Guimarães descreveu arrojadita em uma publicação um tanto obscura, e eu não fui capaz de obter referencia direta, mas somente pelos resumos no Mineralogical Magazine, The American Mineralogist, e pela descrição no “Hintze Handbook” Estas descrições, entretanto, mostram que Guimarães deu o nome de arrojadita a um mineral com a composição $4R_3PO_4 \cdot 9R_3P_2O_8$, com todo ferro no estado bivalente, isto é, ao mineral inoxidado e representado pelo fosfato de Headden”

“Guimarães notificou de modo específico que a amostra analisada da arrojadita brasileira continha alguma hematita e produtos de alteração, que eram responsáveis pelo teor em Fe_2O_3 da análise. Ele, por isso, adotou o nome arrojadita para o mineral inoxidado e representado em seu estado puro pelo mineral de South Dakota. Este princípio foi seguido, bem independentemente, por Quensel em 1937, na sua descrição original da varulita. Ele propôs o nome varulita para o mineral inoxidado, embora sua análise mostrasse uma oxidação parcial do ferro ao estado trivalente”

“Em resumo o nome arrojadita foi proposto para o mineral inoxidado, representado no estado puro pelo fosfato de Headden. Arrojadita, por isso, é estritamente sinonimo de headdenita de

Quensel, e a regra de prioridade manda que o nome arrojadita deva ser aceito e o nome headdenita rejeitado.

““Varulita e arrojadita são similares em composição a dois outros minerais raros, dickinsonita e fillo-wita. Dickinsonita e fillo-wita são formas dimorfas do mesmo composto $R_3P_2O_8 \cdot 3H_2O$, no qual $R = Mn, Fe, Ca$ e Na_2 principalmente. Quimicamente esses dois últimos minerais se distinguem do grupo arrojadita-varulita pela presença de pequena (cerca de 1,6%) mas constante quantidade de água e pela relação $(Mn, Fe)O : (Na_2, Ca)O$, que é variável e maior do que a relação 2:1 da varulita e arrojadita. Também ha diferença nas propriedades físicas; densidade menor, propriedades óticas diferentes, e.g. os índices de refração da dickinsonita e fillo-wita são mais baixos do que os da varulita e arrojadita.””

QUADRO DE ANALISES (Segundo Brian Mason, op. cit.)

	1	2	3	4	5	6	7
P_2O_5	43,40.	44,93.	42,80.	44,14.	44,60.	38,64.	34,32
Fe_2O_3	9,29.	5,32.	8,35.	7,66.	6,44.	—	12,39
FeO	9,73.	11,03.	7,52.	9,50.	12,01.	25,05.	19,84
MnO	25,43.	25,31.	25,30.	24,76.	21,06.	15,54.	12,33
CaO	2,51.	2,30.	4,86.	2,75.	3,60.	5,53.	5,69
MgO	traços.	0,13.	0,00.	0,16.	0,09.	1,50.	1,85
Na_2O	8,10.	8,08.	7,12.	9,02.	9,72.	7,46.	4,67
K_2O	traços.	0,12.	0,12.	0,07.	traços.	2,00.	1,45
Li_2O	0,46.	1,65.	0,88.	0,53.	—	0,28.	traços
H_2O 105°	1,16.	0,64.	0,75.	0,60.	1,52.	0,73.	4,96
H_2O 105°	0,07	0,18.	0,14.	0,15.	0,14.	—	0,44
F	0,00.	0,00.	0,06.	0,00.	0,08.	0,69.	—
Insol	0,18.	0,28.	1,80.	0,24.	0,44.	2,47	0,66
	100,33	99,97	100,06	99,58	99,70	99,89	100,12
	(Cl=tr.)		(Al ₂ O ₃ =0,36)		(Cl=tr.)		(SnO ₂ =1,52%)

RELAÇÕES MOLECULARES

P_2O_5	.1,009.	.1,097	.1,064.	1,076.	1,153.	.0,958.	.0,798
(Fe,Mn)O	.2,000.	.2,000.	.2,000.	.2,000.	.2,000.	.2,000.	.2,000
(Na ₂ ,Ca)O.	0,816.	.0,916.	.1,006.	.0,918.	.0,968.	.1,010.	.1,042

(Nas relações acima Fe_2O_3 está recalculado como bivalente; $Na_2, Ca)O$ include K_2O , Li_2O e MgO)

W. P. Head-den — *A phosphate near triphilitite from the Black Hills*. The American Journal of Science, 3th Series, Vol. XLI, n.º 245, May 1891.

