



A OSTRA E O MANGUE: RESPOSTA DE UMA POPULAÇÃO DA OSTRADA-MANGUE *CRASSOSTREA RHIZOPHORAE* (BIVALVIA: OSTREIDAE) A UM GRADIENTE DE SALINIDADE

Marcela C. Nascimento

INTRODUÇÃO

A distribuição das populações pode estar condicionada a uma série de fatores abióticos, como a umidade relativa, o pH, a salinidade e a concentração de poluentes, uma vez que afetam diretamente suas funções biológicas. Umidade relativa, pH, (Begon 2006). Em particular a alteração da salinidade da água, em decorrência da mistura de águas continentais e oceânicas, pode ser considerada um fator crítico no limite de distribuição de espécies marinhas (Levinton 1995). Poucas dessas espécies são capazes de se ajustar ao estresse osmótico decorrente de mudanças na salinidade da água, principalmente em função da ação das marés no interior de rios estuarinos (Levinton 1995). A maioria das espécies marinhas pode suportar flutuações na salinidade, mas geralmente não toleram salinidades menores que 10 - 15 partes por mil. Embora muitas espécies encontrem nesse estresse de salinidade seu limite de distribuição, algumas espécies (como a maioria dos crustáceos e diversos moluscos), apresentam mecanismos específicos que os permite viver onde há intensa mistura de águas e grande variação na salinidade ao longo do ciclo das marés (Levinton 1995).

Ostras são moluscos bivalves pertencentes à família Ostreidae que habitam águas costeiras rasas (Wakamatsu 1973) e, assim como os demais moluscos, são incapazes de regular o volume das suas células em baixa salinidade (Levinton 1995). Embora não apresentem mecanismos de controle osmótico no fluido celular, são capazes de viver em ambientes com intensa oscilação na salinidade, permitindo que a distribuição da espécie seja ampla, desde ambientes marinhos até estuários com baixa salinidade (Barnes *et al.* 1995). Tal tolerância a flutuações na salinidade ocorre porque, embora não controlem os líquidos corporais extracelulares, têm a capacidade de regular os líquidos intracelulares, além de conseguirem diminuir a concentração dos aminoácidos no interior das células durante a diluição pela água pouco salina, diminuindo a

pressão osmótica dos líquidos intracelulares (Barnes *et al.* 1995).

Indivíduos de *Crassostrea rhyzophorae*, conhecida popularmente como "ostra-do-mangue" ou "ostra-da-pedra", são encontrados em zonas estuarinas aderidas às raízes aéreas de *Rhizophora mangle* (mangue-vermelho) na região entre-marés (Christo 2006). Essas ostras habitam águas costeiras rasas, ocorrendo desde a faixa equatorial até cerca de 64°N e 44°S (Costa, 1985). No complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, os bancos naturais de ostras encontram-se distribuídos ao longo do canal principal, nos rios e gamboas (Pereira *et al.* 2001).

O objetivo do meu trabalho foi: testar se a salinidade influencia o estado nutricional dos indivíduos de ostras-do-mangue, assim como a densidade populacional e o tamanho dos agregados. Esperava que, com a diminuição da salinidade da água: (a) as ostras fossem mais mal nutridas, (b) houvesse menos raízes com aglomerados em relação ao total de raízes, e (c) os aglomerados de ostras fossem menores. Para isso, assumi que o gradiente de salinidade diminui à medida em que o rio avança a partir da foz em direção à nascente, e que a salinidade da água é o único fator que influencia a densidade populacional e a absorção de nutrientes. Assim minhas previsões são que, com a diminuição da salinidade: (a) as ostras teriam massa visceral proporcionalmente mais leve, (b) os aglomerados de ostras ocorreriam em menor frequência nas raízes do mangue – vermelho, e (c) os aglomerados seriam mais curtos.

