

MARTIM PORTUGAL V. FERREIRA
Coordenação

A Geologia de Engenharia e os Recursos Geológicos

VOL. 2 • RECURSOS GEOLÓGICOS E FORMAÇÃO



Coimbra • Imprensa da Universidade

POTENCIALIDADES DAS AREIAS CARBONATADAS BIOGÉNICAS DO PORTO SANTO PARA APLICAÇÕES EM GEOMEDICINA

C. DE SOUSA FIGUEIREDO GOMES¹ e J. B. PEREIRA SILVA¹

PALAVRAS-CHAVE: areias carbonatadas biogénicas, propriedades térmicas e químicas, geomedicina.

KEY WORDS: biogenic carbonate sands, thermal and chemical properties, geomedicine.

RESUMO

No presente trabalho são apresentados dados analíticos relativos à textura, composição, e génese das areias carbonatadas biogénicas que ocorrem em praias e dunas da ilha do Porto Santo, do arquipélago da Madeira. São caracterizadas ainda propriedades específicas destas areias, quer térmicas (tais como, calor específico, difusão do calor e taxa de arrefecimento), quer químicas (por exemplo, composição química e taxa de dissolução química), consideradas relevantes para aplicações em geomedicina, sob a forma de banhos de areia, em determinadas condições.

ABSTRACT: Potentialities of the biogenic carbonate sands of Porto Santo island for applications in geomedicine

367

This paper discloses data concerned with the texture, composition and genesis of the biogenic carbonate sands that occur both in beaches and dunes of the Porto Santo island, Madeira archipelago. These sands that exhibit very small grain size

¹ Centro de Investigação "Minerais Industriais e Argilas" da FCT, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal, cgomes@geo.ua.pt.

and tabular particle shape, were derived mainly from the fragmentation of coralline algae that did flourish particularly in the NW portion of the shelf that surrounds the island. The fragmentation referred to was due to the sea waves abrasion that did follow sea level lowering during the Last Great Glaciation. Carbonate sands are mainly composed of magnesian calcite, and strontium rich aragonite occurs as accessory mineral. However, after its formation, aragonite is being inverted gradually into calcite. Specific properties of these sands, either thermal (such as, specific heat, heat diffusivity, and cooling rate), or chemical (such as, chemical composition and dissolution rate), were assessed. The obtained results were considered relevant for applications in geomedicine, under the form of sand-baths in certain conditions. During sand-baths the exuded acid sweat (pH 4.1-6.5) dissolves the carbonate grains liberating Ca, Mg, Sr, P, S and other chemical elements, enabling their absorption through the skin.

INTRODUÇÃO

Presentemente verifica-se um interesse crescente e preferência em muitas áreas dos cuidados da saúde humana por tratamentos envolvendo meios naturais em vez de tratamentos envolvendo apenas meios da medicina convencional. Trata-se da chamada *natuoterapia* que envolve metodologias, tais como: fitoterapia, hidroterapia, balneareoterapia, peloterapia, termoterapia, etc., e que pode ser complementar ou alternativa da medicina convencional.

Quando na natuoterapia se utilizam minerais ou outros recursos inorgânicos naturais extraídos do mar ou da terra (água mineral, água do mar, argila, lama depositada no fundo de certos mares interiores como é o caso do Mar Negro ou junto a nascentes hidrotermais, solo, sal e certos tipos de areia), a natuoterapia pode passar a chamar-se *geomedicina*. Os recursos minerais referidos têm, seguramente, determinadas propriedades cujo estudo deve merecer aprofundamento e que justificam os benefícios que proporcionam à qualidade da saúde humana.

A *geofagia*, isto é, a ingestão deliberada pelo homem de argila ou solo é praticada desde a pré-história, e actualmente ainda tem lugar em povos de determinadas regiões do mundo. Muitos outros animais, mamíferos, aves e répteis ingerem terra.

Os naturopatologistas acreditam que a boa saúde humana depende de três tipos de factores principais: *estrutural, emocional e bioquímico*. É essencialmente neste último factor que se centrarão as considerações expendidas na presente nota. Através delas realçam-se, os efeitos positivos em certas afecções da saúde humana (dos foros artroreumático e ortopédico, na última situação particularmente de casos pós-traumáticos) das areias carbonatadas biogénicas que ocorrem na ilha do Porto Santo do arquipélago da Madeira (GOMES & SILVA, 1996, 1999, 2001). As areias

carbonatadas biogénicas são constituídas por minerais, isto é, por compostos químicos, inorgânicos e naturais, com características específicas peculiares, capazes de em certas condições, poderem interagir beneficemente com o corpo humano (GOMES & SILVA, 2001).

