

2.1 Catálogo Comportamental de *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818) (Gastropoda; Planorbidae), Caramujo Vetor da Esquistossomose

Embora o controle da transmissão da esquistossomose, através do combate aos moluscos vetores, freqüentemente empregue métodos eficazes, alguns caramujos conseguem sobreviver e repovoar os criadouros tratados ou manipulados, devido a manifestação de alguns comportamentos denominados de proteção. Estes comportamentos podem favorecer a sobrevivência de poucos exemplares sob condições adversas do meio, devido a causas naturais (chuvas, mudanças de temperatura, superpopulação) ou artificiais (resposta a medidas de controle). Com o posterior retorno às condições normais, os caramujos sobreviventes repovoam os criadouros em pouco tempo. Como exemplo destes comportamentos podemos citar: retração da massa cefalopodal na concha, saída da água, entrada em buracos em respostas a dosagens subletais de moluscicidas (Pieri & Jurberg, 1981a; Jurberg, 1987). Considerando que as campanhas contra os caramujos não levam em conta estes comportamentos, podemos presumir que o repovoamento dos locais tratados se dá por exemplares que escapam à ação direta dos agentes empregados (Jurberg, 1987, 1990); e por se tratar de animais prolíferos, hermafroditas e capazes de autofecundarem-se, conseguem reconstituir as populações rapidamente (Paraense, 1955).

O estudo comportamental de *Biomphalaria glabrata*, embora recomendado (WHO, 1965; Ritchie, 1973) não tem sido realizado de maneira condizente com a sua importância. Permanece uma série lacuna no que diz respeito à uniformização dos estudos nesta área. Por esta razão, elaboramos um catálogo comportamental dessa espécie, que, provavelmente, poderá ser usado também para outras espécies do gênero *Biomphalaria*, tendo em vista que generalizações deste tipo já foram realizadas, com sucesso, em estudos com moluscos dos gêneros *Strombus* e *Lambis* (Berg Jr., 1974) e do gênero *Aplysia* (Leonard & Lukowiak, 1986).

Para maior compreensão, dividimos este capítulo em tópicos, onde foram descritos qualitativamente alguns comportamentos, relacionando-os com as possíveis causas ou situações nas quais ocorrerem.

I. OBSERVAÇÃO E REGISTRO DO COMPORTAMENTO

II. CONCEITOS E DESCRIÇÕES REFERENCIAIS

- II.1 - Descrição da concha e da massa cefalopodal de *Biomphalaria glabrata*.
- II.2 - Descrição do colo como local de referência de movimentos da concha.
- II.3 - Descrição dos planos medianos da concha e da massa cefalopodal.

III. REPERTÓRIO COMPORTAMENTAL DE *Biomphalaria glabrata*

- III.1 - Movimentos da concha em relação a massa cefalopodal.
- III.2 - Posturas da concha em relação a massa cefalopodal.
- III.3 - Movimentos e posturas da massa cefalopodal.
- III.4 - Deformações posturais da massa cefalopodal.
- III.5 - Tipos de deslocamentos.
- III.6 - Posturas e movimentos de partes do corpo.

I. OBSERVAÇÃO E REGISTRO DO COMPORTAMENTO

O estudo do comportamento de *Biomphalaria glabrata* foi baseado, principalmente, em observações diretas e indiretas (registradas por fotografias, fotocinematografia com lapso de tempo e videoteipe), realizadas em nosso laboratório e complementadas com dados de campo (Jurberg et al., 1980, 1982, 1985, 1987a, 1988a, 1988b, 1988c; Pieri et al., 1980a, 1980b; Pieri & Jurberg, 1981b; Schall et al., 1985). As descrições de alguns comportamentos baseiam-se em trabalhos de outros autores. Assim, o comportamento denominado de *distress syndrome* foi baseado na descrição de Harry & Aldrich (1963). As descrições da disposição espacial da concha e do tamanho da massa cefalopodal exposta foram baseadas nos trabalhos de Pimentel-Souza et al. (1976a, 1976b).

Os métodos e técnicas empregados na elaboração deste catálogo estão detalhadamente expostos no capítulo anterior a este, por Jurberg, Cunha & Rodrigues (1990).

Para as descrições, consideramos o observador de frente para o aquário; o caramujo, por sua vez, podia estar localizado em qualquer parte do aquário, proporcionando ao observador uma visão de todas as suas posições. Essas diferentes

vistas foram registradas, através de desenhos baseados em fotos de caramujos no aquário e de um modelo de caramujo que era constituído de uma concha verdadeira, e a massa cefalopodal moldada em massa plástica flexível. Uma concha foi cortada em um plano mediano para facilitar a confecção do seu desenho, segundo método desenvolvido por Jurberg & Barth (1965). As diversas posturas da concha em relação a massa cefalopodal foram representadas, através de planos em sistema de coordenadas cartesianas (Bezerra, 1974).

Todos os desenhos são semi-esquemáticos e obedeceram a uma escala de 1:1, 2:1 ou 3:1, indicada em cada desenho. Adotamos este critério, tendo em vista que cada desenho representa uma amostra de um determinado comportamento, apresentada por inúmeros exemplares.

II. CONCEITOS E DESCRIÇÕES REFERENCIAIS

Neste capítulo, convencionamos que o comportamento é qualquer atividade de partes do animal ou do animal como um todo. As atividades foram divididas e descritas da seguinte maneira: (a) postura – disposição espacial estacionária de partes articuladas do organismo, uma em relação à outra tomada como referência; (b) movimento – mudança de posição espacial de uma ou mais partes do organismo, em relação a outras tomadas como referência (Cunha, 1974; 1975); (c) deslocamento – convencionamos que é a mudança de posição espacial do animal como um todo, em relação ao observador.

Para catalogarmos o repertório comportamental de *Biomphalaria glabrata*, tomamos como base: (1) – descrição da concha e da massa cefalopodal; (2) – descrição do colo como local de referência de movimentos da concha; (3) – descrição dos planos medianos da concha e da massa cefalopodal respectivamente.

II. 1 – Descrição da concha e da massa cefalopodal de

Biomphalaria glabrata

Para perfeita compreensão dos comportamentos, é necessário uma descrição pormenorizada dos componentes morfológicos (concha e massa cefalopodal). Para este trabalho, adotamos descrições baseadas nos trabalhos de Key (1956) e Paraense (1972).

Concha – A concha dos planorbídeos possui o formato de um disco bicôncavo plano-espiral e é definida por um cone enrolado em um mesmo plano, ao redor do seu próprio ápice, cujos giros aumentam em diâmetro do centro para a periferia (Figura 1). Do ápice (umbigo) para a base (abertura) da concha, o último giro (giro

corporal) é mais volumoso e apresenta uma abertura arredondada, cujo contorno (peristoma) é muito delgado e cortante, representando a última lâmina adicionada durante o crescimento contínuo da concha. O peristoma tem um lábio direito e um esquerdo, entre os quais se estende, sobre a parede do penúltimo giro, uma lâmina calcárea (calo). Considera-se o lado direito da concha, a face do ápice e o lado esquerdo a face do umbigo (Figura 2).

FIGURA 1: Concha de *Biomphalaria glabrata* em um plano horizontal (ph), com seus giros crescendo em diâmetro no sentido horário em torno do eixo "y"

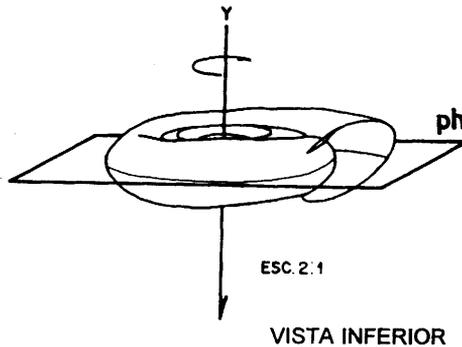
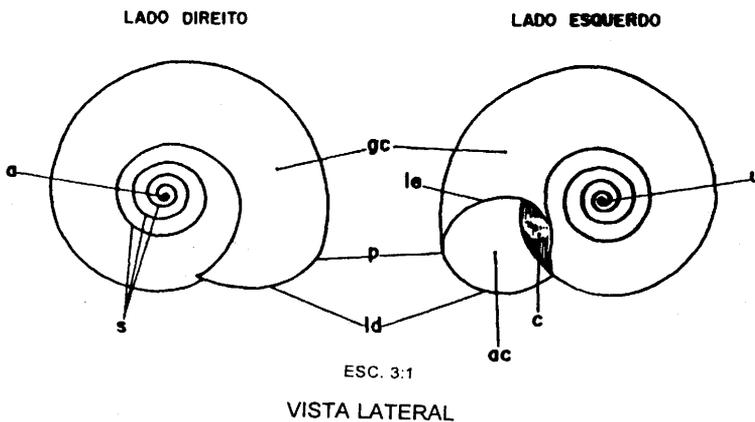


FIGURA 2: Morfologia externa da concha de *Biomphalaria glabrata*: ápice (a); umbigo (u); abertura da concha (ac); giro corporal (gc); peristoma (p); lábio direito (ld); lábio esquerdo (le); calo (c); suturas (s)



Massa Cefalopodal - Divide-se em cabeça e pé. Da parte posterior da cabeça, projetam-se dois tentáculos filiformes, cilíndricos e extensíveis. Os dois olhos estão encravados medialmente, junto às bases dos tentáculos. Na parte anterior da cabeça, entre os tentáculos, situa-se a mufla, que projeta para adiante dois palpos labiais, separados por uma chanfradura medial.

O pé é ablongo e tem a extremidade anterior arredondada nos cantos. A extremidade posterior é mais estreita e de contorno ogival. Sua superfície ventral (sola) é perfeitamente lisa e revestida de cílios.

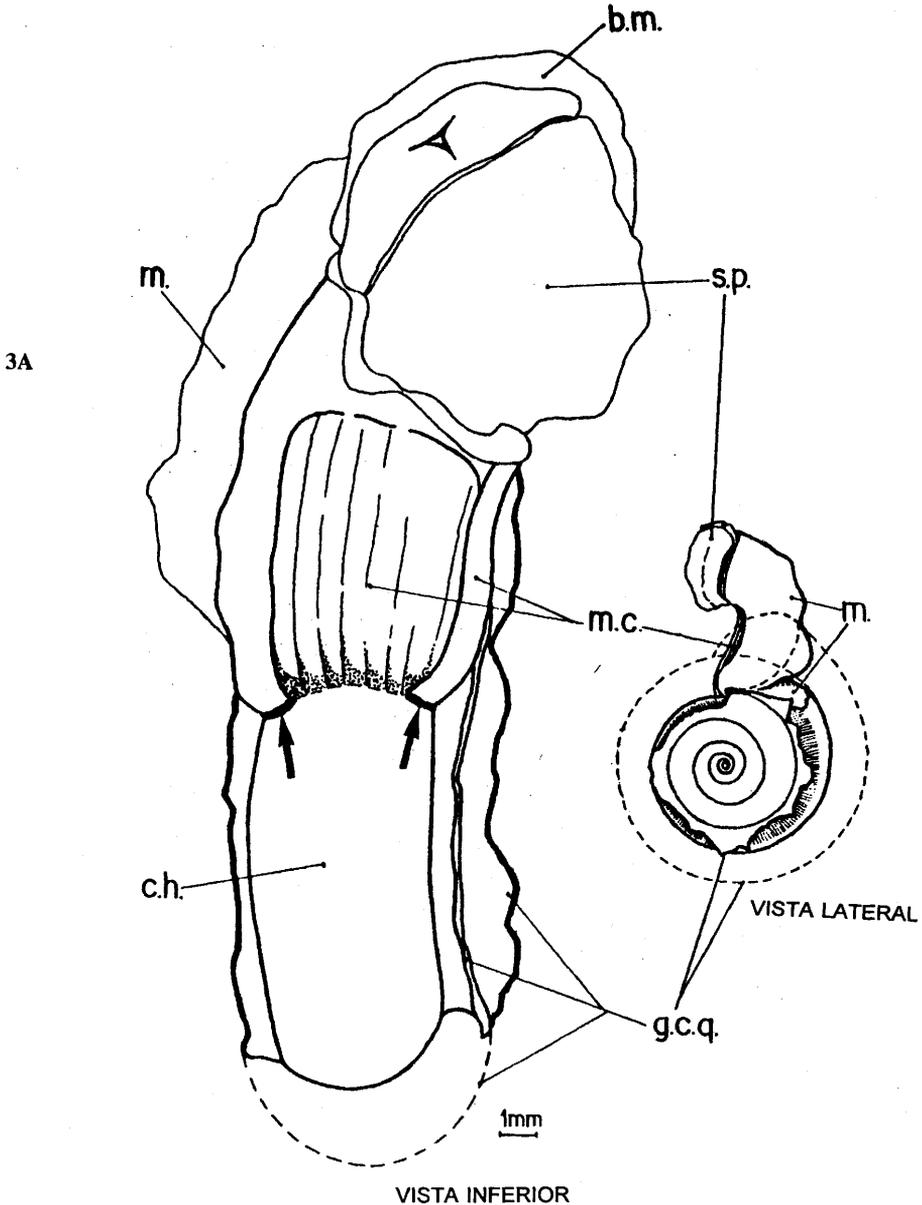
Pela abertura da concha passa o colo, que pode ficar exposto, e onde se desembocam os aparelhos respiratório, digestivo e reprodutor (do lado esquerdo do animal). Faz a ligação entre a massa cefalopodal e a massa visceral, que é revestida pelo manto, que fica inclusa na concha (Paraense, 1972).

