A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO BIOGEOQUÍMICO NA MOBILIDADE DOS ELEMENTOS RESIDUAIS EM AMBIENTE SUPERGÊNICO*

MARIA DO CARMO LIMA E CUNHA**, NORBERTO DANI** e MILTON LUIZ LAQUINTINIE FORMOSO**

ABSTRACT THE IMPORTANCE OF BIOGEOCHEMICAL STUDIES ON THE MOBILITY OF RESIDUAL ELEMENTS IN SUPERGENE ENVIRONMENT. Considerations on the mobility of residual elements in supergene environment are made under biogeochemical point of view to aim a better understanding of a minor and trace elements on biosphere. The results show that even elements less mobile like Al, Ti, and Zr are absorbed by *Baccharis undneUa* DC. in appreciable quantities. Even more, this species reveal a capacity to concentrate Al which gives to it a charater of accumulator and tolerant to an excessive content of aluminium.

Keywords: Biogeochemistry, residual elements, aluminium, titanium, zirconium, supergene environment.

RESUMO Considerações sobre a mobilidade dos elementos residuais em ambiente supergênico são feitas sob a óptica biogeoquímica, visando uma melhor compreensão da distribuição dos elementos menores e traços na biosfera. Os resultados obtidos demonstram que mesmo aqueles elementos menos móveis como Al, o Ti e o Zr são absorvidos pela espécie *Baccharis uncinetta* em quantidades consideráveis. Além disso, a referida espécie revelou uma capacidade de concentrar Al que lhe confere um caráter de acumuladora e tolerante aos teores excessivos deste elemento.

Palavras-chaves: Biogeoquímica, elementos residuais, alumínio, titânio, zircônio, ambiente, supergênico.

INTRODUÇÃO O conhecimento da composição química de determinadas espécies vegetais, que habitam substratos derivados da alteração de certos tipos de rochas, pode levar a uma melhor compreensão da distribuição dos elementos-traço e menores, na biosfera. Assim, o trabalho tem como objetivo a avaliação do ciclo biogeoquímico daqueles elementos que podem contribuir para um melhor entendimento dos processos inerentes à sua mobilidade em ambiente supergênico. Nesse sentido, foi feito um estudo da composição química de plantas que se desenvolvem sobre os solos bauxíticos ocorrentes na região de Lages, Santa Catarina, a fim de estimar a mobilidade e conseqüente disponibilidade, para o vegetal, de elementos raros não-essenciais e muitas vezes tóxicos para as plantas.

MATERIAL E MÉTODOS As amostras foram separadas em duas populações, uma coletada sobre terrenos tipicamente bauxíticos e outra sobre solos de rochas fonolíticas, alteradas ou não, nas regiões de Barreiros e Momm (Serra da Farinha Seca) e de Chapada e Morro do Tributo, respectivamente (Dani 1988). Os exemplares coletados pertencem a espécie *Baccharis uncinella* ("vassourão").

O material selecionado (folhas) foi submetido ao tratamento usualmente empregado em biogeoquímica. Os teores de Ca, Mg e Fe foram medidos por espectrometria de absorção atômica, o P por espectrofotocolorimetria; o Na e o K por espectrometria de chama; e o Zr, Ba, Sr, Ti e Al por fluorescência de raios X. Todas as determinações foram feitas no Laboratório de Geoquímica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Os valores dos elementos são expressos em peso de cinza. Para converter estes valores para peso seco, multiplica-se pelo fator 0,07.

GEOLOGIA E VEGETAÇÃO Geologicamente, a região de Lages se caracteriza por uma associação de rochas alcalinas, com predominância de fonólitos que ocupam uma área aproximadamente circular com um raio de 20 km, limitados por rochas gondwânicas. A associação de rochas alcalinas, consideradas como um protominério de bauxita, foi exposta à

Figura 1 - Mapa aos principais maciços de rochas alcalinas do Distrito de Lages, evidenciando os locais de amostragem.
Figure 1 - Map of principal bodies of alkaline rocks of Lages District with location of samples

* Trabalho Financiado pelo PADCT, Proc. nº 4.3.89.0155.00

** Centro de Estudos em Petrologia Geoquímica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500, Campus do Vale, CEP 91500, Porto Alegre, RS

ação dos agentes intempéricos, em um período subsequente ao de sua formação (Terciário). A origem dos depósitos de bauxita está, portanto, relacionada com períodos nos quais as condições reinantes eram favoráveis a este tipo de alteração supergênica (Fig. 1).