Apenas numa base empírica este tipo de areias foram usadas em Porto Santo durante muitos e muitos anos, sob a forma de banhos, para o alívio de dores crónicas e recorrentes, devidas em particular a afecções dos tipos osteo-articular e muscular.

Os banhos de areia podem ter lugar, quer em meio natural aberto, quer em meio confinado, na última situação referida em Centros de Geomedicina integrados ou não em unidades hoteleiras, onde as condições prevaletentes sejam preparadas, quer em termos de arquitectura e engenharia das construções e equipamentos, quer em termos das condições ambientais (temperatura e ventilação), quer ainda em termos das metodologias a seguir pelos tratamentos e que devem corresponder tanto quanto possível às condições prevaletentes nos meios naturais que, em regra, correspondem à zona de transição da praia para a duna frontal ou primária.

No caso de Porto Santo, a investigação teve lugar no Centro de Geomedicina do Hotel Porto Santo onde um projecto piloto está sendo levado a efeito e avaliado, e ainda em laboratórios da Universidade de Aveiro sob responsabilidade do Centro de Investigação “Minerais Industriais e Argilas”, enquanto que a investigação no meio natural aberto decorreu nas areias biogénicas carbonatadas que ocorrem na zona de transição da praia para a duna frontal, num local da costa sul de Porto Santo, situado próximo do Hotel Porto Santo. Presentemente, existem projectos para instalar em outras unidades hoteleiras do Porto Santo, já construídas ou a construir brevemente, outros Centros de Geomedicina.

No que toca à composição química e mineralógica das referidas areias biogénicas carbonatadas de praia e duna, elas são similares, mas diferem muitíssimo das composições das areias essencialmente siliciosas e, conseqüentemente muito mais abrasivas e muito mais estáveis do ponto de vista químico, que são comuns nas praias e dunas europeias e na generalidade das praias e dunas de outras regiões do mundo.

Por outro lado, as propriedades de outros recursos naturais de Porto Santo, tais como, água do mar, águas minerais, clima, e vegetais e frutos criados em solos desenvolvidos sobre areias biogénicas carbonatadas, e até mesmo as argilas do tipo bentonite importantes para a preparação de *pelóides* com aplicação prática na chamada peloideterapia ou *peloterapia* (em escrita abreviada), foram igualmente investigadas, tendo como objectivo principal poder tornar, eventualmente, viável a integração de todos estes recursos num programa abrangente de *thalassoterapia*, de naturoterapia ou de geomedicina.

Infelizmente, a investigação tem sido dirigida nos últimos anos, essencialmente, para os efeitos negativos dos recursos minerais na saúde humana.

Não obstante, está bem estabelecido que muitos minerais são de fundamental importância para a boa saúde humana, quer porque são parte constituinte das águas minerais e de nascente que bebemos, quer porque são parte dos vegetais e frutos que comemos, quer ainda porque são incorporados deliberadamente em muitos fármacos, ou por serem inertes ou por serem activos, após serem submetidos a tratamentos tantas vezes complexos de processamento industrial.

Em Porto Santo, os banhos de areia carbonatada biogénica, são usados pelos nativos, por residentes da Madeira e do continente, e ainda por visitantes particularmente de países nórdicos (Noruega e Dinamarca). São especialmente estes últimos, organizados em grupos e apoiados financeiramente pelos Sistemas de Saúde respectivos e por Empresas Seguradoras, que são submetidos individualmente a "check-ups" clínicos antes e após os banhos de areia que têm lugar durante três semanas contínuas.

GÊNESE DAS AREIAS CARBONATADAS BIOGÉNICAS

As areias biogénicas carbonatadas do Porto Santo apresentam cor branca-amarelada, são constituídas por grãos soltos e muito finos de carbonato de cálcio, essencialmente calcite, a que se associam um pequeno número de grãos de cor castanha-avermelhada ou negra igualmente muito finos que são fragmentos da desintegração de rochas vulcânicas.

