



## ARTIGO ORIGINAL

**Transporte transepitelial de água, sódio e glicose da “água” de coco, em alças jejunais de ratos submetidos à perfusão “in vivo”, nos diferentes estágios do processo de maturação do fruto***Intestinal transport of coconut water sodium and glucose in rats “in vivo”*Ana Amélia Pontes de Camargo<sup>1</sup>, Ulysses Fagundes Neto<sup>2</sup>**Resumo**

A composição química da “água” de coco durante o processo de maturação do fruto apresenta grande variabilidade e, em nenhum momento, ela apresenta características compatíveis com uma solução de hidratação oral de acordo com critérios científicos. Foi estudado o transporte transepitelial de água de sódio e de glicose da “água” de coco, em alças jejunais de ratos submetidos à perfusão “in vivo”, nos diferentes estágios do processo de maturação do fruto.

Quanto ao transporte transepitelial de água, houve absorção em todos os estágios ( $x = 1,07 \pm 0,45 \mu\text{l}/\text{min}/\text{cm}$ ), ao passo que, como o do sódio, ocorreu secreção em todos os estágios do processo de maturação do fruto ( $x = -169,04 \pm 29,06 \mu\text{Eq}/\text{min}/\text{cm}$ ) e, no que diz respeito à glicose, verificou-se absorção em todos os estágios estudados ( $x = 5212,70 \pm 2098,47 \mu\text{g}/\text{min}/\text{cm}$ ).

O estudo demonstra que a ocorrência de secreção de sódio é um fator impeditivo de considerá-la Solução de Reidratação Oral (SRO).

*J. Pediatr. (Rio). 1994; 70(2):100-104: transporte intestinal, água de coco, sódio, água, glicose.*

**Abstract**

The chemical composition of coconut water shows a great variability during its maturational process and in no instance this fluid can be considered as an oral rehydration under scientific basis.

The jejunal transport of water, sodium and glucose was studied in rats in vivo with coconut water during the different stages of maturation of the fruit. There was water absorption (mean =  $1.07 \pm 0.45 \mu\text{l}/\text{min}/\text{cm}$ ), sodium secretion (mean =  $-169.04 \pm 29.06 \mu\text{Eq}/\text{min}/\text{cm}$ ) and glucose absorption (mean =  $5212.70 \pm 2098.47 \mu\text{g}/\text{min}/\text{cm}$ ) in all the stages studied.

This study demonstrates that sodium secretion impedes considering coconut water a rehydrating solution.

*J. Pediatr. (Rio). 1994; 70(2):100-104: intestinal transport, coconut water, sodium, water, glucose.*

**Introdução**

Redução significativa na mortalidade por desidratação tem sido obtida com a administração precoce da Solução de Reidratação Oral (SRO) preconizada pela OMS<sup>1,2,3,4</sup>.

Entretanto, a busca de soluções alternativas, que permitam utilizar recursos locais e que respeitem a cultura e os hábitos alimentares das diferentes comunidades, continua sendo uma meta a ser alcançada; portanto, estudos clínicos e experimentais devem sempre ser estimulados.

A “água” de coco é utilizada em larga escala em áreas geográficas onde esta planta ocupa vasta extensão, não só para o consumo diário, mas, também, como solução de hidratação oral, pois seu uso rotineiro faz parte dos hábitos alimentares de populações dessas áreas. Kiberski et al<sup>5,6</sup>, na Nova Zelândia, estudaram a composição da “água” de coco, de coqueiros anões e gigantes, durante o processo de maturação do fruto (V ao X mês). Observaram que as concentrações de potássio e glicose são adequadas, mas que as de sódio, cloro e bicarbonato são insuficientes para considerar a “água” de coco como solução de hidratação oral.

Fagundes Neto *et al*<sup>7</sup>, em Aracajú, Sergipe, estudaram a composição “água” de coco de coqueiros anões, durante o processo de maturação do fruto, e obtiveram resultados que também não a qualificam como solução de hidratação oral segundo critérios científicos<sup>7</sup>.

Serviço: Instituto da Criança “Prof. Pedro de Alcântara” do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

1. Professor pelo Depto. de Pediatria - Disciplina de Gastroenterologia Pediátrica da Escola Paulista de Medicina.

2. Professor de Gastroenterologia Pediátrica do Depto. de Pediatria da Escola Paulista de Medicina.

Este estudo visa avaliar experimentalmente o transporte transepitelial da água, sódio e glicose da “água” de coco, em alças jejunaes de ratos submetidos à perfusão intestinal *in vivo*.