MATERIAIS & MÉTODOS

Realizei esse estudo no Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, ao sul do litoral do Estado de São Paulo. Este complexo constitui o terceiro estuário do mundo em termos de produtividade primária e o maior produtor de ostras em bancos naturais do estado de São Paulo (Pereira *et al.* 2001). O rio Perequê, localizado nesta ilha, é margeado por vegetação de mangue em grande parte de sua

extensão, composta por três espécies arbóreas: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schauriana* (Vannucci 2001).

Coletei os dados, durante a maré baixa, ao longo do rio Perequê, a partir de sua foz em direção à nascente por aproximadamente 1500 m (zigzag) e ao total partes. Realizei as coletas nos locais do mangue onde identifiquei indivíduos de *R. mangle* com ostras associadas às suas raízes aéreas (foz do rio, a 800 m, 1000 m, 1200 m, 1400 e 1500 m da foz). Em cada local de coleta, tracei uma linha de 10 m na margem do rio acompanhando a população de *R. mangle*, onde aleatorizava os locais onde seriam delimitadas parcelas de 1 x 1 m (Figura 1A).

Para estimar a densidade da população de ostras, contei as raízes com e sem agregação de ostras em cada parcela e media o comprimento de todas as agregações (Figura 1B). Após esse procedimento, coletava um aglomerado de ostras (conforme conseguia remover os indivíduos) de cada local de coleta. Durante a coleta de dados e de amostras de ostras, procurei manter uma distância mínima de 100 m entre dois locais de coleta.

Em laboratório, medi o comprimento de todas as conchas utilizando um paquímetro (precisão de 0,05 mm) e pesei sua massa visceral com uma balança digital (precisão de 0,01g). Como muitos indivíduos chegaram mortos, e isso poderia interferir na quantidade de água na massa visceral, só utilizei para as análises de peso e medidas os indivíduos vivos (cinco indivíduos na foz, oito em 800 m, 16 em 1000 m, seis em 1200 m, 11 em 1400 m e 7 em 1500 m).

Fiz uma regressão linear para os valores do peso da massa visceral e do tamanho das ostras em cada local de coleta, com a finalidade de testar o quanto da massa visceral de *C. rhizophorae* é incrementada em peso para cada centímetro aumentado de concha, nos diferentes pontos de coleta. Para testar se as ostras coletadas de concha, não são melhor nutridas em ambientes de maior salinidade, relacionei a inclinação da reta de cada regressão com a distância da foz do rio. Se a salinidade influencia positivamente o estado nutricional das ostras, espero que a inclinação das retas diminua conforme o local de coleta se afasta do mar.

Para comparar a densidade da população e o tamanho dos agregados de *C. rhizophorae* ao longo do gradiente de salinidade, calculei o coeficiente de correlação de Spearman entre: (a) o percentual das raízes com agregados de ostras dentro de cada parcela nos diferentes locais de coleta e, (b) a altura média dos agregados dentro de cada parcela nos

diferentes locais de coleta. Em ambas as análises utilizei as medidas das duas parcelas de cada local de coleta e não o valor médio. Se ambientes com maior salinidade são mais favoráveis para a ostra-do-mangue (estacional) e a absorção de ostras e esses agregados fossem maiores, pois a população, espero que nesses ambientes mais raízes sejam ocupadas por agregados de ostras e que esses agregados sejam maiores.