Quimicamente, os fonólitos de Lages são similares, com mineralogia composta predominantemente por feldspato potássico (ortoclásio), nefelina e piroxênios da série diopsídio-hedembergita e egrina-augita. O perfil de bauxita típico apresenta espessura média de 10 m, subdividido em zonas caracterizadas pela sua estrutura, mineralogia e composição química. Mineralogicamente, o alterito é constituído por gibbsita, halloysita 10A, goethita aluminosa e traços de bohemita. A gibbsita domina na zona da bauxita e a halloysita 10A nas zonas argilosas (Dani 1988). A tabela 1 apresenta as características físicas e químicas gerais das principais zonas que constituem o perfil de alteração bauxítico na área tipo da Serra da Farinha Seca.

Tabela 1 - Composição química média em perfil de alteração desenvolvido em fonólitos na área tipo de Serra da Farinha Seca

Table 1 - Mean chemical composition on alteration profile developed over phonolites from Serra da Farinha Seca

	nível rocha sã/ rocha alterada	nível argiloso	bauxita
Elementos maiores (%)			
SiO ₂	47,00	37,80	10,20
Al ₂ O ₃	27,00	37,10	53,00
Fe ₂ O ₃ tot	3,50	4,40	6,80
MnO	0,18	0,25	0,15
CaO	0,90	0,03	0,01
Na ₂ O	4,20	—	—
K ₂ O	4,80	0,60	0,20
TiO ₂	0,37	0,50	0,80
P ₂ O ₅	0,05	0,08	0,14
H ₂ O ⁺	7,30	15,40	27,70
H ₂ O ⁻	4,00	3,40	0,90
Total	99,51	99,58	99,90
Elementos menores (ppm)			
Ba	854	610	191
Ce	350	400	341
Cr	—	—	—
Cu	9	6	—
Ga	33	45	68
La	103	64	50
Nb	389	492	705
Nd	74	32	24
Ni	16	56	34
Pb	72	181	144
Sr	560	112	70
Th	48	83	118
V	39	40	62
Y	35	35	28
Zn	189	175	74
Zr	586	798	1263
Porosidade(%)	14,0	50,0	60,0
Densidade (d)	2,0	1,5	1,1

Em termos de associação florística predomina, no município de Lages e arredores, uma vegetação arbórea que se enquadra dentro da classificação fitogeográfica de Campos Gerais associados à Floresta Subcaducifolia Subtropical com Araucária.

Nas áreas amostradas, recobrimo as seqüências sedimentares, domina a vegetação campestre. Sobre os terrenos bauxíticos e fonolíticos, destaca-se uma vegetação subarborescente, lenhosa, representada pela espécie *Baccharis uncinella*, que no Morro do Tributo (cf. Fig. 1) chega a formar densos vassourais secundários.

A escolha desta espécie para amostragem foi devida principalmente a sua ampla distribuição, tanto sobre os maciços alcalinos como sobre os depósitos bauxíticos, e também pelo seu porte subarborescente, com ramos densamente folhosos e sistema radicular suficientemente extenso, de modo a atravessar todos os horizontes do solo bem como a atingir os níveis bauxíticos (Foto 1).

Foto 1 - Evidência da extensão do sistema radicular de *Baccharis uncinella* na bauxita (Barreiros, Serra da Farinha Seca).

Photo 1 - Extension of radicular system of *Baccharis uncinella* in the bauxite horizon (Barreiros, Serra da Farinha Seca).

COMPORTA-SE NO BIOGEOQUÍMICO DOS ELEMENTOS O enriquecimento preferencial de certos elementos pelas plantas, em relação ao teor no solo, é conhecido como Princípio de Enriquecimento de Goldschmidt. A razão obtida pela concentração na planta sobre a concentração no substrato permite diferenciar os elementos ditos biogênicos dos não biogênicos. De acordo com Brooks (1983), os elementos que tem um "BAC" (Coeficiente Biológico de Absorção) de 0,10 ou mais são biogênicos, os que apresentam um coeficiente

menor que 0,01 são tidos como não biogênicos e os de valor entre 0,01 e 0,10 são considerados elementos intermediários. Elemento biogênico é definido como aquele que desempenha um papel na atividade fisiológica da planta ou que é acumulado em quantidades apreciáveis pela mesma, atuando ou não em seu metabolismo.