## Material e Métodos

### 1. “Água” de coco

Foi utilizada “água” de coco *in natura*, produzida por coqueiros anões, em diferentes etapas do processo de maturação do fruto do V ao X mês, cuja composição está descrita nas Tabelas 1 e 2<sup>7</sup>. O fluido obtido foi estocado em freezer a -18 °C e descongelado à medida que foi sendo utilizado.

### 2. Solução - Controle

Utilizou-se solução glico-salina, cuja composição está descrita abaixo, que apresenta comportamento uniforme, com a finalidade de monitorar o transporte transepitelial durante o experimento.

Sódio .....	90	mEq/l
Potássio .....	10	mEq/l
Cloreto .....	90	mEq/l
Bicarbonato .....	10	mEq/l
Glicose .....	20	mM
Osmolalidade .....	220	mOsm/kg

### 3. Marcador Não-Absorvível

Poliétileno glicol 4000- PEG - (SIGMA) foi utilizado como marcador não-absorvível, para estudar o transporte de água nos experimentos de perfusão, à concentração de 0,6 g/l de solução ser perfundida.

## 4. Animais de experimentação

Foram utilizados 4 ratos albinos, raça Wistar, machos, eutróficos, com idade entre seis a oito semanas de vida (adultos jovens), submetidos ao jejum por dezoito horas prévias ao experimento, sendo permitida ingestão hídrica *ad libitum*.

## 5. Técnica de perfusão

O transporte jejunal de água, sódio e glicose foi estudado *in vivo*, baseado na técnica de perfusão intestinal utilizada por Lifshitz *et al.*<sup>8</sup> A alça jejunal foi perfundida a um ritmo de 0,3 a 0,5 ml por minuto. As soluções de perfusão previamente aquecidas foram perfundidas por trinta minutos para que os solutos atingissem um estado de equilíbrio na luz intestinal, tendo sido depois desprezadas.

Foram colhidas amostras a cada dez minutos durante oitenta minutos, totalizando oito amostras para cada segmento jejunal isolado. Foram perfundidos seis animais por experimento, obtendo-se um total de quarenta amostras para cada estágio de maturação do fruto.

## 6. Dosagens e determinações bioquímicas

**pH:** As medidas de pH das soluções perfundidas foram realizadas em pHmêtro, marca Digimed, modelo DMpH-PV, no início e término do experimento.

**Osmolalidade** - As osmolalidades dessas mesmas soluções e das amostras do perfusado foram realizadas por crioscopia em osmômetro Osmett.

**Tabela 1** - Variação da composição da “água” de coco durante o processo de maturação do fruto. Valores médios dos parâmetros estudados entre o V e o VIII meses<sup>7</sup>.

Idade (meses)	V		VI		VII		VIII	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Glicose (mg%)	2596.7	672.3	3731.3	626.9	4033.9	852.6	3397.7	574.5
Osmol (mOsm/kg)	363.0	52.6	372.7	35.2	402.4	58,8	384,7	40,4
Cloro (mEq/l)	44.8	6.1	43.7	15.0	48.4	10.4	50.5	4,34
Potássio (mEq/l)	64.9	6.6	61.7	6.0	66.9	9.4	65.8	8.1
Sódio (mEq/l)	2.9	1.1	1.3	0.9	5.0	3.8	11.3	4.9

DP = Desvio-Padrão, OSMOL= Osmolalidade

**Tabela 2** - Variação da composição da “água” de coco durante o processo de maturação do fruto. Valores médios dos parâmetros estudados entre IX e XII meses<sup>7</sup>.

Idade (meses)	IX		X		XI		XII	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Glicose (mg%)	221.5	832.9	108.7	849,7	279.0	176.7	47.2	27.5
Osmol (mOsm/kg)	336.6	25.6	325.9	27.9	319.7	45.2	290.2	42.3
Cloro (mEq/l)	41.2	11.7	37.1	12.7	49.4	11.0	39.7	8.0
Potássio (mEq/l)	54.9	6.8	54.2	9.4	54.2	8.5	42.7	8.0
Sódio (mEq/l)	14.8	5.6	12.6	5.2	13.6	6.0	13.0	5.3

DP = Desvio-Padrão, OSMOL= Osmolalidade

**Sódio** - O sódio foi determinado na solução de perfusão inicial e final em todas as amostras do perfusado, por fotometria de chama.

**Glicose** - As dosagens de glicose, tanto nas soluções de perfusão como nos perfusados, foram realizadas por espectrofotometria, baseando-se na reação enzimática com glicose-oxidase e peroxidase<sup>9</sup>.

**Polietileno glico 4000 (PEG)** - As dosagens do PEG foram realizadas em duplicatas, por espectrofotometria, seguindo-se o método descrito por Skoog<sup>10</sup>.