No fundo da cavidade hipopeplar ou palial, o tegumento do manto continua com o tegumento do colo, mas esse prosseguimento é interrompido sobre o lado esquerdo do animal, numa larga fenda, que comunica a cavidade do manto com o meio externo. As bordas dessa fenda estão diferenciadas em duas estruturas: o pneumóstoma e a pseudobrânquia, que são considerados dependências do manto, mas que se inserem realmente na margem interna ou medial da fenda e permanecem aderidos ao colo quando o manto é destacado (Figuras 3 e 4).

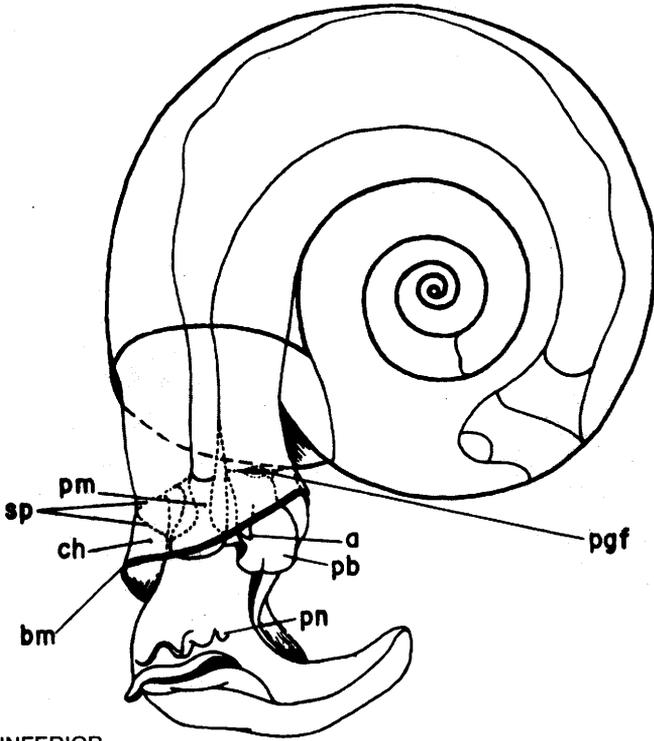
II. 2 - Descrição do colo como local de referência de movimentos da concha

De acordo com Cunha (1976), os movimentos podem ser explicados como mudanças de posição de uma estrutura ou sua parte com referência ao *locus* de origem dessa mudança: um ponto de articulação, um conjunto de fibras, etc., mas, sempre, um ponto, eixo ou região por onde se transmitem forças reais, dentro do organismo. Baseado nesta explicação, convencionamos que, no caso de *Biomphalaria glabrata*, as descrições dos movimentos de rotação e inclinação da concha, tomariam como referencial o colo (Figura 5).

FIGURA 3: Morfologia externa da massa cefalopodal de *Biomphalaria glabrata*: cabeça (ca); borda o manto (bm); tentáculos (t); cavidade hipopeplar (ch); mufla (m); septo (sp); chanfradura medial (cm); poro genital feminino (pgf); colo (cl); pênis (pn); pé (p); pseudobrânquias (pb); olhos (o); ânus (a); palpos labiais (pl); pneumóstoma (pm); sola (so)

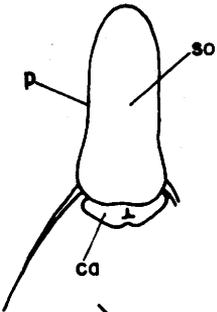


3B



VISTA INFERIOR

ESC. 2:1

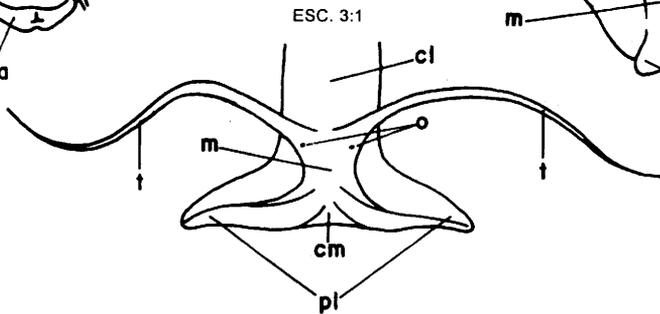


VISTA LATERAL

ESC. 3:1

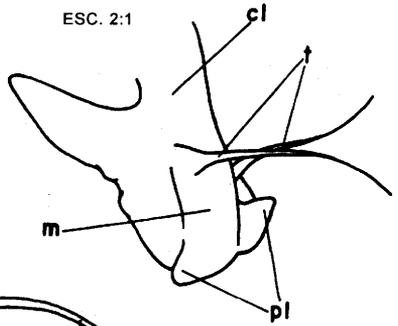
VISTA FRONTAL

ESC. 3:1



VISTA LATERAL

ESC. 2:1



TÓPICOS EM MALACOLOGIA MÉDICA

FIGURA 4: Morfologia externa e interna das partes moles, com detalhe da abertura do pneumóstoma: massa visceral (mv); septo (sp); massa cefalopodal (mc); pneumóstoma fechado (pmf); manto (palio) (ma); pneumóstoma aberto (pma); cavidade pulmonar (cp); cavidade hipoepelar (ch); coração (co); borda do manto (bm); colo (cl)

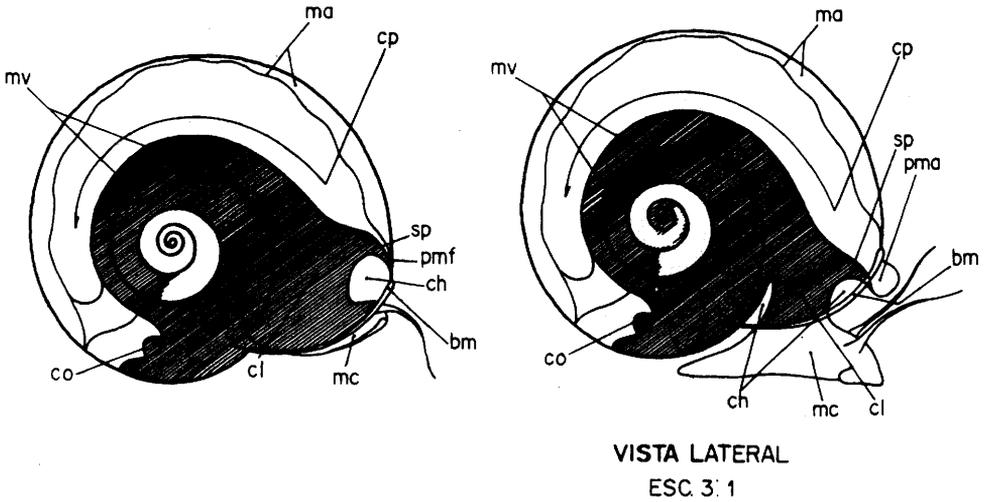


FIGURA 5: O colo (seta indicadora) como local de referência de movimentos da concha em relação à massa cefalopodal

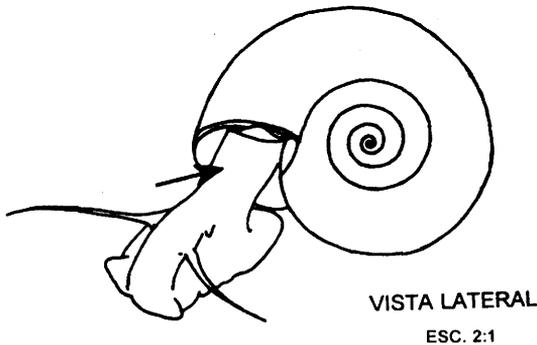
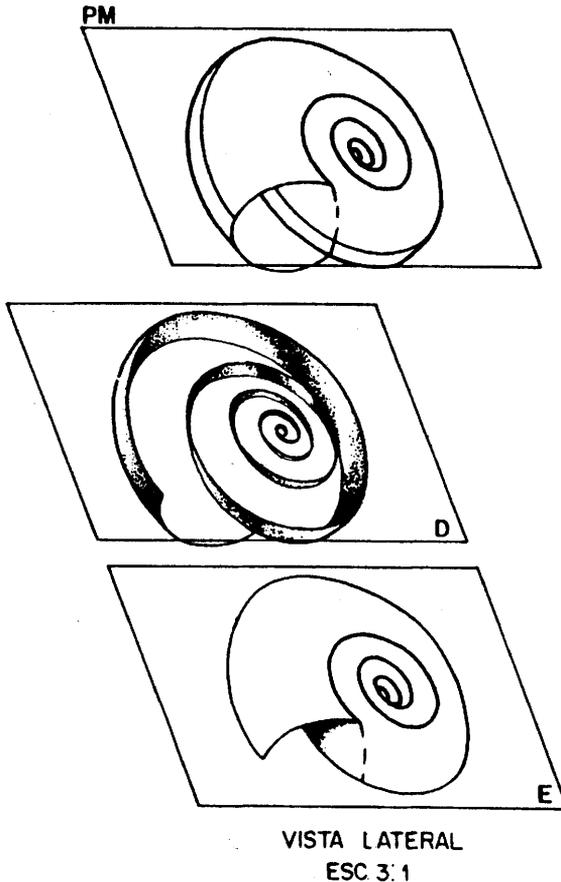


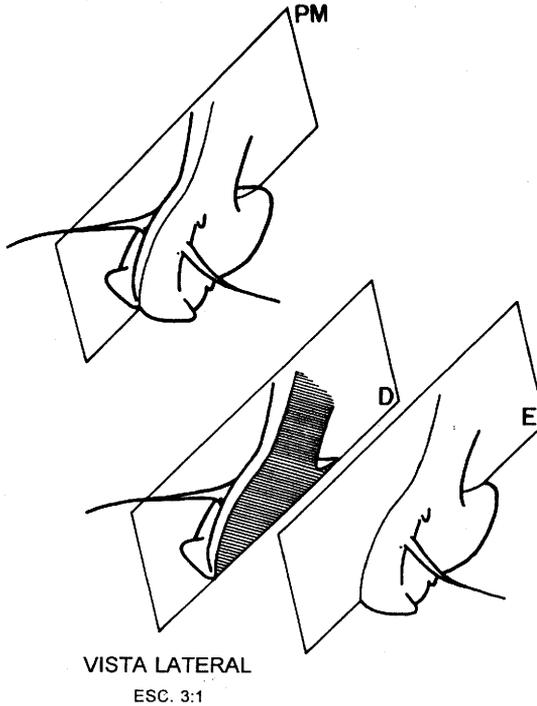
FIGURA 6: Plano mediano (PM) seccionando a concha de *Biomphalaria glabrata* e dividindo-a em duas partes: direita (D) (esquerda do observador) e esquerda (E) (direita do observador)



II. 3 - Descrição dos planos medianos da concha e da massa cefalopodal

O plano mediano divide o caramujo (concha e massa cefalopodal) em metades direita e esquerda: o plano mediano corta a concha longitudinalmente, passando pela abertura, umbigo e parte posterior do giro externo (Figura 6). Este mesmo plano corta a massa cefalopodal longitudinalmente, passando pela mufla entre os tentáculos, pelo colo e pela extremidade posterior do pé (Figura 7).