A razão média planta/solo, obtida para a região de Lages (Tab. 2), demonstra que o Zr, Ti, Ba e o Sr se comportam como elementos biogênicos na espécie em questão, significando que, dada a sua não essencialidade à planta, estes são acumulados pela sua maior disponibilidade. Observa-se também que o Fe e o Al caem dentro da faixa dos intermediários.

Tabela 2 — Razão planta/solo nos diferentes locais de amostragem

Table 2 - Ratio plant/soil on different locations of samples

	Barreiros (Serra da Farinha Seca)	Momm	Chapada (Fonólitos alterados/ inalterados)	Morro do Tributo
Al	0,01	0,01	0,04	0,03
Sr	29,96	29,48	39,40	21,00
Ba	11,11	7,17	18,20	2,12
Ti	0,13	0,04	0,20	0,16
Zr	0,38	0,19	0,21	0,06
Fe	0,04	0,05	0,14	0,09
Ca	154	550	40,60	57,00

Considerando-se as razões obtidas nos diferentes locais amostrados (Barreiros, Momm, Chapada e Morro do Tributo), percebe-se que:

- O alumínio, cuja razão média para a região é de 0,02, adquire um caráter de elemento intermediário entre os biogênicos e não-biogênicos. Nas regiões de Barreiros e Momm, essencialmente bauxíticas, a baixa razão encontrada é atribuída aos altos valores de alumínio nos solos, fato este que não anula, contudo, o caráter acumulador da espécie e nem implica em baixa disponibilidade deste elemento para a planta conforme pode ser observado nas tabelas 3 e 4. Nas localidades de Chapada e Morro do Tributo, o aumento da razão indica uma maior disponibilidade do alumínio para a planta nos solos que recobrem os fonólitos, tanto alterados como são. Segundo Boyer (1985), o alumínio só se torna móvel quando complexado com ácidos orgânicos (fulvicos, principalmente) em pH baixo, caso dos podzolos. Para Dani (1988), o clima atual na área estudada, submete a mesma, mais a processos de podzolização do que a processos de lateritização. Neste caso, o aumento do teor de alumínio em *Baccharis uncinella*, nas áreas de Chapada e de Morro do Tributo, pode ser decorrente de sua forma trocável - refletindo nesses locais a influência do clima atual na alteração das rochas alcalinas.
- O estrôncio e o bário apresentam-se como elementos tipicamente biogênicos, indicando que a sua disponibilidade para a planta, tanto nos solos bauxíticos como nos fonolíticos, é alta. Isto porque, dada a elevada mobilidade desses elementos, eles tendem a permanecer em solução e são, portanto, mais facilmente absorvidos pela espécie vegetal.
- Para o titânio, predomina o caráter biogênico, principalmente quando sobre os solos de rochas fonolíticas. Este elemento forma silicates complexos (em fonólitos) que são mais intemperizáveis que os seus óxidos, explicando talvez a sua maior disponibilidade nos fonólitos da área. Convém observar que o comportamento do alumínio é similar. Para a região de Barreiros (bauxita), o aumento da razão possivelmente é devido ao maior teor de argila, onde o titânio, estando sob forma

mais facilmente solubilizável, torna-se prontamente disponível à planta.

• A razão obtida para o zircônio indica que este está mais disponível à planta quando esta ocorre sobre os solos bauxíticos, sugerindo que, na fase residual, a sua capacidade de migração não é tão limitada. Kabata-Pendias & Pendias (1984) apontam os ácidos orgânicos como um dos agentes transportadores na migração do zircônio e lembram também que pequenas dissoluções deste elemento têm sido observadas tanto em solos podzólicos ácidos, como em lateritas de rochas alcalinas. Se comparados os valores da tabela 2, percebe-se que para as regiões de Barreiros, Momm e Chapada, o zircônio comporta-se como um elemento biogênico. Contudo, conhecido o seu caráter de não essencialidade à planta, deduz-se que o mesmo é absorvido em proporções consideráveis, se confrontados os dados de concentração média em plantas (20 ppm) com aqueles aqui registrados. É possível que para as regiões acima citadas o zircônio apresente-se sob forma passível de ser mais prontamente absorvido pelo vegetal, ao contrário do que acontece no Morro do Tributo, onde a baixa razão planta/solo e o alto teor registrado para o solo indicam a sua pouca disponibilidade. A explicação deve estar associada à remobilização do zircônio, à semelhança do alumínio, nas bauxitas, por influência da matéria orgânica.