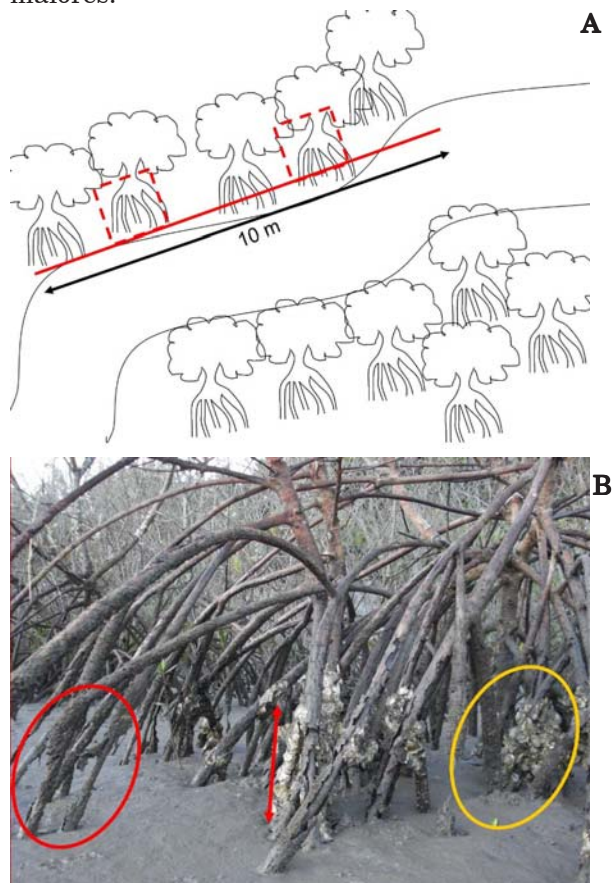


Figura 1. (A) Esquema da escolha dos locais de coleta. A linha representa a demarcação dos 10 metros onde foi feita a aleatorização dos locais para demarcar as parcelas (quadrado pontilhado). (B) Raízes com (círculo amarelo) e sem (círculo vermelho) aglomerado de *Crassostrea rhizophorae*. A seta indica os limites da medida do comprimento do agregado de ostras.

RESULTADOS

O ganho de peso observado na massa visceral de *C. rhizophorae* por centímetro de concha foi independente da posição no rio onde a ostra foi coletada (Figura 2).

A porcentagem de raízes com agregados de ostras, em relação ao total de raízes disponíveis, também não teve relação com a posição no rio onde coletei os dados ($r_s = -0,14$; $p = 0,33$; Figura 3a). O comprimento médio dos agregados de *C. rhizophorae* nas raízes de *R. mangle* foi maior nos ambientes mais salinos (foz) diminuindo a medida em que a salinidade diminuiu ($r_s -0,69$, $p = 0,007$; Figura 3b).

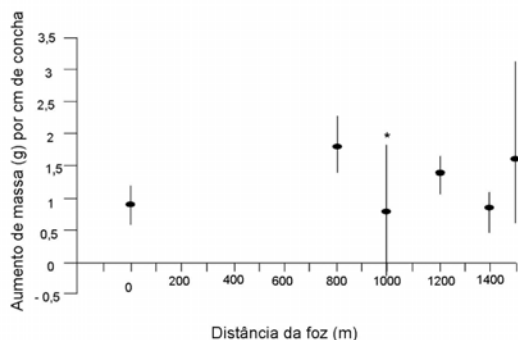


Figura 2. Aumento médio de massa em gramas por centímetro aumentado na concha de *Crassostrea rhyzophorae* ao longo do rio. Os círculos pretos representam as inclinações das retas e as barras verticais, os intervalos de confiança (Foz: F1, 3 = 93,58; R2 = 0.959; p = 0,002; 800 m: F1,1 2 = 104,9; R2 = 0.889; p < 0,001; 1000 m: F1, 5 = 3,64; p = 0,11; 1200 m: F1, 4 = 260,8; R2 = 0.981; p < 0,001; 1400 m: F1, 9 = 25,21; R2 = 0.708 ; p < 0,001; 1500 m: F1,4 = 8,36; R2 = 0.595; p < 0,001;o asterisco representa relação não significativa).