A calcite é do tipo magnesiano, pois que incorpora na sua estrutura cristalina teores significativos de magnésio (Mg). Aragonite enriquecida em estrôncio (Sr) é um componente acessório das areias.

Areias semelhantes ocorrem em outras ilhas Atlânticas dos arquipélagos das Canárias (Gran Canaria, Fuerteventura and Lanzarote), Cabo Verde (Boavista, Sal, Maio, Santiago and S. Vicente), e Açores (Santa Maria), que juntamente com o arquipélago da Madeira fazem parte do grande arquipélago atlântico ou região biogeográfica denominada Macaronésia. Outras ocorrências são conhecidas no Mar das Caraíbas e no Mar de Coral.

A idade mais nova (6,000 anos antes do presente) das areias carbonatadas biogénicas das referidas ilhas do arquipélago da Macaronésia, determinada pelo método do radiocarbono, ^{14}C , foi encontrada na ilha da Boavista. Idade intermédia foi determinada em areias da ilha Gran Canaria, enquanto que a idade mais antiga (31,000 anos antes do presente) foi determinada na ilha do Porto Santo.

Isto significa que as condições favoráveis à formação e crescimento de recifes coralígenos nas plataformas submarinas pouco profundas (cuja batimetria é inferior a 50m, aproximadamente) desenvolvidas à volta das ilhas e para o desmantelamento respectivo por efeito do qual resultou a produção das areias carbonatadas biogénicas, derivadas principalmente de algas calcárias arbusculares do tipo *rhodophyta* ou

algas vermelhas bem representadas pela espécie *Lithothamnium sp.*, se deslocaram para sul, isto é, para latitudes mais baixas, onde as águas do oceano seriam mais cálidas.

As areias biogénicas carbonatadas do Porto Santo foram formadas durante o intervalo de tempo correspondente à Última Grande Glaciação, que no hemisfério norte teve o seu pico ou máximo há cerca de 21.000 anos antes do presente.

Idades situadas entre 31.000 (determinadas em areias de dunas primárias da costa norte da ilha) e 15.000 anos antes do presente (determinadas em areias de praia da costa sul) foram identificadas no Porto Santo.

A exposição à abrasão pelas ondas do mar, à medida que ia descendo o nível das águas por efeito da glaciação, provocou o desmantelamento da florescente formação recifal que se tinha desenvolvido particularmente nas plataformas marinhas de declive mais suave.

No caso do Porto Santo existia uma plataforma extensa e pouco profunda, observável ainda presentemente na costa norte da ilha (fig. 1).

TEXTURA E COMPOSIÇÃO DAS AREIAS

As areias carbonatadas biogénicas do Porto Santo apresentam grão muito fino (a maioria do grão situa-se no intervalo 0,250mm – 0,125mm). Por isso, elas podem ser facilmente transportadas pelo vento a grandes distâncias.

Os grãos de areia exibem igualmente baixa esfericidade e superfícies muito polidas. São muito frequentes grãos de forma tabular, quando as areias derivam essencialmente de bioclastos de algas calcárias (fig. 2).

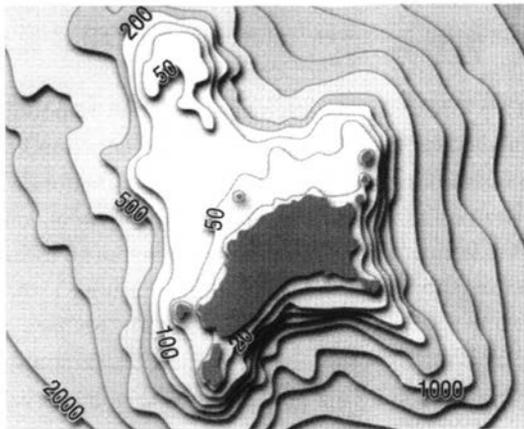


Fig. 1 – Plataforma caracterizada por baixa profundidade existente na costa norte da ilha do Porto Santo.