• Para o ferro, a baixa razão encontrada é coerente, visto que este elemento é absorvido como micronutriente.

• O cálcio é aqui citado como exemplo de elemento caracteristicamente biogênico, essencial à nutrição mineral, ou seja, absorvido por necessidade e concentrado de modo proporcional a sua mobilidade. Nas regiões de Barreiros e Momm, as altas razões encontradas, comparativamente àquelas de Chapada e Morro do Tributo, revelam uma maior disponibilidade de Ca, apesar do empobrecimento deste nos solos bauxíticos. Dani (1988) atribui a presença de "algum cálcio" na bauxita de Lages a piroxênios e feldspatos, cuja alteração pode ser a fonte provedora do elemento para o vegetal. Cabe lembrar que as altas razões observadas não indicam um superacúmulo de cálcio para a espécie, conforme se pode perceber quando comparados os teores médios em *Baccharis uncinella* com aqueles obtidos por Connor & Shacklette (1975) em plantas silvestres (20%). Ressalta-se que a quantidade de cálcio estritamente necessária para o desenvolvimento de uma planta é mínima (Boyer 1985). Esse autor atribui ao cálcio um papel muito semelhante ao dos elementos-traço na fisiologia vegetal.

Com relação ao K, Mg e P, embora sabendo-se que em um perfil rocha-bauxita estes tendem a sair mais rapidamente do sistema, a exemplo do cálcio, em termos de nutrição mineral não está ocorrendo uma deficiência no seu suprimento para a espécie, considerando-se os valores médios em plantas (Allen *et al.* 1974, Connor & Shacklette 1975, Epstein 1975). Segundo Larcher (1986), as plantas adaptadas a solos pobres em elementos essenciais passam a explorar fontes de minerais de aproveitamento mais difícil, valendo-se da atividade bioquímica de fungos com os quais vivem em simbiose. Neste caso, o melhor aproveitamento dos nutrientes por espécies providas de micorrizas permite que estas sobrevivam em locais menos favoráveis.

Em termos biogeoquímicos, analisando-se os teores desses elementos (cf. Tab. 4), nos diferentes locais de amostragem, percebe-se que:

• O potássio mostra um comportamento aleatório, ora concentrando-se mais na planta, quando esta ocorre sobre a bauxita, ora quando sobre os fonólitos inalterados (Morro do Tributo). Atribui-se ao maior enriquecimento de K no vegetal, sobre os fonólitos, à alteração dos minerais primários (feldspatos) que colocariam seus cations em solução. Já no caso do aumento significativo de potássio na espécie, quando sobre a bauxita (o dobro da concentração média das plantas), poderia se atribuir ao maior teor de argila, na qual o potássio trocável

Tabela 3 - Concentração de elementos maiores e traços em *Baccharis uncinella* na região de Lages, SC (resultados em peso de cinza)

Table 3 - Major and trace elements content in *Baccharis uncinella* from Lages, SC (results in ash weight)

	%				
	Ca	Mg	K	P	Na
Am.1	6,8	3,6	30,0	1,78	0,33
Am.2	11,0	2,2	20,0	2,70	0,39
Am.3	8,3	2,2	26,0	3,00	0,18
Am.4	6,7	3,7	34,0	2,70	0,27
Am.5	5,9	2,6	28,0	2,20	0,96
Am.6	5,9	2,4	30,0	2,20	0,30
Am.7	5,9	3,7	30,0	2,50	0,28
Am.8	5,8	2,4	36,0	2,50	0,21
Am.9	5,8	2,7	30,0	3,50	0,24
Am.10	5,9	3,3	34,0	3,00	0,28
Am.11	6,3	3,4	28,0	2,50	0,30
Am.12	4,6	3,5	34,0	280	0,36
Am.13	5,5	3,2	28,0	2,30	0,30
Am.14	6,3	5,3	30,0	2,50	0,30
Am.15	6,7	5,3	36,0	2,00	0,16