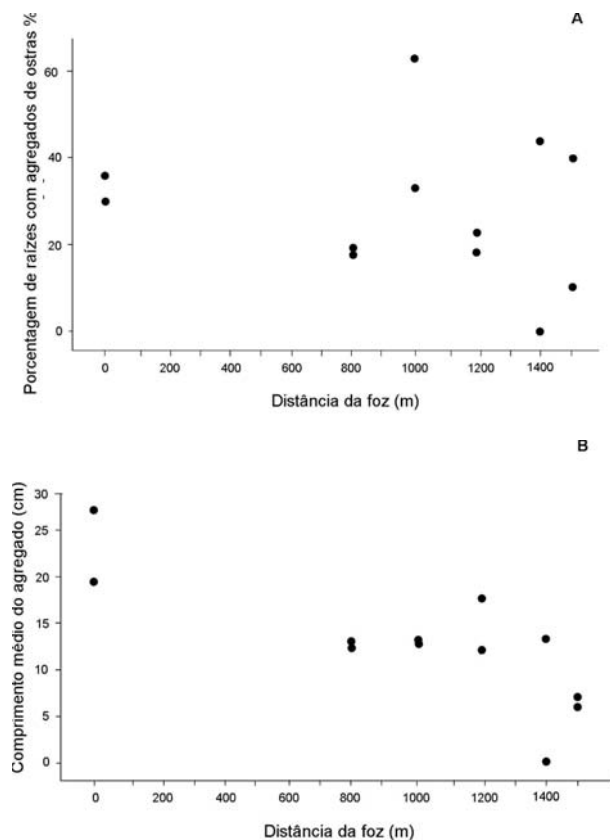


Figura 3. (A) Porcentagem de raízes de *Rhizophora mangle* com aglomerados de *Crassostrea rhyzophorae* por parcela em cada local de coleta ao longo do rio Perequê. (B) Altura média dos aglomerados de *Crassostrea rhyzophorae* por parcela em cada local de coleta ao longo do rio.

DISCUSSÃO

Embora o peso da massa visceral está relacionado com o comprimento das conchas, entretanto a

relação entre essas variáveis não é influenciada pela salinidade da água. Da mesma maneira, a quantidade média de raízes com aglomerados de conchas não foi diferente ao longo do rio com níveis distintos de salinidade da água. Acredito que isso esteja relacionado ao fato das espécies do gênero *Crassostrea* suportarem ampla variação da concentração de sal na água onde vivem; raiçada erentes ma esteja relacionada com o comprimento das conchas, a relaçrtura e por isso serem tolerantes a ambientes estuarinos (Yongue 1960). No entanto, parece existir um limite de ocorrência nessa espécie, marcado pelo fim dos aglomerados de ostras, bruscamente, em um determinado ponto do rio (em torno de 1500 m a partir da foz do rio Perequê). Tal limite deve ser uma resposta à salinidade da água nesse ponto do rio, e pode ser evidenciado pela ausência de outros aglomerados após esse ponto do rio Perequê e pelos menores tamanhos dos aglomerados à medida que diminui a salinidade da água.

Ostras são organismos que não são capazes de regular seus fluidos intercelulares a fim de manter sua osmolaridade ótima (Barnes *et al.* 1995). Por isso, precisam evitar precisam evitarprepara entrada de água com baixo teor de sal para minimizar gasto energético na regulação da osmolaridade. A partir de relatos de coletores de ostras, soube que aparentemente existem diferenças no tempo de abertura das valvas das ostras, dependendo de sua localização no gradiente de salinidade ao longo do rio. Na foz do rio, e enquanto submersa, a valva fica aberta por um período longo, ao passo que em águas mais interiores e, conseqüentemente, menos salinas, as valvas abrem e fecham rapidamente. A partir dessas informações sugiro que manipulações experimentais avaliem o efeito da salinidade no tempo de abertura das valvas para alimentação. Considerando ainda, que as ostras não regulam a osmolaridade dos seus fluidos corporais, espera-se que, em ambientes menos salinos, haja maior entrada de água nos tecidos das ostras e em sua massa visceral. Assim, acredito que o peso úmido da massa visceral não tenha sido um bom estimador da condição nutricional dos organismos e sugiro que estudos futuros utilizem o peso seco da massa visceral como método indireto, para estimar a nutrição desses animais.