FIGURA 7: Plano mediano (PM) seccionando a massa cefalopodal de *Biomphalaria glabrata* e dividindo-a em duas partes: direita (D) (esquerda do observador) e esquerda (E) (direita do observador)



III - REPERTÓRIO COMPORTAMENTAL DE *Biomphalaria glabrata*

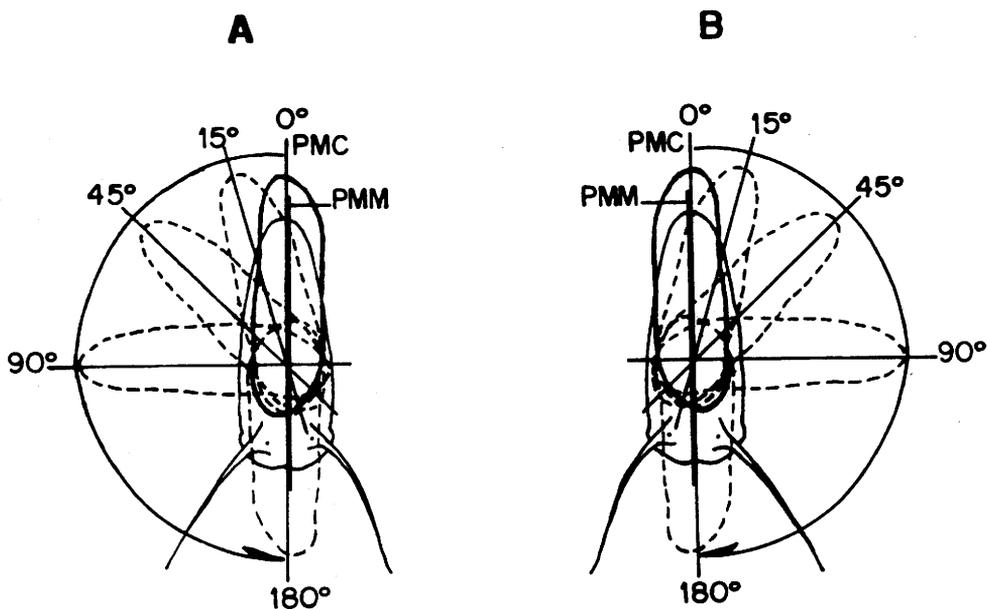
III. 1 - Movimentos da cocha em relação à massa cefalopodal

A - ROTAÇÃO DA CONCHA

Este movimento é caracterizado pela rotação da concha para os lados esquerdo ou direito da massa cefalopodal, tendo o colo como local de referência.

Utilizamos, como referência inicial de postura, a superposição dos planos medianos da massa e da concha, alinhados longitudinalmente. O plano mediano da concha movimenta-se tanto para a esquerda como para a direita, em relação ao plano mediano da massa cefalopodal (que permanece fixo), produzindo, o primeiro, um movimento giratório, que pode formar vários ângulos em relação ao segundo (Figura 8).

FIGURA 8: Rotação da concha - Movimento giratório tanto para a esquerda (A), quanto para a direita (B) do observador. Ângulos de: 0°, 15°, 45°, 90° e 180°. PMC - plano mediano da concha; PMM - plano mediano da massa cefalopodal



VISTA SUPERIOR

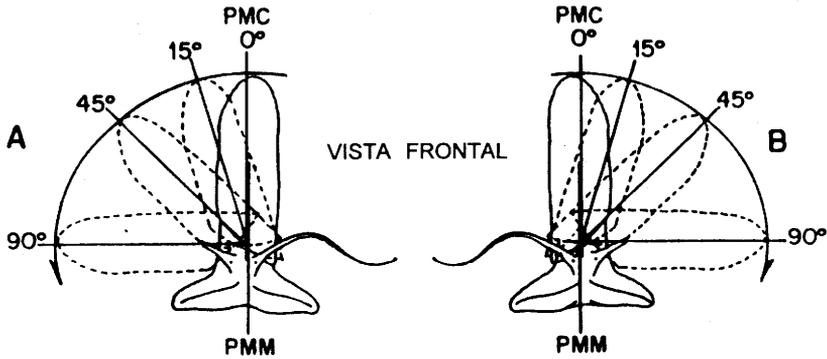
ESC. 1.1

B - INCLINAÇÃO DA CONCHA

Este movimento é caracterizado pela inclinação da concha para os lados esquerdo ou direito da massa cefalopodal, tendo o colo como local de referência.

Utilizamos como referência inicial de postura, a superposição dos planos medianos da massa e da concha, alinhados longitudinalmente. O plano mediano da concha se movimenta, tanto para a esquerda, quanto para a direita, em relação ao plano mediano da massa cefalopodal (que permanece fixo), produzindo o primeiro um movimento oblíquo, que pode formar vários ângulos em relação ao último (Figura 9).

FIGURA 9: Inclinação da concha - Movimento oblíquo tanto para a esquerda (A), como para a direita (B) do observador. Ângulos de: 0°, 15°, 45°, e 90°. PMC - plano mediano da concha; PMM- plano mediano da massa cefalopodal



III. 2 - Posturas da concha em relação à massa cefalopodal

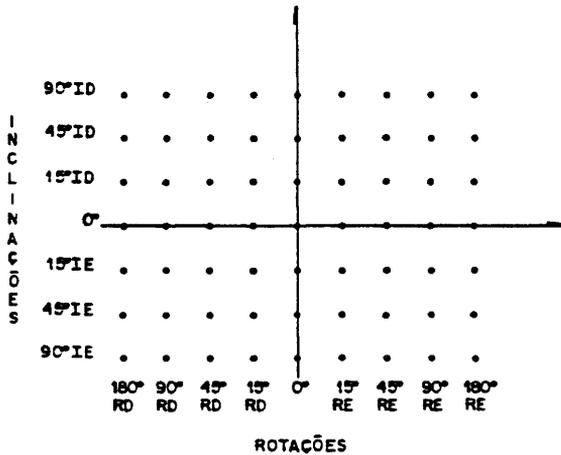
Todas as posturas que definem o posicionamento da concha de *Biomphalaria glabrata* em relação à sua massa cefalopodal foram estabelecidas, através de seus respectivos planos medianos, fazendo-se todas as combinações possíveis entre os ângulos de rotação (180°, 90°, 45° e 15°) e os ângulos de inclinação (90°, 45° e 15°) para ambos os lados do caramujo, sendo que o ângulo de zero grau foi considerado quando os planos medianos da concha e da massa cefalopodal se sobrepunham (concha erecta). Essas posturas foram plotadas em um sistema de coordenadas cartesianas (Bezerra, 1974), sendo cada uma delas identificada pela combinação de um ângulo "X" de rotação (R) e um ângulo "Y" de inclinação (I), ou seja, um par ordenado $(X, Y) = (R, I)$. Com este procedimento, conseguimos identificar 63 pares ordenados que representam 63 posturas (Figura 10). Representamos os principais ângulos, porém, consideramos que nas observações é possível a ocorrência dos ângulos intermediários, sendo que, neste caso, os ângulos foram referidos como o mais próximo.

Alguns autores já realizaram trabalhos nesta área. Pimentel-Souza et al. (1976a) descreveram a disposição espacial da concha de *Biomphalaria glabrata* em relação à sua massa cefalopodal, considerando os seus respectivos planos medianos. Estabeleceram um produto matricial com 42 posturas representadas, formadas pelas diversas combinações dos ângulos de desvio (90°, 45°, 15° e 10°) e ângulos de inclinação (90°, 45° e 15°) para ambos os lados do caramujo. Além disso, eles definiram como "sem postura" quando a massa cefalopodal encontrava-se retraída

na concha. Esses autores correlacionaram estes comportamentos com a luminosidade e alimentação.

Das 63 posturas representadas por nós, apenas quatro foram descritas e denominadas por serem as mais freqüentes, sendo que uma delas (concha invertida) foi considerada uma exceção entre todas, pelo motivo que será exposto a seguir em sua descrição.

FIGURA 10: Sistema de coordenadas cartesianas, apresentando as possíveis posturas de conchas pela combinação de ângulo de rotação e inclinação (pares ordenados)



(NBORD,90ID)	(90RD,90ID)	(45RD,90ID)	(15RD,90ID)	(0,90ID)	(15RE,90ID)	(45RE,90ID)	(90RE,90ID)	(NBORE,90ID)
(NBORD,45ID)	(90RD,45ID)	(45RD,45ID)	(15RD,45ID)	(0,45ID)	(15RE,45ID)	(45RE,45ID)	(90RE,45ID)	(NBORE,45ID)
(NBORD,15ID)	(90RD,15ID)	(45RD,15ID)	(15RD,15ID)	(0,15ID)	(15RE,15ID)	(45RE,15ID)	(90RE,15ID)	(NBORE,15ID)
(NBORD,0)	(90RD,0)	(45RD,0)	(15RD,0)	(0,0ID)	(15RE,0)	(45RE,0)	(90RE,0)	(NBORE,0)
(NBORD,15IE)	(90RD,15IE)	(45RD,15IE)	(15RD,15IE)	(0,15IE)	(15RE,15IE)	(45RE,15IE)	(90RE,15IE)	(NBORE,15IE)
(NBORD,45IE)	(90RD,45IE)	(45RD,45IE)	(15RD,45IE)	(0,45IE)	(15RE,45IE)	(45RE,45IE)	(90RE,45IE)	(NBORE,45IE)
(NBORD,90IE)	(90RD,90IE)	(45RD,90IE)	(15RD,90IE)	(0,90IE)	(15RE,90IE)	(45RE,90IE)	(90RE,90IE)	(NBORE,90IE)

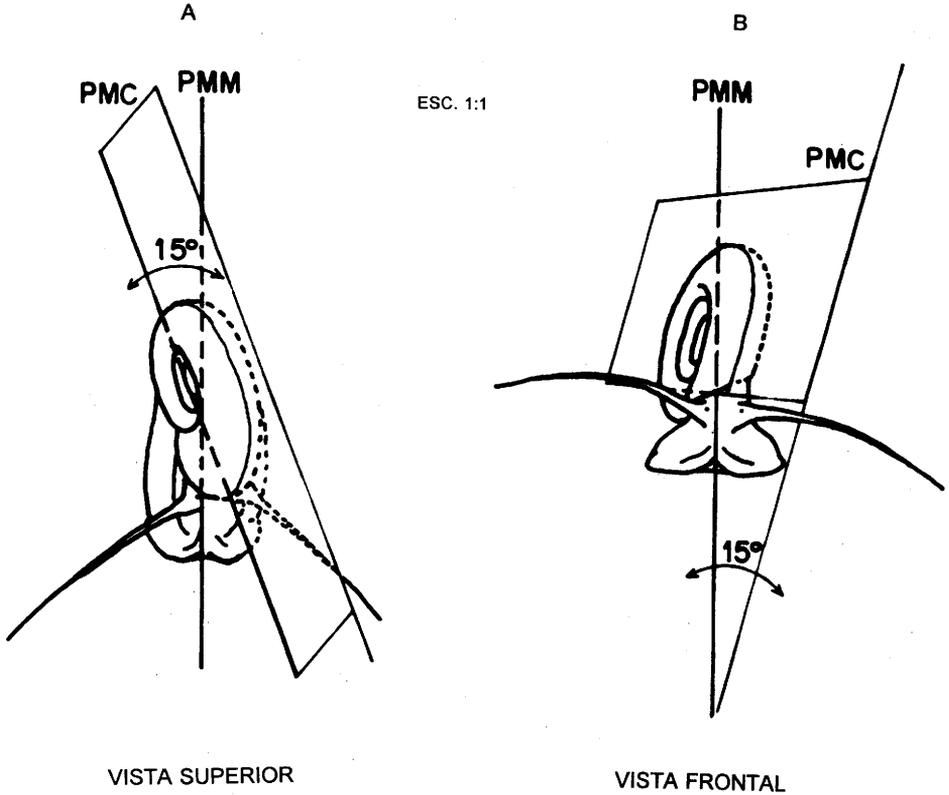
A – CONCHA NORMAL

Essa postura é o resultado final de uma rotação da concha para a esquerda seguida de uma inclinação para a direita em relação à massa cefalopodal.

O posicionamento do plano mediano da concha em relação ao plano mediano da massa cefalopodal é de 15 graus de rotação à esquerda e 15 graus de inclinação à direita.

No sistema de coordenadas cartesianas essa postura é representada pelos pares ordenados (15 RE, 15 ID) (Figura 11).