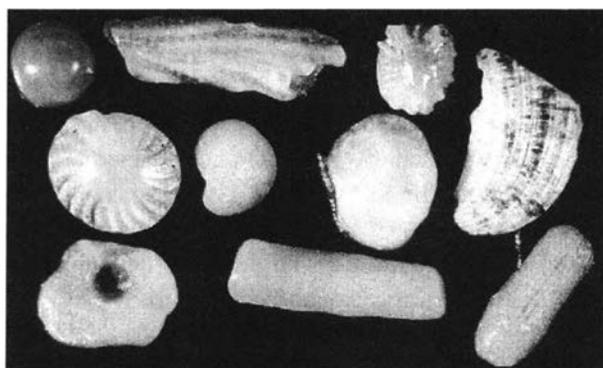


Fig. 2 – Natureza e forma dos grãos de areia biogénica e carbonatada da ilha do Porto Santo.

No que respeita à composição mineral, a calcite rica em Mg (~95%) é o carbonato dominante; aragonite (~5%) é um carbonato acessório.

Cálcio, magnésio e estrôncio (Ca, Mg e Sr), são os elementos químicos principais da areia de praia e duna do Porto Santo. Fósforo, enxofre e zinco (P, S e Zn) são elementos químicos menores e traços existentes nas mesmas areias.

O cálcio, Ca, é um elemento químico que existe abundantemente na água do mar e noutros sistemas naturais, e que é considerado de extraordinária importância para a saúde humana. Sob a forma Ca^{+2} é essencial para a integridade funcional dos sistemas muscular e nervoso, e ainda para a função cardiovascular normal. Também, está bem estabelecido que a terapia do Ca em simultâneo com a terapia da vitamina D aumenta a capacidade de absorção do cálcio.

O cálcio, Ca, é em termos quantitativos, o maior componente da areia biogénica carbonatada do Porto Santo cujos grãos são constituídos por calcite magnesiana, mineral que se dissocia facilmente em soluções ácidas ($\text{pH} < 7$) nos iões Ca^{+2} , Mg^{+2} e CO_3^{-2} .

O estrôncio (Sr) é também um elemento químico importante que existe na água do mar e noutros sistemas naturais que é igualmente importante para a saúde humana. Sr^{+2} tem um raio iónico (132 pm) que é muito maior do que o raio iónico do Ca^{+2} (99 pm) e do raio iónico do Mg^{+2} (66 pm), correspondendo a unidade pm (picómetro) a 10^{-12}m . Portanto, Sr^{+2} entra mais facilmente na estrutura da aragonite, outra forma ou polimorfo de CaCO_3 que apresenta uma estrutura mais aberta (ortorrômbica), do que a estrutura da calcite (trigonal). Sempre que isto acontece, concentrações elevadas de Sr^{+2} tornam a estrutura da aragonite mais estável do que costuma ser, permitindo que ela perdure mais tempo antes de inverter para a estrutura da calcite. Contudo, o poder solvatante do Sr^{+2} é muito menor do que o poder solvatante ou de hidratação do Mg^{+2} e Ca^{+2} .

Na ilha do Porto Santo, os teores de Sr situam-se no intervalo 1.800 – 2.500 mg/kg para as areias carbonatadas de idade mais elevada correspondente às dunas fósseis e situam-se no intervalo 2.500 – 3.500 mg/kg para as areias carbonatadas de idade mais recente que constituem a praia e as dunas frontais.

Nas areias do Porto Santo verifica-se uma relação directa entre o teor de Sr e o teor total de bioclastos derivados das algas vermelhas calcárias. De facto, o teor de Sr aumenta com o aumento dos bioclastos de algas vermelhas calcárias.

As areias biogénicas carbonatadas existentes nas ilhas Atlânticas da região biogeográfica da Macaronésia mostram teores variáveis de Sr, desde valores à volta de 1.500ppm (nas areias de duna na praia de Maspalomas, ilha Gran Canaria, arquipélago das Canárias) até 3.000ppm (nas areias de duna do Deserto de Viana, ilha da Boavista, arquipélago de Cabo Verde). Em regra, os teores mais altos de Sr correspondem a areias onde os teores de aragonite são mais altos.

O magnésio (Mg) é outro importante elemento químico que existe também na água do mar e noutros sistemas naturais, sendo igualmente muito importante para a saúde humana.

O magnésio sob a forma iónica, Mg^{+2} , produz efeitos bem conhecidos: anti-stress, anti-oxidante, cardioprotector, anti-infeccioso, anti-inflamatório e remineralizante.

Admite-se que o magnésio nas dietas aumenta a densidade dos ossos e activa uma enzima que favorece a incorporação do cálcio nos ossos. As pessoas que sofrem de osteoporose parece que apresentam deficiência de magnésio.