Diferente do que esperava, o gradiente de salinidade não apresenta forte influência na densidade da população nem nos indivíduos, mas há um limite evidente de tolerância à baixa salinidade, onde os indivíduos bruscamente deixam de ocorrer no rio. Tal tolerância deve demandar um alto custo

fisiológico na regulação osmótica dos indivíduos da ostra-do-mangue, em resposta à grande amplitude na oscilação de salinidade que suporta em decorrência do regime de marés. Essa resistência pode ser considerada muito vantajosa para a população uma vez que permite a ocupação de ambientes adversos onde outros indivíduos não conseguem se estabelecer entretanto o limite observado evidencia o custo, que em determinado ponto é tão grande que causa um estresse fisiológico que limita sua distribuição. Um próximo passo no conhecimento da biologia dessa espécie é testar qual a salinidade mínima tolerada, isso pode ser testado experimentalmente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a toda a equipe de professores do Curso de Campo da Mata Atlântica, que com muita dedicação e paciência, nos guiaram desde a primeira pergunta até as mais complexas discussões, sempre com muito bom humor, sobretudo aos Paulos Inácio e Enrique, que desataram por muitas vezes os nós estatísticos que tinham na minha cabeça. Aos colegas de curso, que fizeram da convivência e do aprendizado muito mais prazerosos. Aos funcionários do parque que auxiliaram (muito) na realização de coletas, preparação de experimentos, fornecimento de material biológico, comida e lanchinhos gostosos no meio da tarde. Aos monitores Camila e Billy, que sem eles a estrutura do curso não funcionaria (nem teríamos chocolates). Especialmente à Thaís e à Clarissa que cuidaram de mim e foram verdadeiras amigas do início ao fim do curso, transformando qualquer momento triste em diversão e conversas animadas. Finalmente ao Glauco, um professor incrivelmente especial que certamente não marcou só a minha vida, mas a de todos que tiveram a oportunidade de em algum momento estudar com ele.

REFERÊNCIAS

- Barnes R.S.K., Calow P. & Olive R.J.W. 1995. *Os invertebrados: uma nova síntese*. Atheneu, São Paulo.
- Begon M., Townsend C.R.; Harper J.L. 2006. *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas 4ª ed.*. ArtMed, Porto Alegre.
- Christo S.W. 2006. *Biologia reprodutiva e ecologia de ostras do gênero Crassostrea sacco, 1897 na Baía de Guaratuba (Paraná – Brasil): Um subsídio ao cultivo*. Tese de Doutorado, UFPR.
- Costa, P. F. 1985. Biologia e tecnologia para o cultivo. Em: Brasil– Ministério da Marinha (org.). *Instituto Nacional de Estudos do Mar. Manual de Maricultura. Cap.VIII, parte B*. Ministério da Marinha, Rio de Janeiro.
- Levinton J.S. 1995. *Marine biology, function, biodiversity, ecology*. Oxford University Press, London.
- Menezes N.L. 2006. Rhizophores in Rhizophora mangle L.: an alternative interpretation of so-called “aerial roots”. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 78: 213-226.
- Pereira O.M., Machado I.C., Henriques M. B., Galvão M.S.N. & Yamanaka N. 2001. Avaliação do Estoque da Ostra Crassostrea brasiliiana em Rios e Gamboas da região Estuarino - Lagunar de Cananéia (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo 27: 85 – 95.
- Vannucci M. 2001. What is special about mangroves? *Brazilian Journal of Biology* 61: 599-603.
- Yongue C.M. 1960. *Oysters*. London Collins, London.
- Wakamatsu, T. 1973. *A ostra de Cananéia e seu cultivo*. Superintendência do Desenvolvimento do Litoral Paulista/Instituto Oceanográfico USP, São Paulo.