FIGURA 11: Concha normal. (A) rotação da concha para a esquerda do observador (ângulo de 15°); (B) inclinação da concha para a direita do observador (ângulo de 15°). PMC – plano mediano da concha; PMM – plano mediano da massa cefalopodal



Essa postura foi assim denominada por ser a mais freqüentemente observada em condições de laboratório. Pode ser observada no caramujo parado ou em deslocamento (deslizando) com o pé aderido ao vidro do aquário.

Paraense (1970) descreveu a concha de *Biomphalaria glabrata*, mencionando que o seu lado esquerdo possui uma concavidade denominada de umbigo. Isso, a seu ver, determinaria uma menor massa desse lado e, conseqüentemente, provocaria um giro da concha (rotação) para o lado direito. Considerou, ainda, que o fato dos sistemas respiratórios, reprodutor e digestivo desembocarem do lado esquerdo do corpo, próximo à abertura da concha, a mesma ficaria com menos apoio e tenderia a inclinar-se para esse lado, estabelecendo também um ângulo de inclinação.

Pimentel-Souza et al. (1976a) confirmaram que a concha de *Biomphalaria glabrata* apresenta-se mais desviada longitudinalmente para a direita (esquerda do observador) e mais inclinada verticalmente para a esquerda (direita do observador).

Verificamos que esta postura se deve a disposição espacial das três câmaras que compõem a cavidade do manto. A concha tende a ter um peso maior no lado esquerdo do caramujo, onde estão situadas as duas câmaras de água, do que no lado direito onde está situada a câmara que contém ar (Jurberg, 1992).

B – CONCHA PENDENTE

Esta postura resulta da rotação da concha para a esquerda seguida de uma inclinação para a parte posterior da massa cefalopodal, ficando quase paralela ao substrato.

O posicionamento do plano mediano da concha em relação ao plano mediano da massa cefalopodal é de 45 a 90 graus de rotação à esquerda e 90 graus de inclinação à direita.

No sistema de coordenadas cartesianas essa postura é representada pelos pares ordenados (45 RE, 90 ID) ou (90 RE, 90 ID) Figura 12.

Pimentel-Souza et al. (1976a), embora tenham identificado essa postura em um produto matricial, não as descreveram, apenas correlacionaram essa e as demais posturas à hora do dia, à luminosidade e à temperatura.

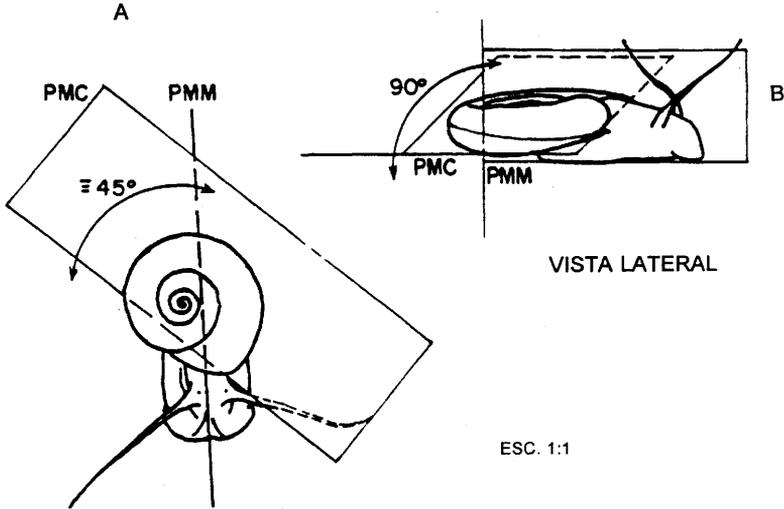
Em nossa opinião, a ocorrência dessa postura deve-se ao preenchimento total da cavidade do manto pela água. Tivemos oportunidade de verificar este fato em caramujos submetidos a mudanças bruscas de pressão (Jurberg et al., 1987b), e quando impedidos de irem à superfície por mais de 24 horas (Jurberg et al., 1982).

C – CONCHA ERETA

Esta postura é caracterizada pela concha alinhada longitudinalmente em relação à massa cefalopodal.

O posicionamento do plano mediano da concha em relação ao plano mediano da massa cefalopodal é de zero grau, isto é, ambos os planos ficam simultaneamente paralelos e superpostos.

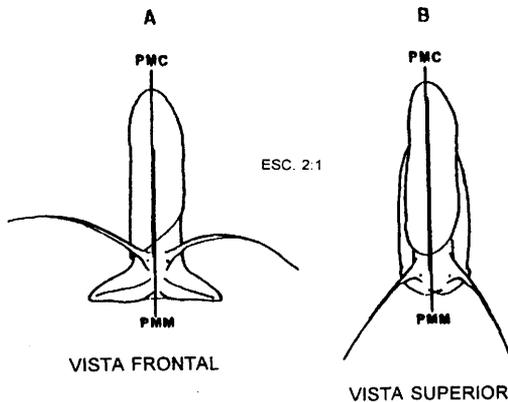
FIGURA 12: Concha pendente. (A) rotação da concha para a esquerda do observador (ângulo podendo variar entre 45° e 90°); (B) inclinação da concha para a direita do observador (ângulo de 90°). PMC – plano mediano da concha; PMM – plano mediano da massa cefalopodal



Nos sistemas de coordenadas cartesianas essa postura é representada pelo par ordenado (O, R, O, I) (Figura 13).

É uma postura pouco freqüente de ser observada, por ser transição na seqüência de movimentos da concha, para a direita ou para a esquerda.

FIGURA 13: Concha ereta. (A) ausência de movimento de inclinação (ângulo de 0°); (B) ausência de movimento de rotação (ângulo de 0°). PMC – plano mediano da concha; PMM – plano mediano da massa cefalopodal



D - CONCHA INVERTIDA

Esta postura resulta da rotação da concha para a esquerda ou direita, ficando a mesma com sua parte posterior voltada para a parte anterior da massa cefalopodal, seguida de uma inclinação longitudinal para a parte posterior da massa cefalopodal.

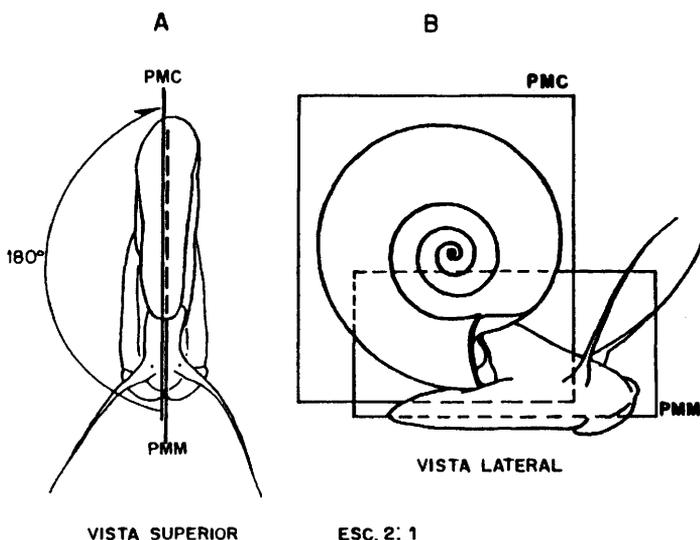
O posicionamento do plano mediano da concha em relação ao plano mediano da massa cefalopodal é de 180 graus de rotação à esquerda ou direita e 90 graus de inclinação longitudinal para a parte posterior.

No sistema de coordenadas cartesianas essa postura não está representada, por ser diferente das demais. A inclinação da concha, nesse caso, ocorre num sentido longitudinal, enquanto que nas outras o sentido da inclinação é lateral (Figura 14).

Incluimos esta postura, por ser a menos freqüente de ser observada, e por ser também a mais complexa.

Nas quatro posturas de concha descritas acima, a massa cefalopodal pode ficar semidistendida ou totalmente distendida, mas sempre aderida ao substrato.

FIGURA 14: Concha invertida. (A) rotação da concha para a esquerda do observador (Ângulo de 180°); (B) inclinação longitudinal da concha para a parte posterior da massa cefalopodal. PMC - Plano Mediano da concha; PMM - plano mediano da massa cefalopodal



III. 3 – Movimentos e posturas da massa cefalopodal

Os movimentos ocorrem pela exteriorização ou interiorização da massa cefalopodal em relação à concha (Figura 15).

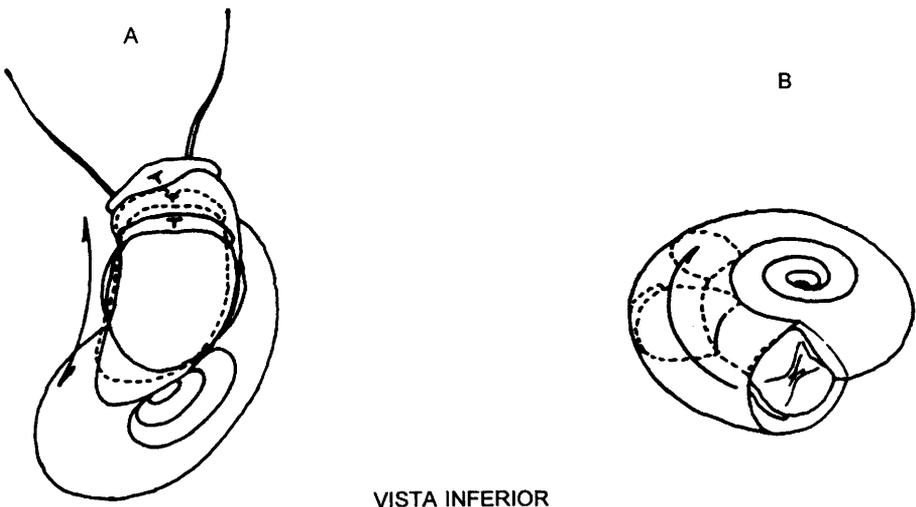
Pode haver também vários tipos de posturas: a) quando exteriorizada, a massa cefalopodal pode ficar total ou parcialmente distendida; b) quando interiorizada, ela pode ficar parcial ou totalmente retraída.

A retração da massa cefalopodal na concha pode ser quantitativa, descrita em função do giro corporal da concha. Por exemplo: 1/4 de giro ou 1/8 de giro, entretanto, preferimos não quantificar, tendo em vista que o critério quantitativo é mais fácil de ser evidenciado.

Pimentel-Souza et al. (1976b) descreveram o tamanho da massa cefalo-podal exposta, estabelecendo, para tanto, percentuais (100%,70%,30%,0%+ e 0-). Correlacionaram este comportamento com a temperatura e as variações circa-dianas.

Nós consideramos que a massa cefalopodal pode se apresentar total ou parcialmente distendida quando está para fora da concha, e total ou parcialmente retraída quando está para dentro, por ser mais fácil identificá-las que pelos percentuais apresentados por Pimentel-Souza et al. (1976b).

FIGURA 15: Movimentos da massa cefalopodal. (A) exteriorização da massa cefalopodal, com o pé aderido ao substrato (vidro do aquário); (B) interiorização da massa cefalopodal



ESC. 2:1

A- MASSA CEFALOPODAL TOTALMENTE DISTENDIDA

Esta postura é caracterizada pela completa distensão da massa, além da abertura da concha, ficando aderida ou não ao substrato (Figura 16).

FIGURA 16: Massa cefalopodal totalmente distendida



VISTA INFERIOR

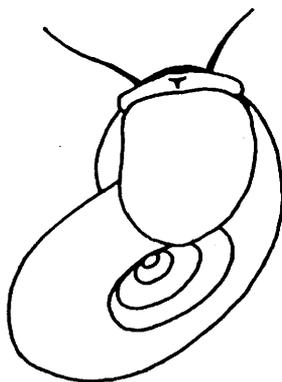
ESC. 3:1

B - MASSA CEFALOPODAL PARCIALMENTE DISTENDIDA

Esta postura é caracterizada pela semidistensão da massa, além da abertura da concha, estando aderida ou não ao substrato (Figura 17).

A distensão da massa cefalopodal ocorre tanto com o caramujo parado como se deslocando (arrastamento, deslizamento, descidas e subidas súbitas ou boiar).

FIGURA 17: Massa cefalopodal parcialmente distendida



VISTA INFERIOR

ESC. 3:1

Embora as modificações do volume da massa cefalopodal possam influenciar no peso específico do caramujo, facilitando os seus deslocamentos em diversos níveis de profundidade, tal fato não foi comprovado experimentalmente.