	ppm					
	Al	Fe	Ba	Sr	Ti	Zr
4950	1958	1860	1000	275	190	
4750	1818	660	2940	220	540	
4700	1608	260	1620	190	375	
5400	3217	1300	780	322	248	
12650	4965	1980	1300	645	295	
5800	2798	625	730	335	150	
11950	4616	460	980	440	208	
5700	2168	285	560	230	118	
6000	2798	740	1380	338	250	
13400	5595	1850	1050	575	140	
17600	7973	1650	686	970	192	
9300	5385	190	254	570	50	
8800	4616	405	332	600	160	
12500	3000	540	480	775	105	
6300	3967	580	365	310	60	

Tabela 4 - Teores médios de elementos maiores e traços em *Baccharis uncinella* nos diferentes locais de amostragem

Table 4— Mean content of major and trace elements in *Baccharis uncinella* on different locations of samples

	Barreiros	Momm	Chapada	Morro do Tributo
	(solos bauxíticos)		(solos sobre fonólitos)	
Zr (ppm)	330	192	166	875
Sr (ppm)	1528	973	868	357
Ba (ppm)	1212	495	1750	428
Fe (%)	0,26	0,31	0,68	0,42
Ca (%)	7,74	5,56	6,10	5,70
Al (%)	0,64	0,79	1,55	0,92
Ti (%)	0,02	0,03	0,07	0,05
Mg (%)	2,90	2,90	3,35	4,42
Na (%)	0,42	0,24	0,29	0,28
P (%)	2,91	2,83	2,75	2,40
K (%)	27,60	32,00	17,14	32,00

poderia estar sorvido nas halloysitas ou em outras fases de fina granulometria (como as de manganês).
• O magnésio, na bauxita, mantém uma concentração coerente com a média obtida para as plantas silvestres, aumentando, contudo, quando a espécie *Baccharis uncinella* ocorre sobre os fonólitos. Esta constatação é similar às observações de Dani (1988), ao registrar para os fonólitos da área uma concentração de Mg da ordem de dez vezes mais do que aquela dos níveis de bauxita argilosa.

• Para o fósforo, os valores médios obtidos em ambas as litologias não diferem significativamente dos valores médios de plantas nativas (3%). De acordo com Boyer (1985), no decorrer dos processos de formação e evolução dos solos, as consequências do intemperismo para o fósforo são relativamente fracas, fazendo com que este, em solos não cultivados, permaneça estável. Para a região de Lages percebe-se um discreto aumento de fósforo na planta quando sobre a bauxita, condizente com a constatação de Dani (1988), ao comparar a concentração de elementos maiores em perfis rocha-bauxita.

PLANTAS ACUMULADORAS DE ALUMÍNIO De acordo com Allen *et al.* (1974), a concentração média de alumínio em plantas superiores é da ordem de 0,2%. Chenery & Sporne (1976) afirmam que dentro das dicotiledôneas, qualquer planta que contenha cerca de 1,5% de Al (em peso de cinzas) em seus tecidos, seguramente é uma acumuladora. Esta capacidade é considerada uma característica de primitividade do vegetal. Segundo esses autores, as dicotiledôneas acumuladoras de alumínio originaram-se no Terciário e, para sobreviverem em solos tropicais (que contêm grande quantidade de Al trocável), devem ter desenvolvido um mecanismo de tolerância aos teores excessivos desse elemento.

Os valores de alumínio encontrados em *Baccharis uncinella*, particularmente se considerados os teores obtidos nos exemplares coletados em Chapada e Morro do Tributo, indicam ser esta espécie uma acumuladora desse elemento e tolerante aos seus efeitos tóxicos. Segundo Kabata-Pendias & Pendias (1984), o Al, se altamente disponível, induz a uma deficiência em cálcio na planta ou em uma redução em seu transporte, fato este comprovado para a região alcalina de Lages, em que o teor de cálcio da referida espécie está bem abaixo da média observada para plantas nativas.