O teor de MgO das areias biogénicas carbonatadas do Porto Santo situa-se entre 2,5% e 4%. Ele pode atingir valores à roda de 5% nas areias biogénicas carbonatadas da ilha da Boavista, arquipélago de Cabo Verde, e pode chegar a valores entre 4,5% – 6,5% nas areias biogénicas carbonatadas da ilha de Fuerteventura, arquipélago das Canárias. Os valores mais altos de MgO correspondem a areias que apresentam os valores mais baixos de aragonite mas valores mais altos de calcite magnesiana.

Entre os elementos químicos menores, o fósforo (P) está presente nas areias biogénicas carbonatadas do Porto Santo. O fósforo é considerado essencial para a integridade das estruturas celulares e para muitos processos catabólicos, porque ele controla a actividade enzimática e é importante para a libertação de oxigénio para os tecidos do corpo humano.

O enxofre (S) está igualmente presente nas areias biogénicas carbonatadas do Porto Santo.

As areias biogénicas carbonatadas de praia e duna do Porto Santo contêm todos os catiões (cálcio, magnésio, sódio e potássio), e aniões (cloreto, bicarbonato, fosfato, sulfato) existentes nos fluidos extracelulares e intracelulares.

PROPRIEDADES RELEVANTES DAS AREIAS

As propriedades específicas das areias biogénicas carbonatadas podem ser classificadas em dois grupos principais: térmicas e químicas.

PROPRIEDADES TÉRMICAS

O comportamento térmico das areias biogénicas carbonatadas é baseado nas características das curvas de aquecimento e arrefecimento. Em Julho e Agosto, a temperatura máxima do ar em Porto Santo regula por 24°C, mas na zona de transição da praia para a duna frontal onde os banhos de areia habitualmente têm lugar, a temperatura da areia pode atingir temperaturas escaldantes (entre 60-65°C), e à profundidade de 10 cm a temperatura da areia é ainda um pouco superior à temperatura do corpo humano. Existem poucos lugares no mundo onde a temperatura média no Verão é cerca de 24°C e a temperatura média no Inverno é cerca de 19°C. O clima do Porto Santo é muito influenciado pelo anticiclone dos Açores e os ventos alíseos são frequentemente fortes.

A verdade é que, a areia biogénica carbonatada do Porto Santo constituída essencialmente por de calcite magnesiana, actua como um reservatório de calor. Quando comparada com a areia siliciosa e quartzosa da praia/duna da Costa Nova, a areia do Porto Santo aquece mais lentamente mas, por outro lado, arrefece mais lentamente. Tal tem a ver com diferenças acentuadas de cristaloquímica entre os minerais calcite e quartzo. O primeiro mineral tem uma estrutura mais complexa e é anisodésmico no que respeita a ligações químicas, isto é, tem ligações químicas de carácter distinto, enquanto que o segundo mineral é isodésmico, fazendo-se a condução do calor dentro de cada cristal mais uniformemente e rapidamente.

Em regra, o corpo humano durante o banho de areia do Porto Santo é mantido sob uma capa de areia com cerca de 10 cm de espessura, e é submetido a temperaturas 4-5°C acima da temperatura normal do corpo humano. Portanto, o corpo exsuda fortemente durante o banho de areia que demora cerca de 25 minutos. O suor humano é ácido porque o seu pH varia entre 4.1 e 6.5, dependendo do indivíduo. Tal situação é favorável para que se verifique a dissolução lenta dos grãos de areia carbonatada quando em contacto com o suor, passando para a solução os elementos químicos contidos na areia. Consequentemente, esses elementos passam à forma livre, e como tal ficam disponíveis para serem absorvidos através da epiderme, a qual funciona como membrana semipermeável.

PROPRIEDADES QUÍMICAS

Os teores dos elementos químicos maiores, menores e traços da areia do Porto Santo (com referência APHPS) e da areia da Costa Nova (com referência APCN)

são evidenciados nos quadros I e II. Nestes quadros não constam os teores de fósforo (P) e os teores de enxofre (S) das areias carbonatadas biogénicas do Porto Santo. Por exemplo, relativamente ao fósforo (P), elemento químico igualmente importante para a saúde humana, foram determinados valores entre 0,1% – 0,6 %.