Embora as modificações do volume da massa cefalopodal possam influenciar no peso específico do caramujo, facilitando os seus deslocamentos em diversos níveis de profundidade, tal fato não foi comprovado experimentalmente.

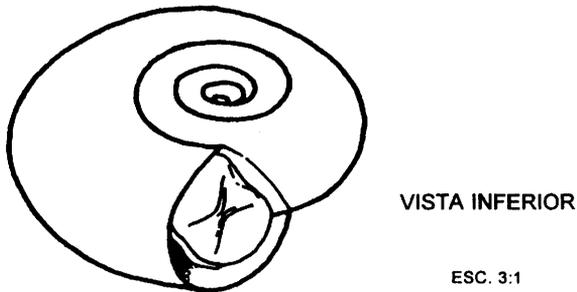
Pimentel-Souza et al. (1976b) relatam que a expansão da massa cefalopodal fora da concha foi mais freqüente do outono ou verão para o inverno, e foi correlacionada negativamente com a temperatura.

Nas duas posturas da massa cefalopodal descritas acima, a concha pode estar em qualquer posição.

C - MASSA CEFALOPODAL PARCIALMENTE RETRAÍDA

Nesta postura, a massa fica posicionada aproximadamente no limite da abertura da concha (Figura 18).

FIGURA 18: Massa cefalopodal parcialmente retraída



D - MASSA CEFALOPODAL TOTALMENTE RETRAÍDA

Nesta postura, a massa fica posicionada aproximadamente na metade do giro corporal da concha (Figura 19).

A retração na concha pode ser fora ou dentro da água, sendo uma resposta reflexa dos gastrópodes. Em *Biomphalaria glabrata* pode ser devido a mudanças ambientais, tais como a seca (Olivier & Barbosa, 1956), o que deve ser relacionado ao comportamento de proteção, pois evita a perda de água, como comprovaram Von Brandt et al. (1957). As vantagens e desvantagens da retração na concha foram discutidas por Dannemann & Pieri (1989).

Observa-se, também, a retração da massa cefalopodal, como resposta às substâncias tóxicas, dependendo da natureza e concentração desta última (Harry

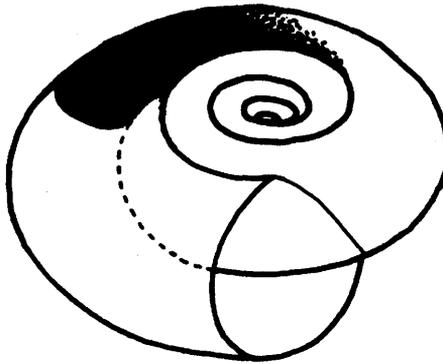
& Aldrich, 1963; Cheng & Sullivan, 1973a; 1973b), podendo ser, também nesse caso, considerado como comportamento de proteção, pois diminuiria a área de contato da massa cefalopodal do caramujo com a substância tóxica. Maiores detalhes sobre esse comportamento podem ser obtidos em Pieri & Jurberg (1981a).

III - Deformações posturais da massa cefalopodal

A massa cefalopodal, quando exteriorizada, pode sofrer deformações posturais, a saber:

FIGURA 19: Massa cefalopodal totalmente retraída

ESC. 3:1



VISTA INFERIOR

A - MASSA CEFALOPODAL CONTORCIDA

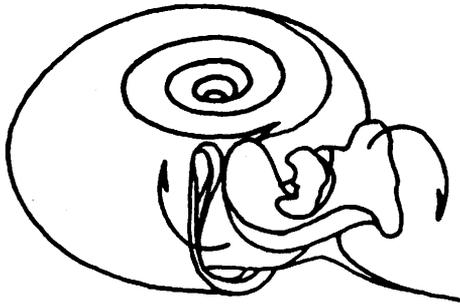
Esta postura se caracteriza pela torção das metades anterior e posterior da massa, uma em relação à outra, sem aderência do pé ao substrato (Figura 20).

B - MASSA CEFALOPODAL ARQUEADA CÔNCAVA

Esta postura se caracteriza por apresentar a massa curvada, com as suas extremidades voltadas em direção à concha, com ou sem aderência do pé ao substrato (Figura 21).

FIGURA 20: Massa cefalopodal contorcida (setas)

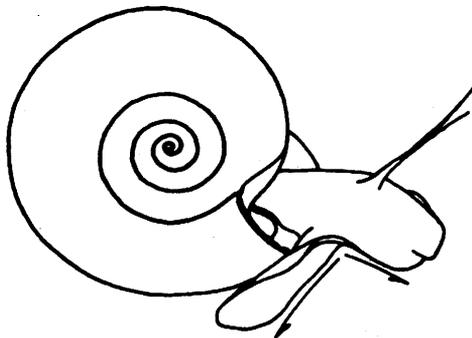
ESC. 3:1



VISTA INFERIOR

FIGURA 21: Massa cefalopodal arqueada côncava. As setas indicam a direção da curvatura

ESC. 3:1



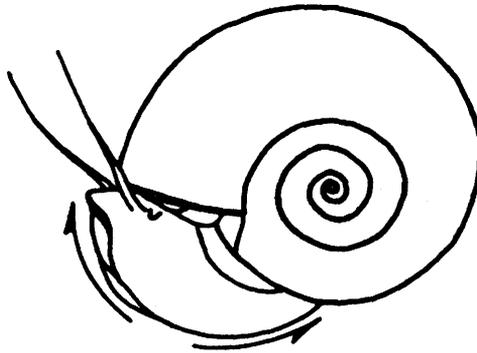
VISTA LATERAL

C – MASSA CEFALOPODAL ARQUEADA CONVEXA

Esta postura se caracteriza pela curvatura da massa, com as suas extremidades voltadas em direção oposta à concha, com ou sem aderência da sola ao substrato (Figura 22).

FIGURA 22: Massa cefalopodal arqueada convexa. As setas indicam a direção da curvatura

ESC. 3:1



VISTA LATERAL

D – MASSA CEFALOPODAL PREGUEADA

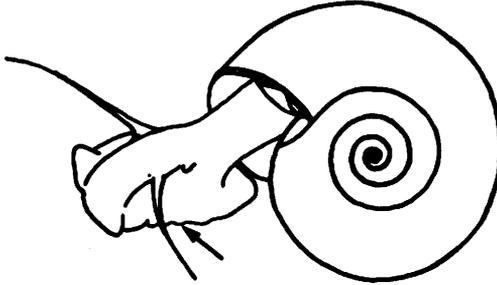
Esta postura se caracteriza pelas bordas da sola do pé enrugadas, com formação de pequenas ondulações com ou sem aderência da sola ao mesmo (Figura 23).

Em observações não-sistemáticas, foram verificadas as posturas: Massa Cefalopodal Contorcida, Arqueada e Pregueada. Esses comportamentos podem ocorrer durante os deslocamentos do caramujo em condições normais, com o pé aderido ou não ao vidro do aquário ou, ainda, quando submetidos à ação de moluscicidas. Na *Distress Syndrome*, a massa cefalopodal apresenta-se com todas estas posturas.

Nas quatro últimas posturas da massa cefalopodal descritas acima, a concha pode ficar em qualquer posição.

FIGURA 23: Massa cefalopodal pregueada. A seta destaca o pregueamento da borda da sola

ESC. 3:1



VISTA LATERAL

III. 5 – Tipos de deslocamentos

Os caramujos podem se deslocar ativamente através de comportamentos denominados deslizar e arrastar – estes dois comportamentos caracterizam-se por ter o pé em contato com o substrato – e o deslizar pode ocorrer na película da água. Quando o pé não está em contato com o substrato temos dois outros deslocamentos passivos que denominamos descida súbita e subida súbita, um outro deslocamento passivo devido a correntes da água foi denominado boiar. A ausência de deslocamentos caracteriza a categoria denominada parar, outro comportamento aqui descrito é a saída da água.

A possibilidade de os moluscos pulmonados controlarem o seu peso específico e, conseqüentemente, sua flutuabilidade através da quantidade de ar contido na cavidade pulmonar ou pela modificação do volume da sua massa cefalopodal, foi postulado por Cheatum (1934) para diversos moluscos, inclusive os da família Planorbidae (*Helisoma antrosum percarinatum*, *Helisoma campanulatum smithi* e *Helisoma trivolvis*).

Henderson (1963) demonstrou em *Lymnaea stagnalis* e *Planorbarius corneus*, que esses caramujos aumentam o seu peso específico pela diminuição do volume gasoso, devido ao tempo de submersão, não tendo encontrado evidências da entrada de água na cavidade pulmonar.

Sullivan & Cheng (1974) postularam a entrada de água na cavidade pulmonar, o que foi posteriormente demonstrado por Jurberg et al. (1987b), que observaram a entrada de água na cavidade pulmonar de *Biomphalaria glabrata* submetida a

variações bruscas de pressão hidrostática, ocasionando a alteração do peso específico da concha.

Considerando o caramujo como um sistema que possui massa cefalopodal passível de modificações no seu volume, e uma cavidade pulmonar, onde pode ocorrer a entrada e saída de ar e de água, é possível tentar explicar os deslocamentos, como veremos mais adiante junto com as descrições.

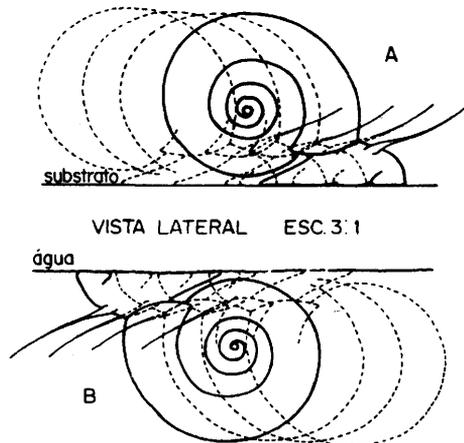
A- DESLIZAR

Neste tipo de deslocamento, o caramujo move o conjunto massa cefalopodal/concha de maneira uniforme, sincronizada e simultânea em relação ao observador (Figura 24A). Eventualmente, o caramujo pode deslizar sob a película da água (Figura 24B).

Neste tipo de deslocamento, o caramujo é capaz de compensar o seu peso específico, podendo ser devido à presença de ar na cavidade pulmonar, o que determinaria a postura de concha normal. A compensação do seu peso específico permite um deslocamento suave, que denominamos de deslizar, pois a concha segue sem aparente esforço a massa cefalopodal.

Townsend (1974) denominou este comportamento de arrastar (*to crawl*, em inglês). Entretanto, preferimos denominá-lo deslizar (*to slide*, em inglês), pelo motivo acima exposto. Reservamos o termo arrastar, para denominar outro tipo de deslocamento, como veremos a seguir, que possui características adequadas que o termo evoca. Este tipo de comportamento ocorre tanto para subir, quanto para descer até 1m de profundidade.

FIGURA 24: (A) deslizando no substrato; (B) deslizando sob a película da água



B - ARRASTAR

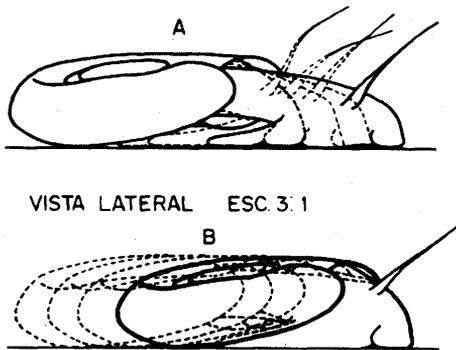
Neste tipo de deslocamento, o caramujo move as partes do conjunto massa cefalopodal e concha, independentemente e alternadamente, em relação ao observador. Primeiro a massa cefalopodal move-se para adiante, deixando o colo exposto (Figura 25A); em seguida, a concha é puxada para frente, voltando a encobrir o colo (Figura 25B). Este tipo de comportamento ocorre mais freqüentemente para subir.

Este tipo de deslocamento poderia ocorrer pelo aumento do peso específico do caramujo, devido à saída de ar, consumo de oxigênio pulmonar com difusão de CO_2 na água, ou entrada de água na cavidade pulmonar, o que acarretaria também a postura de concha pendente, comum a este movimento (Jurberg et al., 1987a).

Em ambos os deslocamentos analisados acima, a variação do volume da massa cefalopodal exteriorizada, poderá também influenciar no peso específico do animal.