Brian Mason — *Minerals of the Varuträsk Pegmatite. XXIII — Some iron manganese phosphate minerals and their alteration products, with special reference to material from Varuträsk*. Meddelanden fran Stockholms Högskolas Mineralogiska institut, N.º 123.

- 1 — *Varulita*, Varuträsk, Suecia, Analista: Thelma Berggren, 1941
- 2 — *Varulita*, Varuträsk, Suecia, Geol. Fören. Föb., 62, pg. 298, 1940
- 3 — *Varulita*, Varuträsk, Suecia, Geol. Fören. Förh., 62, pg. 298, 1940
- 4 — *Varulita*, Varuträsk, Suecia, Geol. Fören. Förh., 62, pg. 298, 1940
- 5 — *Varulita*, Skrumpetorp, Suecia, Geol. Fören. Förh., 62, pg. 278, 1940.
- 6 — *Arrojadita* (Headdenita), Nickel Plate Mine, Pennington Co., South Dakota. Am. Jour. Sci., 41, pg. 417, 1891.
- 7 — *Arrojadita*, Serra Branca, Picuhy, Parahyba, Brasil. Publicação da Inspectoria de Obras Contra as Secas, Rio de Janeiro, n.º 58, 1925.

SUMMARY

ARROJADITE, A NEW MINERAL OF THE WAGNERITE GROUP

Arrojadite occurs in pegmatites in the gneisses of Serra Branca, near Pedra Lavrada, Picuí, Paraíba do Norte. A sample of the analyzed material presents in cleavable massive forms of deep green colour and natural faces were not found in the studied samples.

Hardness over 5. It often encloses minute crystals of hematite and quartz. Inclusions of euhedral crystals of cassiterite are fairly common. It also shows abundant inclusions surrounded by pleochroic haloes.

The following analysis of a sample with little amount of inclusions shows the relation between Arrojadite and inclusions:

Cassiterite	0,61 per cent
Hematite	1,29
Arrojadite	98,10
	<hr/>
	100,00 per cent

Arrojadite alters to a dark red mineral which probably is monoclinic. Its index of refraction and birefringence are higher than that of Arrojadite. The alteration sets in from the exterior of the crystal and from the cleavage cracks. This is a common alteration and the product of it is a biaxial mineral, optically positive (+), yellow, and grayish when in thin sections.
 $2V_r = 16^\circ$

The indexes of refraction are moderately high:

$$\gamma = 1,724 \quad \beta = 1,703 \ (\pm 0,001), \quad \alpha = 1,703 \ (\pm 0,001)$$

Birefringence

$$\gamma - \alpha = 0,021, \quad \gamma - \beta = 0,0205, \quad \beta - \alpha = 0,0004$$

In thin sections it is yellow with marked pleochroism

Z = dark red, Y = orange yellow, X = brilliant yellow

The maximum extinction angle in sections parallel to the cleavage planes is about $2^\circ 15'$

The crystallographic characters of arrojadite are: monoclinic, cleavage parallel to (110) is generally highly developed, and the plane of the optic axes is parallel to the cleavage planes. The relations between cleavage planes and crystallographic axes are shown in fig. 1. Optically, Arrojadite is negative (—) Axial plane parallel to (110); $2 V_r = 82^\circ$ The index of refraction is moderately high $\gamma = 1,657$. Double refraction low: $\gamma - \alpha = 0,0079$, $\gamma - \beta = 0,0034$, $\beta - \alpha = 0,0045$. In thin section colourless, or faintly pleochroic:

Z = pale green Y = incolour X = incolour

Regarding chemical composition Arrojadite seems to be the same kind from Black Hills, South Dakota, which was described by W.P. Headden in the American Journal of Science (1). This mineral and Arrojadite show the same megascopic features. The analyses shown at the pag. 8 give us an idea about the resemblance of these two minerals. The presence of Fe_2O_3 in the I and II analyses is due the that the samples analyzed had 2 to 3 per cent of hematite. The higher percentage of H_2O is due to the alteration of the Arrojadite.

Beside, the author gives a detailed discussion on the question of the priority of the name Arrojadite based, chiefly, on B. Mason's works published in the Geologiska Förenningens I Stockholm Förhandlingar, of March-April 1941. This latter author ends by giving the priority to the name Arrojadite over the name Headenita of Quensel.

The author proposed the name Arrojadite to the inoxidized mineral, which represents, when pure, the Headden's phosphate from Black Hills, South Dakota, U.S.A.