As compostas, família a qual pertence a espécie aqui considerada, de acordo com Schultz (1985), são em geral herbáceas; mas somente aquelas que se desenvolvem em solos tropicais e subtropicais são lenhosas - outra característica de primitividade apontada por Chenery & Sporne (1976). Portanto, considerando-se que as dicotiledôneas mais primitivas são originárias do Terciário e se caracterizam por sua estrutura lenhosa, pela preferência por solos tropicais e principalmente pela sua capacidade em acumular alumínio, pode-se atribuir aos vassourais que recobrem os solos bauxíticos da região de Lages, embora com características de vegetação secundária, uma descendência de espécies que habitaram tais solos quando da época da formação da bauxita, herdando a condição de planta tolerante. Vale ressaltar que as compostas são originárias do Oligoceno (Meyen 1987) e a idade da bauxita de Lages é relacionada ao Eoceno.

AS PECTOS CONCLUSIVOS Apesar de a dinâmica da biodisponibilidade ser bastante complexa e ainda pouco compreendida, percebe-se, pelo acima exposto, que mesmo aqueles elementos ditos imóveis no ambiente supergênico - como o alumínio, o titânio e o zircônio - são passíveis de serem absorvidos pela espécie *Baccharis uncinella*, em quantidades apreciáveis.

Constatações dessa natureza permitem concluir que a mobilidade dos elementos derivados de minerais submetidos a processos de alteração supergênica está condicionada não só pelos fatores físico-químicos do meio, como também pelos

fatores biológicos, nos quais a ação dos ácidos orgânicos na rizosfera induz a transformações nos minerais, mesmo nos mais estáveis, colocando em solução os seus íons e possibilitando assim, que os elementos, essenciais ou não, sejam absorvidos pelas plantas.

Sob a óptica geoquímica, existem em Lages várias evidências de que certos elementos químicos considerados imóveis apresentam um comportamento oposto, servindo de exemplo

as remobilizações tardias do alumínio ao longo do perfil, na forma de "cutans", vênulos, nódulos e tubos formados por gibbsita, ou grandes cristais de gibbsita preenchendo poros. O zircônio apresenta importante mobilidade que está, em primeiro lugar, relacionada com sua presença em zirconossilicatos (eudialita e outros) que são menos estáveis e, a seguir, pela influência dos complexos orgânicos que esse elemento pode formar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, S.E.; GRIMSCHAW, H. M.; PARKINSON, J. A.; QUARMBY, C. 1974. Pollutants. In: CHEMICAL ANALYSIS OF ECOLOGICAL MATERIALS. Oxford Blackwell Scient. Pub. 230p.
- BOYER, J. 1985. *Dinâmica dos elementos químicos e fertilidade dos solos*. Salvador, Inst Geoc. da UFBA. 311 p.
- BROOKS, R. R. 1983. *Biological methods of prospecting for minerals*. New York, Wiley & Sons. 322p.
- CHENERY, E. M. & SPORNE, K. R. 1976. A note of the evolutionary status of aluminium accumulators among dycotyledons. *New Phytol*, 76:551-554.
- CONNOR, J.J. & SHACKLETTE, H. T. 1975. *Background geochemistry of some rocks, soils, plants and vegetables in the Conterminous United States*. Washington, U.S. Geol. Surv. 168p. (Prof. paper, 574-F).
- DANI, N. 1988. *Alteração Supergênica de rochas alcalinas na região de Lages, Santa Catarina - Formação de Bawdita*. Porto Alegre. (Dissertação de Mestrado, Instituto Geociências, UFRGS).
- EPSTEIN, E. 1975. *Nutrição Mineral das plantas. Princípios e Perspectivas*. São Paulo, EDUSP. 341p.
- KABATA-PENDIAS, A. & PENDIAS, H. 1984. *Trace elements in soils and plants*. Florida, CRC Press. 315p.
- LARCHER, W. 1986. *Ecofisiologia vegetal*. São Paulo, Ed. Pedagógica e Universitária Ltda. 319p.
- MEYEN, S. V. 1981. *Fundamentals of paleobotany*. London, Chapman and Hall. 432p.
- SCHULTZ, A. 1985. *Introdução à botânica sistemática*. Porto Alegre, UFRGS. v.2, 414p. (52 ed. revisada).

MANUSCRITO A659

Recebido em 04 de maio de 1990

Revisão do autor em 24 de agosto de 1990

Revisão aceita em 27 de agosto de 1990