Nos dois tipos de deslocamentos descritos acima, a massa cefalopodal fica totalmente distendida e aderida ao substrato, com a concha assumindo uma postura normal quando o caramujo desliza e pendente quando o caramujo se arrasta.

FIGURA 25: Arrastar. (A) 1 movimento; (B) 2 movimento

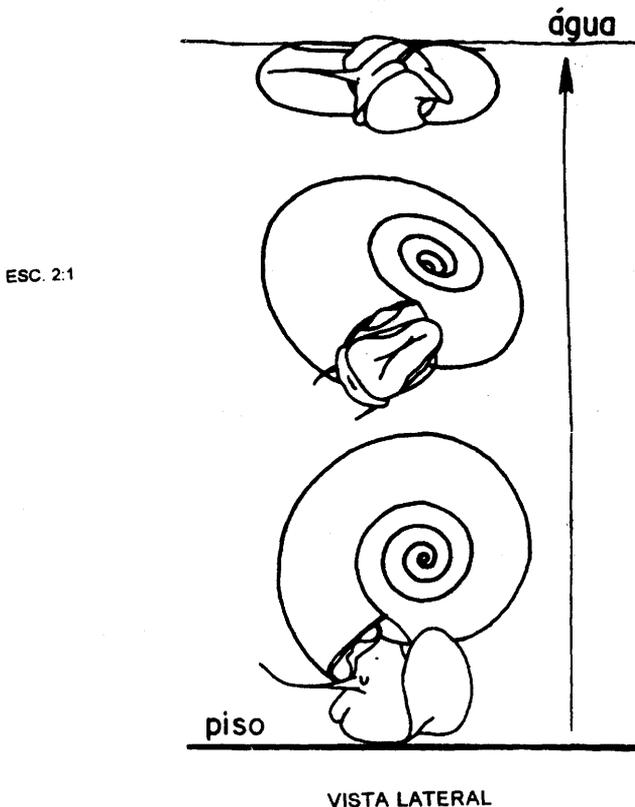


C - SUBIDA SÚBITA

Neste tipo de deslocamento, o caramujo se desloca repentina e verticalmente em meio à massa d'água, indo em direção à superfície (Figura 26).

A subida súbita pode ser explicada por duas suposições: (1) o caramujo desceria, deslizando pela parede do aquário, com a cavidade pulmonar cheia de ar (o que determina um peso específico menor que o da água); após um curto tempo de permanência no fundo, ele desprenderia a sola do pé do substrato e subiria; (2) estando o caramujo no fundo do aquário, ele distenderia totalmente sua massa cefalopodal, o que determinaria um aumento no seu volume corporal e, em contrapartida, diminuiria o seu peso específico em relação à água, em seguida, com o desprendimento da sola do pé do substrato, ele subiria. Temos que considerar que ambos os mecanismos não são excludentes, podendo funcionar concomitantemente.

FIGURA 26: Subida súbita



D - DESCIDA SÚBITA

Neste tipo de deslocamento, o caramujo se desloca repentina e verticalmente em meio à massa d'água, indo em direção ao fundo do aquário, podendo ou não ocorrer eliminação de bolhas de ar (Figura 27).

Este tipo de deslocamento poderá ocorrer devido a: (a) saída de bolhas de ar da cavidade pulmonar, conforme citou Rey (1956), causando o aumento do peso específico do caramujo; (b) contração da massa cefalopodal e/ou o consumo do oxigênio da cavidade pulmonar, em tal quantidade, que determinaria o aumento do peso específico e, conseqüentemente, provocaria a perda da flutuabilidade e neste caso não haveria necessidade de sair bolhas de ar. Não podemos descartar a possibilidade de entrada de água na cavidade, embora não tenha sido visualizada nas observações realizadas neste comportamento.

Antes da manifestação desses dois tipos de deslocamentos descritos acima, a massa cefalopodal perde a sua aderência ao substrato, permanecendo exteriorizada ou interiorizada na concha. Esta poderá, por sua vez, ficar com sua abertura voltada para baixo, no primeiro caso, ou, ainda, voltada para cima ou para baixo, no segundo caso. A descida súbita pode ocorrer quando o caramujo está boiando.

Comentários sobre os deslocamentos supracitados

Jurberg et al. (1987a) verificaram em uma coluna transparente de 8,40m que deslizar é o comportamento típico de deslocamentos em torno de 1m de profundidade, tanto para descer como para subir. O comportamento de arrastar foi típico dos caramujos que atingiram os níveis mais profundos desta coluna, sendo que a grande maioria das vezes, o comportamento ocorreu no sentido da superfície e com poucas exceções foi observado arrastar para baixo.

Townsend (1975), estudando em *Biomphalaria glabrata* a influência da privação alimentar em relação às subidas e descidas dos caramujos em recipientes com 20 cm de profundidade, com alimento no fundo, verificou que, no total de 420 descidas, 95,5% foram de deslizar para baixo (*crawling down*) aderido à parede do aquário e 4,5% por queda (*dropping*). Das 420 subidas, 73,3% foram por deslizar para cima (*crawling up*) e 26,7% por subida abrupta (*floating up*). Corr et al. (1984), em tubos de 15cm de altura, verificaram que 21% da locomoção era passivo (descidas e subidas súbitas).

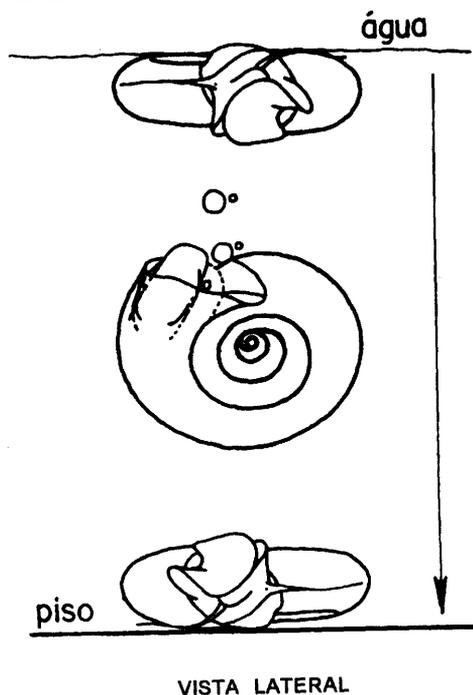
E - BOIAR

Este comportamento é arbitrariamente colocado entre os deslocamentos, o que pode ou não ocorrer, mas é sempre passivo, dependendo exclusivamente das correntes porventura existentes. Apresenta-se de três maneiras (Figura 28): a) com a concha paralelamente sob a película da água, com a abertura voltada para a esquerda ou direita; (b) com a concha perpendicularmente sob a película da água, com a abertura voltada para baixo; (c) com a concha perpendicularmente em meio à massa d'água, com a abertura voltada para baixo ou para cima.

Já a massa cefalopodal, nos três casos, pode ficar desde totalmente distendida até totalmente retraída, mas sem aderência ao substrato.

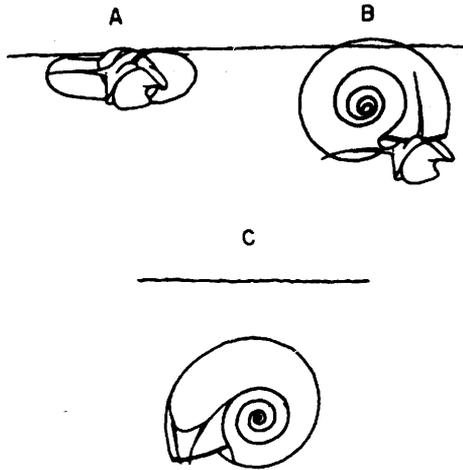
A possibilidade da *Biomphalaria glabrata* controlar o seu peso específico, através dos mecanismos já descritos acima, permite-lhe flutuar na superfície ou em qualquer profundidade. Nessas condições, o seu deslocamento é devido aos movimentos da água.

FIGURA 27: Descida súbita



ESC. 2:1

FIGURA 28: Boiar. (A) paralelamente sob a película da água; (B) perpendicular sob a película da água; (C) perpendicularmente em meio a massa d'água

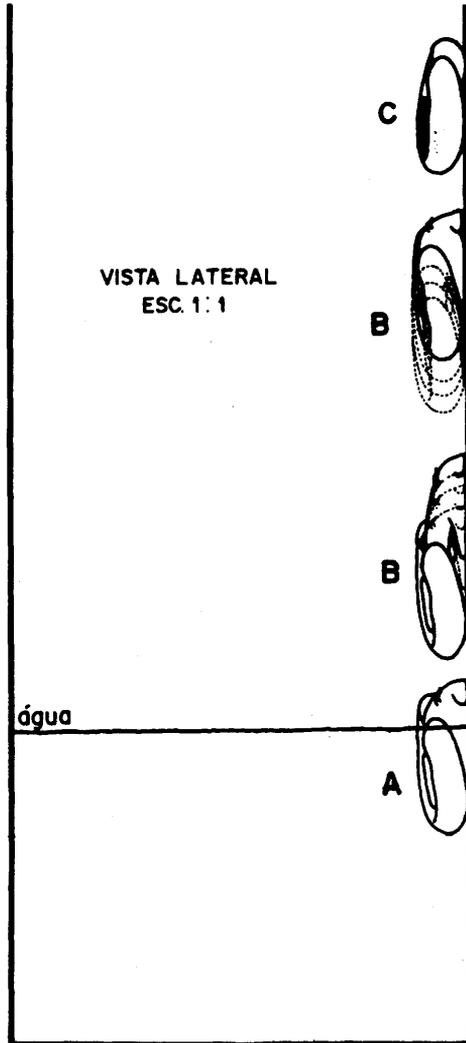


F - SAÍDA DA ÁGUA

Estando na superfície, o caramujo rompe a película da água, ficando com a parte anterior da massa e da concha em contato com o ar. A partir desse momento, a concha assume a postura Pendente. Através de rápidos movimentos de contração muscular de toda a massa cefalopodal e, simultaneamente, arrastando de forma brusca a concha atrás da cabeça, ele tenta transpor totalmente a película da água até sua saída completa. Nesse momento, por vezes o caramujo se desprende do substrato e cai novamente na água, tornando a subir à superfície, até conseguir sua total saída. Uma vez fora da água, o caramujo passa a deslocar-se por arrastamento. Outros comportamentos são também característicos desta fase, tais como: Concha Pendente, Massa Totalmente Exposta, Pseudobrânquia Retraída, Pneumóstoma Retraído e Tentáculos Retraídos. Ao chegar a uma determinada altura, em relação à superfície da água, o caramujo pára de se locomover e aí permanece aderido ao substrato. O que caracteriza esta última fase é a concha, que fica geralmente com sua face esquerda aderida ao vidro do aquário com a ajuda do muco, permitindo dessa forma ao caramujo permanecer fixo por longo tempo enquanto a massa cefalopodal se destaca do substrato e se retrai lentamente, até a sua Retração Total para dentro da concha. Raramente a concha fica perpendicularmente aderida pela abertura ao substrato. Algumas vezes o caramujo pode, ainda, retornar ao meio líquido (Figura 29).

CATÁLOGO COMPORTAMENTAL

FIGURA 29: Seqüência de movimentos, deslocamentos e posturas que caracterizam a saída da água. (A) Estando o caramujo na superfície, ele rompe a película da água. A concha passa a ter uma postura pendente; (B) O caramujo prossegue no seu deslocamento se arrastando, com a concha pendente e a massa cefalopodal aderida a parede lateral do aquário; (C) Uma vez atingida uma certa altura acima do nível da água, o caramujo aí permanece aderido ao vidro lateral do aquário, pela face esquerda da concha



Vários fatores podem estar relacionados à saída da água de *Biomphalaria glabrata*, tais como: superpopulação, falta de alimentos, temperatura elevada ou apodrecimento da água (Paraense, 1957). Fatores genéticos podem também determinar este comportamento (Richards, 1968).

As substâncias químicas tais como moluscidas podem ter efeito repelente, fazendo com que os caramujos saiam da água. Entre estas substâncias citamos os compostos fenólicos (Nolan et al., 1953); pentaclorofenato de sódio (Rey, 1973; Souza & Paulini, 1967) e *Phytolacca dodecandra* (Jurberg et al., 1988a).