Em termos comparativos, a areia de praia/duna do Porto Santo é quimicamente muito diferente da areia de praia/duna da Costa Nova Costa, como pode ser observado pelos resultados constantes nos quadros I e II. De facto, a areia carbonatada biogénica do Porto Santo contém teores interessantes de Sr, Ca, Mg, P, S e Zn, elementos considerados como tendo importância extraordinária para a saúde humana.

É sabido que o tratamento tradicional, banho de areia, com as areias carbonatadas biogénicas de praia/duna do Porto Santo provoca forte exsudação do corpo através do processo de transpiração.

Por outro lado, a areia de praia/duna do Porto Santo, devido à extraordinária finura do seu grão e da forma do seu grão (teor alto de partículas de hábito prismático tabular), agarra-se firmemente ao corpo sempre que este esteja húmido devido ao suor, proporcionando o revestimento numa película com cerca de 1-2 mm de espessura, como se de um panado se tratasse. Esta situação não acontece com a areia da Costa Nova, porque os seus grãos são mais ou menos esféricos.

Por outro lado, as partículas de carbonato da areia de praia/duna do Porto Santo, particularmente as partículas que são bioclastos derivados das algas coralígenas, são dissolvidas parcialmente pelo suor, que fica particularmente enriquecido em cálcio, magnésio, estrôncio, fósforo, enxofre e zinco. Portanto, estes elementos químicos assim libertados, são absorvidos através da epiderme, a camada exterior da pele, e passam para a derme, camada interior da pele, onde os vasos sanguíneos e linfáticos, assim como as terminações dos nervos e as glândulas endócrinas estão instaladas, possibilitando a sua absorção pelas células.

Quadro I – Análises químicas (elementos maiores) da areia do Porto Santo (APHPS) e da areia da Costa Nova (APCN)

Areias (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	P.R.*
APHPS	6.30%	2.00%	0.09%	0.52%	0.03%	2.69%	0.53%	0.06%	47.72%	40.14%
APCN	91.38	3.78	0.21	0.62	0.04	0.50	0.42	1.46	0.44	0.56

*P.R. (Perda ao Rubro a 1.000°C durante 3 horas) corresponde essencialmente à evolução de CO₂.

Quadro II – Análises químicas (elementos menores e traços) da areia do Porto Santo (APHPS) e da areia da Costa Nova (APCN)

Areias (ppm)	Ba	Sn	Nb	Zr	Y	Sr	Rb	Pb	As	Zn	W	Cu	Th	Ni	Co	Cr	V
APHPS	105	–	–	21	–	1259	–	–	–	16	–	<5	<5	<5	<5	–	–
APCN	620	3	7	72	14	40	65	23	<5	<5	40	12	<5	13	<5	13	19

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

Está bem estabelecido que o calor promove o aumento do fluxo sanguíneo melhorando a irrigação e oxigenação dos músculos, tendões e ligamentos, tornando-os mais elásticos e flexíveis. Portanto, o calor por si só contribui para a atenuação da dor crónica e recorrente.

Na verdade, a areia de praia/duna do Porto Santo possui propriedades térmicas e químicas muito distintas da areia de praia/duna da Costa Nova.

A areia de praia/duna do Porto Santo armazena melhor o calor. Por outro lado, ela contém teores interessantes de Sr, Ca, Mg, P, S e Zn considerados importantes, como já foi dito, para a saúde humana.

Foi estabelecido que, baseado nos testes efectuados, o banho de areia do Porto Santo a temperatura à volta de 42°C num ambiente onde a temperatura do ar é cerca de 40°C promove forte exsudação do corpo humano através de transpiração.

O suor é ácido e é composto por cerca de 99 % de água e pequenas quantidades de sódio, potássio, cloreto, ureia e lactatos.

Por outro lado, durante o banho de areia dum adulto, a superfície do corpo exposta à acção da areia é estimada em cerca de 1,5 m², valor que representa uma superfície relativamente elevada para a interacção areia/corpo.

A areia fixa-se à superfície do corpo quando húmido devido ao suor exsudado. As partículas de carbonato que constituem a areia, particularmente os fragmentos de alga calcária são relativamente instáveis em condições ácidas. Assim sendo, elas são dissolvidas parcialmente pelo suor que passa a enriquecer-se em cálcio, magnésio, estrôncio e outros elementos (fig. 3).