Biomphalaria glabrata também responde às correntes fracas que escorrem pela margem, saindo da água (Jurberg et al., 1988c). Após a saída da água, os caramujos podem retornar, ou permanecer em diapausa (Pieri & Jurberg, 1981a; Pieri, 1985; Dannemann & Pieri, 1989).

Existe emigração de caramujos juvenis lamelados na ausência de fatores adversos do meio. Neste caso o comportamento é induzido por fatores genéticos e temperaturas baixas em uma fase do desenvolvimento, de maneira que estes caramujos saem da água nas estações chuvosas, e entram em diapausa, sobrevivendo nestas condições, como estabeleceram os estudos de Pieri & Thomas (1986) e de Dannemann & Pieri (1989).

G - PARAR

Este comportamento foi por nós incluído arbitrariamente dentro de deslocamento, embora seja caracterizado pela ausência de deslocamentos. É caracterizado pelo caramujo aderido ao substrato com a massa cefalopodal estendida e a concha com a postura normal. Movimentos da massa cefalopodal e da concha (rotação e inclinação), assumindo outras posturas, também podem ocorrer. Neste comportamento, a massa cefalopodal pode estar direcionada para cima, para baixo ou horizontal em relação ao fundo (Jurberg et al., 1987b).

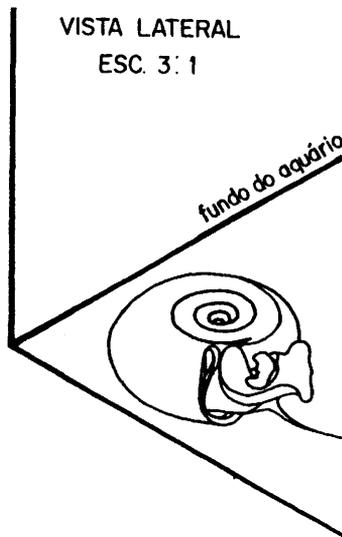
III. 6 - Posturas e movimentos de partes do corpo

A - *Distress Syndrome* (Harry & Aldrich, 1963)

Essa postura é caracterizada por apresentar a concha apoiada paralelamente ao piso do recipiente. A massa cefalopodal por sua vez fica totalmente distendida, perdendo a sua capacidade de aderência ao substrato, embora freqüentemente apoie a, extremidade anterior, em aparente tentativa de aderir totalmente a sola do pé. A massa cefalopodal pode, ainda, apresentar-se com torções e preguements nas bordas da sola (Figura 30).

Metais pesados como zinco, cádmio e cobre causam esta síndrome (Harry & Aldrich, 1963). Estudos com estes mesmos metais radioativos sugeriram que eles prejudicam a permeabilidade das membranas celulares na passagem das taxas normais de oxigênio e dos produtos de excreção (Yager & Harry, 1964). Os caramujos submetidos a anoxia induzida por N₂ durante 24 horas de exposição, bem como aos submetidos a O₂ puro por igual período, não mostraram este comportamento, mas em presença de 5% de CO₂ aparece uma síndrome mediana, e a 20% deste mesmo gás aparece uma severa síndrome, sem recuperação, sendo que a 100% eles se retraem e morrem. Caso haja 5% de O₂ e 20% de CO₂ este não produz efeitos deletérios (Harry & Senturia, 1964).

FIGURA 30: *Distress Syndrome*. Caramujo no fundo do aquário



B - POSTURAS DOS TENTÁCULOS

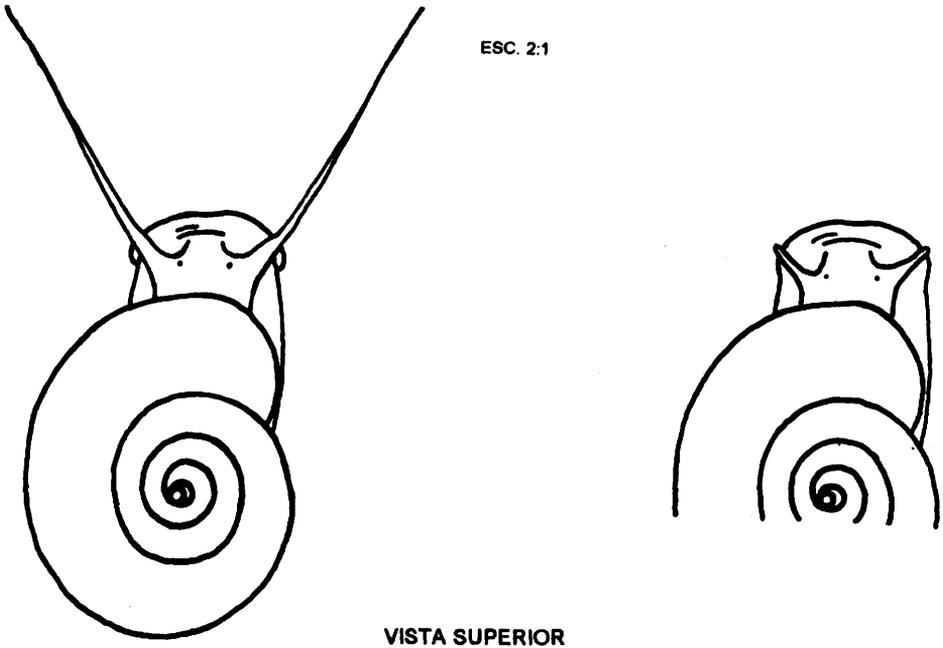
Caracteriza-se pelo grau de sua distensão em relação à cabeça, podendo ficar desde retraído, até totalmente distendido (Figura 31).

Estudos sobre os tentáculos, realizados por Townsend (1974), demonstraram sua função como direcionadores de correntes de água, graças aos movimentos ciliares de sua extremidade até a base, aonde existem células capazes de detectar os alimentos.

Os tentáculos podem sofrer deformações, quando os caramujos estão submetidos a pressões correspondentes a 50m de profundidade (dados inéditos).

Biomphalaria glabrata pode apresentar variações morfológicas nos tentáculos duplo, ramificado, curto ou ausente, devido a herança multifatorial. Nos exemplares que só tem um tentáculo, existe uma tendência para se locomoverem na direção do tentáculo ausente (Richards, 1969).

FIGURA 31: Posturas dos tentáculos, vista superior. (A) totalmente distendidos; (B) retraídos

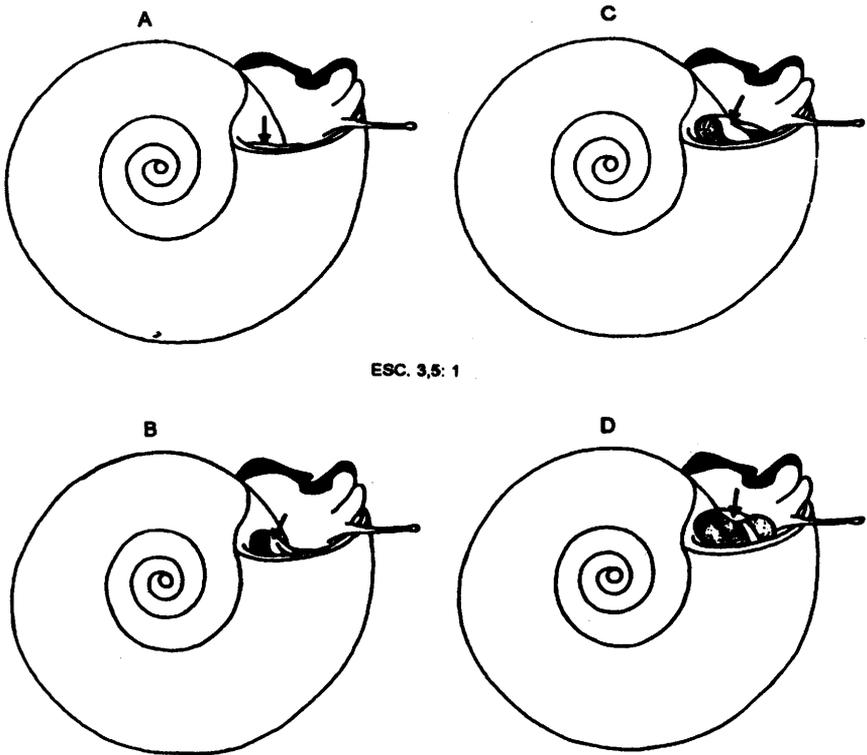


C - POSTURAS DA PSEUDOBRÂNQUIA

Caracteriza-se pelo seu grau de protração em relação à abertura da concha. Quando retraída ela não é visível, já, quando protraída, além da abertura da concha, ela passa a ser visível ao observador (Figura 32).

Existe controvérsia quanto à função desta estrutura que, para alguns autores, está relacionada com a respiração, (Paraense, 1972; Rey, 1956; Pan, 1958). Para Sullivan & Cheng (1974), ela é uma válvula que permite a entrada de água na cavidade pulmonar. Entretanto, em caramujos impedidos de virem à superfície, ocorre a expansão da pseudobrânquia (Jurberg et al., 1982), o que nos leva a supor que ela possa ter as duas funções.

FIGURA 32: Posturas da pseudobrânquia. (A) pseudobrânquia protraída (seta); (B) pseudobrânquia retraída

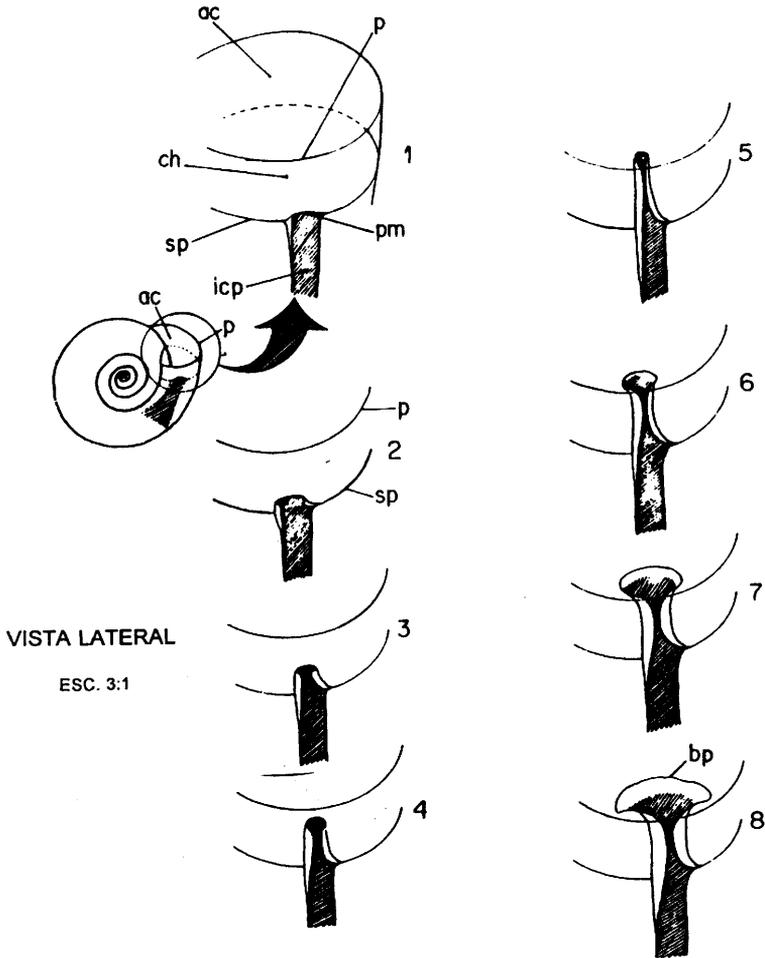


D - MOVIMENTO DE ABERTURA DO PNEUMÓSTOMA

A borda medial do pneumóstoma projeta-se numa prega semilunar muito extensível que se alonga como uma calha ao mesmo tempo que aproxima os dois bordos, de modo a formar um sifão cuja extremidade livre rompe a película superficial da água para efetuar as trocas gasosas. Quando em repouso, essa prega dobra-se para cima, cerrando o pneumóstoma, (Paraense, 1972) (Figura 33).

Jurberg et al. (1987c) mostraram, através de experimentos de laboratório, que a frequência com que o caramujo abre o pneumóstoma, e o tempo que ele fica aberto para a tomada de ar na superfície, é inversamente proporcional ao teor de oxigênio dissolvido na água.