Todos estes elementos tornados livres estarão em condições para passar através da epiderme e serem absorvidos pelas células da derme. A epiderme actua como uma membrana semipermeável.

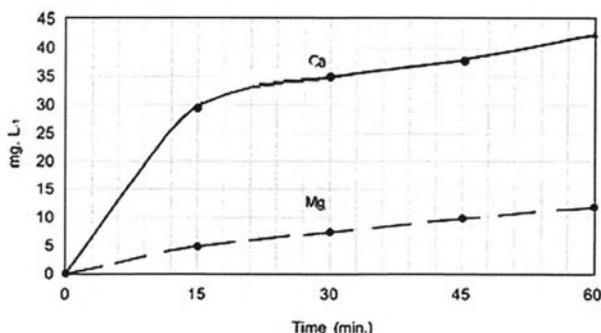


Fig. 3 - Taxas de dissolução química do cálcio e do magnésio da areia biogénica carbonatada da ilha do Porto Santo.

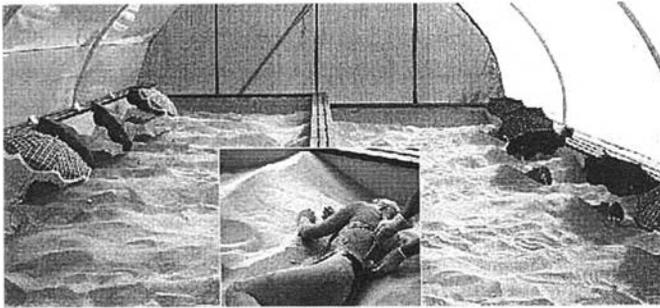


Fig. 4 – Banhos de areia tomados no Centro de Geomedicina do Hotel Porto Santo.

A reacção que tem lugar entre a areia carbonatada e o corpo humano aparenta ser similar à reacção da argila do tipo bentonite/corpo humano quando se aplicam directamente sobre o corpo cataplasmas de pelóides à base de bentonite, outro recurso mineral com interesse em geomedicina que também ocorre em Porto Santo. Trata-se duma reacção de troca catiónica entre catiões tais como Na^{+1} e K^{+1} altamente concentrados no suor expelido pelo corpo humano e catiões tais como Ca^{+2} , Mg^{+2} e Sr^{+2} que são libertados por dissolução química dos grãos de areia carbonatada e que estão mais concentrados do que no suor, onde Ca^{+2} e Mg^{+2} também existem mas em concentrações baixas. Assim sendo, entre as camadas interna e externa da pele forma-se um gradiente de concentração em termos de Ca^{+2} e Mg^{+2} .

De modo a potenciar a absorção por efeito da troca catiónica referida verificou-se ser aconselhável deixar a areia aderida à pele cerca de 15 minutos após o banho de areia, isto é, até que a pele fique seca. Só então é que a areia deve ser removida por meio de duche (fig. 4).

Os tratamentos com areia biogénica carbonatada podem ser mais eficientes em certas afecções do que os tratamentos com bentonite, quer devido à renovação contínua dos catiões de troca Sr, Ca e Mg durante os banhos de areia, quer devido à baixa difusão do calor e atenuação do calor, que constituem características específicas da areia biogénica carbonatada do Porto Santo.

BIBLIOGRAFIA

- GOMES, C. & SILVA, J. (1996) – Estudo das propriedades físicas e químicas da areia da praia da ilha do Porto Santo tendo em consideração o seu uso para fins terapêuticos. Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, Relatório Interno, 31p.
- GOMES, C. & SILVA, J. (1999) – Therapeutic assets of the beach sand of Porto Santo island. Saber Soft, Madeira News Magazine. O Liberal- Empresa de Artes Gráficas, Lda., Câmara de Lobos, Região Autónoma da Madeira, Ano I, n.º 0, May 99.

GOMES, C. & SILVA, J. (2001) – Beach Sand and Bentonite of Porto Santo island: Potentialities for Applications in Geomedicine/Areia de Praia e Bentonite da Ilha do Porto Santo: Potencialidades para Aplicações em Geomedicina. C. Gomes and J. Silva (eds), O Liberal, Empresa de Artes Gráficas, Câmara de Lobos, Madeira, 60p.