FIGURA 33: Seqüência do movimento de abertura do pneumóstoma de *Biomphalaria glabrata*. 1- pneumóstoma (**pm**) recolhido no interior da cavidade hipopeplar (**ch**); 2-5- distensão do pneumóstoma (**pm**) até a borda da abertura da concha (**ac**); peristoma (**p**); 6-8- prolongamento das bordas do pneumóstoma (**bp**) após rompimento da película da água; (**sp**) septo; (**icp**) início da cavidade pulmonar



AGRADECIMENTOS

Queremos externar nossos agradecimentos ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), que financiou este trabalho, ao Dr. Otávio S. Pieri e a Dra. Marli Maria Lima.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERG Jr., C. J., 1974. A comparative ethological study of Strombid Gastropods. *Behaviour*, 51: 274-322.
- BEZERRA, M. J., 1974. Curso de Matemática para os Cursos de Segundo Grau (antigos cursos clássico e científico) Curso Completo. 31ª ed., São Paulo: Companhia Editora Nacional.
- CHEATUM, E. P., 1934. Limnological investigations on respiration, annual migratory cycle, and other related phenomena in freshwater pulmonate snails. *Transactions of American Microscopical Society*, 53: 348-407.
- CHENG, T. C. & SULLIVAN, J. T., 1973a. The effect of copper on the heart rate of *Biomphalaria glabrata* (Mollusca: Pulmonata). *Comparative General Pharmacology*, 4: 37-41.
- _____, 1973b. A comparative study of the effects of two copper compounds on the respiration and survival of *Biomphalaria glabrata* (Mollusca: Pulmonata). *Comparative General Pharmacology*, 4: 315-320.
- COOR, M.; COVICH, A & YOSHINO, T. P., 1984. Vertical movement and time allocation to a freshwater pulmonate snail. *Hydrobiologia*, 112: 69-72.
- CUNHA, W. H. A., 1974. Acerca de um curso pós-graduado destinado ao treino da observação científica no domínio das ciências do comportamento. *Ciência e Cultura*, 26: 846-853.
- _____, 1975. O estudo etológico do comportamento animal. *Ciência e Cultura*, 27: 263-268.
- _____, 1976. Alguns princípios de categorização, descrição e análise do comportamento. *Ciência e Cultura*, 28: 15-24.
- DENNEMANN, R. D. A., & PIERI, O. S., 1989. Antidrobiose e diapausa em *Biomphalaria glabrata* (Say), caramujo transmissor da esquistossomose na região nordeste. *Biotemas*, 2: 57-68.
- HARRY, H. W. & ALDRICH, D. V., 1963. The distress syndrome in *Taphius glabratus* (say), as a reaction to toxic concentrations of inorganics. *Malacologia*, 1: 283-289.
- HARRY, H. W. & SENTURIA, J. B., 1964. The effect of nitrogen, oxygen and carbon dioxide in producing the distress syndrome in *Taphius glabratus*. *Biological*, 127: 271-179.
- HENDERSON, A. E., 1963. On the underwater weights of freshwater snails. *Zeitschrift für vergleichende Physiologie*, 46: 467-490.
- JURBERG, P., 1987. Why it is difficult to control *Biomphalaria glabrata*, the vector snail of Schistosomiasis. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 82 (Suppl. 4): 203-207.
- _____, 1990. Controle de doenças endêmicas através da manipulação comportamental. *Biotemas*, 3 : 1-45.
- _____, 1992. *Alguns Aspectos do Comportamento de Biomphalaria glabrata (Say, 1818), com Ênfase na Atividade Respiratória*. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Instituto de Biofísica, Universidade Estadual do Rio de Janeiro.
- JURBERG, P. & BARTH, R., 1965. Técnicas utilizadas para evidenciar estruturas de conchas dos moluscos em suas possíveis aplicações. *Notas Técnicas do Instituto de Pesquisa da Marinha*, 17: 01-21.
- JURBERG, P.; PIERI, O. S. & RAYMUNDO, J. S., 1980. Comportamento de penetração em buracos e sobrevivência sob o solo como meio de proteção de *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818). *Suplemento de Ciência e Cultura*, 31: 799.

- JURBERG, P.; GATTI, M. J.; SOARES, M. S. & BARBOSA, J. V., 1982. Comportamento e condições de sobrevivência de *Biomphalaria glabrata* submetida a imersão prolongada. *Ciência e Cultura*, 34: (Supl. ?): 802.
- JURBERG, P.; CABRAL NETO, J. B. & SCHALL, V. T., 1985. Molluscicide activity of the "Avelos" plant (*Euphorbia tirucalli*, L.) on *Biomphalaria glabrata*, the mollusc vector of Schistosomiasis. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 80: 423-427.
- JURBERG, P.; SCHALL, V. T.; BARBOSA, J. V.; GATTI, M. J. & SOARES, M. S., 1987a. Behavior of *Biomphalaria glabrata*, the intermediate host snail of *Schistosoma mansoni*, at different depths in water in laboratory conditions. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 82: 197-208.
- JURBERG, P.; RODRIGUES M. L.; CUNHA, R. A.; BARBOSA, J. V., 1987b. Effect of Sudden increase of Hydrostatic Pressure in *Biomphalaria glabrata*. First International Symposium on Schistosomiasis: 45.
- JURBERG, P.; CUNHA, R. A.; RODRIGUES, M. L.; BARBOSA, J. V., 1987c. Respiratory behaviour of *Biomphalaria glabrata*. First International Symposium on Schistosomiasis: 33.
- JURBERG, P.; BARBOSA, J. V. & ROTEMBERG, L., 1988a. The role of behavior in the survival of *Biomphalaria glabrata* in bioassays with the plant molluscicide *Phytolacca dodecandra*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 83: 41-46.
- JURBERG, P.; SOARES, M. S.; MASCITELLI, A. C.; FAVRE, T.C. & BARBOSA, J.V., 1988b. Studies on survival, biological activities and behavior of *Biomphalaria glabrata*, the host snail of Schistosomiasis, submitted to increased hydrostatic pressure: a technique. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 83: 53-61.
- JURBERG, P.; COELHO da SILVA, C. L. P. A.; BARRETO, M. G. M. & SOARES, M. S., 1988c. Rheotaxis of *Biomphalaria glabrata* on vertical substrates and its role in the recolonization of habitats treated with molluscicides. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 83: 165-174.
- LEONARD, J. L. & LUKOWIAK, K., 1986. The behavior of *Aplysia californica* Cooper (Gastropoda; Opisthobranchia) I. Ethogram. *Behaviour*, 98: 320-360.
- NOLAN, M. O.; BROND, H. W. & MANN, E. R., 1953. Results of laboratory screening tests of chemical compounds for molluscicidal activity. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 2: 717-752.
- OLIVER, L. & BARBOSA, F. S., 1956. Observations on vectors of *Schistosomiasis mansoni* kept out of water in the laboratory. *Journal of Parasitology*, 42: 277-286.
- PAN, C. T., 1958. The general histology and topographic microanatomy of *Australorbis glabratus*. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 119: 237-299.
- PARAENSE, W. L., 1955. Autofecundação e fecundação cruzada. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 53: 277-284.
- , 1957. Apertural lamellae in *Australorbis glabratus*. *Proceeding of the Malacological Society London*, 32: 175-179.
- , 1970. Planorbídeos hospedeiros intermediários do *Schistosoma mansoni*. In: *Esquistossomose mansoni* (A. S. Cunha,...), pp.13-30, São Paulo: Sarvier/Universidade de São Paulo.
- , 1972. Fauna planorbídica do Brasil. In: *Introdução à Geografia Médica do Brasil* (C. S. Lacaz, R. G. Baruzzi & W. Siqueira, eds.), pp. 213-239, São Paulo: Blucher /Universidade São Paulo.

CATÁLOGO COMPORTAMENTAL

- PIERI, O. S.; RAYMUNDO, J. S. & JURBERG, P., 1980b. Estudos sobre o comportamento dos planorbídeos: II- Enterramento de *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818) como meio de proteção contra a dessecação. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 75: 83-88.
- PIERI, O. S. & JURBERG, P., 1981a. Aspectos etológicos na sobrevivência dos caramujos vetores da xistosomose ao tratamento com moluscicidas. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 76: 47-55.
- , 1981b. Comportamento de *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818) como critério de toxicidade em ensaios biológicos com moluscicidas. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 76: 174-160.
- PIERI, O. S., 1985. *Studies on the Host Snail of Schistosomiasis from North-East Brazil, with Special Reference to Diapause in Biomphalaria glabrata* (Say). Tese de Doutorado, Sussex: University of Sussex.
- PIERI, O. S., & THOMAS, J. D., 1986. Polymorphism in a laboratory population of *Biomphalaria glabrata* from a seasonally drynig habitat in north-east Brasil. *Malacologia*, 27: 313-321.
- PIMENTEL-SOUZA, F.; FERNANDES-SOUZA, N.; V. T. & COELHO, P. M. Z., 1976a. Comportamento elementar do caramujo *Biomphalaria glabrata*. I – Disposição espacial da concha. *Revista Brasileira de Pesquisas Médicas e Biológicas*, 9: 117-122.
- PIMENTEL-SOUZA, F.; SCHALL, V. T.; FERNANDES SOUZA, N. & COELHO, P. M. Z., 1976b. Comportamento elementar do caramujo *Biomphalaria glabrata*. II – Localização e tamanho da massa cefalopodal exposta. *Revista Brasileira de Pesquisas Médicas e Biológicas*, 9: 123-127.
- PIMENTEL-SOUZA, F.; SCHALL, V. T.; LAUTNER Jr., R.; BARBOSA, N. D. C.; SCHETTINO, M. & FERNANDES, N., 1984. Behavior of *Biomphalaria glabrata* (Gastropoda: Pulmonata) under different lighting conditions. *Canadian Journal Zoology*, 62: 2328-2334.
- REY, L., 1956. *Contribuição para o Conhecimento da Morfologia, Biologia e Ecologia dos Planorbídeos Brasileiros Transmissores da Esquistossomose*. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Educação Sanitária.
- REY, L., 1973. *Parasitologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- RICHARDS, C. S., 1968. Aestivation of *Biomphalaria glabrata* (Basommatophora; Planorbidae): Genetic studies. *Malacologia*, 7: 109-116.
- RICHARDS, C. S., 1969. Genetic studies on *Biomphalaria glabrata*: tentacle and eye variations. *Malacologia*, 9: 327-328.
- RITCHIE, L. S., 1973. Chemical control of snails. In: *Epidemiology and Control of Schistosomiasis (Bilharziasis)* (N. Ansari, ed.), pp. 458-532, Basel: S. Karger.
- SCHALL, V. T.; JURBERG, P.; VASCONCELLOS, M. C., 1985. Orientation to light of juvenile and adult forms of melanic and albino populations of *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 80: 101-111.
- SOUZA, C. P. & PAULINI, E., 1967. Influência da cobertura dos vasos sobre o resultado nos ensaios biológicos com *Biomphalaria glabrata*. *Revista Brasileira de Malariologia*, 19: 421-425.
- SULLIVAN, J. T. & CHENG., T. C., 1974. Structure and Function of the mantle cavity of *Biomphalaria glabrata* (Mollusca: Pulmonata). *Transactions American Microscopical Society*, 93: 416-420.
- TOWNSEND, C. R., 1974. The chemoreceptor sites involved in foodfiding by the freshwater pulmonate snail, *Biomphalaria glabrata* (Say), with particular reference to the function of the tentacles. *Behavioral Biology*, 11: 511-523.
- , 1975. Strategic aspects of time allocation in the exology of a freshwater pulmonat snail. *Oecologia*, 19: 105-115.
- VON BRANDT, T.; McMAHON, P. & NOLAN, M. O., 1957. Physiological observations on starvation and desiccation of the snail *Australorbis glabratus*. *Biological Bulletin*, 113: 89-102.

TÓPICOS EM MALACOLOGIA MÉDICA

WHO (World Health Organization), 1965. Molluscicide screening and evaluation. *Bulletin of the World Health Organization*, 33: 567-581.

YAGER, C. M. & HARRY, H. W., 1964. The uptake of radioactive zinc, cadmium and copper by the freshwater snail. *Biological Bulletin*, 104: 301-312.

*Jurberg, P.^{1e2}; Cunha, R. A.¹; Barbosa, J. V.¹; Soares, M. S.¹;
Schall, V. T.¹ & Gatti, M. J.¹*

¹Instituto Oswaldo Cruz, Departamento de Biologia,
Laboratório de Comportamento Animal, Caixa Postal 926, 20001,
Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

²Instituto de Psicologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.