### 7. Mensuração do transporte transepitelial de água, sódio e glicose.

Cálculo do transporte de água<sup>11</sup>:

$$T = \frac{(1 \times \text{PEG}) \times \text{RP (l/min)} \times 1000}{\text{CI (cm)}}$$

Cálculo do transporte de sódio e glicose<sup>12</sup>:

$$T = \frac{C_i - (C_f \times \text{PEG}_r) \times \text{RP (ml/min)} \times 1000}{\text{CI (cm)}} \quad \text{onde:}$$

$$\text{PEG}_r = \frac{\text{PEG}_i}{\text{PEG}_f}$$

- "i" - concentração de PEG na solução de perfusão;
- "f" - concentração de PEG nas alíquotas do perfusado;
- "T" - transporte transepitelial de água, sódio e glicose;
- "RP" - ritmo de perfusão;
- "CI" - comprimento do segmento intestinal;
- "C<sub>i</sub>" - a concentração de sódio e glicose na solução de perfusão;
- "C<sub>f</sub>" - a concentração de sódio e glicose no perfusado;
- transporte de água expresso em µl/min/cm;
- transporte de sódio expresso em µEq/min/cm;
- transporte de glicose expresso em µg%/min/cm.

### Análise estatística

Para a análise estatística do transporte transepitelial de água, sódio e glicose da "água" de coco, foi utilizado o teste t de Student.

### Resultados

Foram analisadas duzentas e quarenta amostras da "água" de coco, provenientes da perfusão em alças jejunais de ratos *in vivo*, obtidas do V ao X mês do processo de maturação do fruto. Os resultados obtidos com "água" de coco *in natura*, do V ao X mês do processo de maturação do fruto, demonstraram absorção de água em todos os estágios, independentemente da baixa concentração de sódio, alta concentração de glicose e osmolalidade maior que a do plasma de seres humanos (Tabela 3).

O transporte intestinal de sódio apresentou secreção deste íon em todos os estágios do processo de maturação do fruto, sendo que com o fruto obtido no VII e X mês

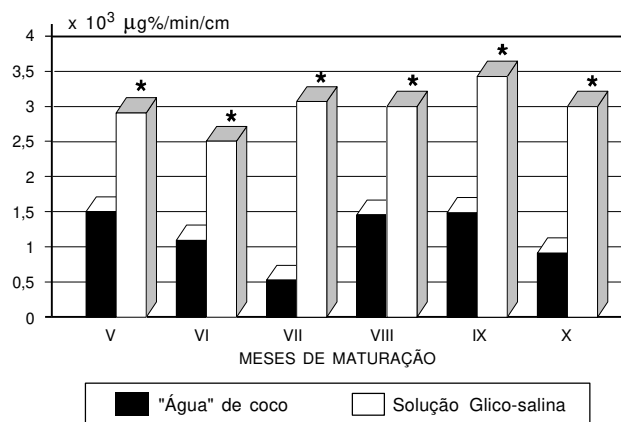
constatou-se o maior índice médio de secreção de sódio - 203,17 µEq/min/cm (Tabela 3).

**Tabela 3** - Transporte transepitelial de água, sódio e glicose

idade meses	Água		Sódio		Glicose	
	µl/min/cm Média	DP	µEq/min/cm Média	DP	µg%/min/cm Média	DP
V	1.51	0.54	-186.44	63.48	8173.51	75.03
VI	1.00	0.69	-149.95	52.82	6982.57	209.31
VII	0.38	0.30	-203.17	27.42	4025.28	174.19
VIII	1.43	0.50	-172.30	45.25	4213.62	147.19
IX	1.33	0.39	-121.78	24.38	5185.93	265.75
X	0.73	0.20	-203.81	49.87	2396.45	436.85

Os resultados do transporte de água, sódio e glicose nos diferentes estágios do processo de maturação do fruto, em comparação com os valores observados com a solução-controlada glico-salina estão representados nos Gráficos 1, 2 e 3, respectivamente.

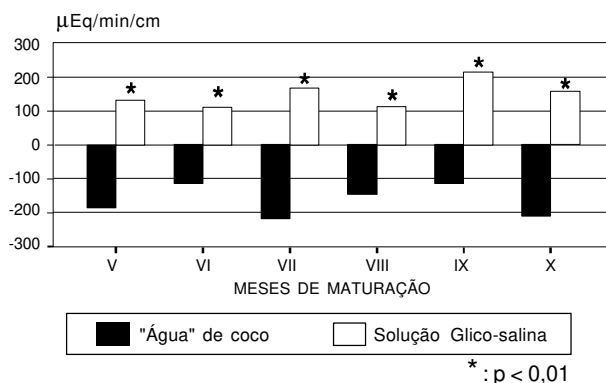
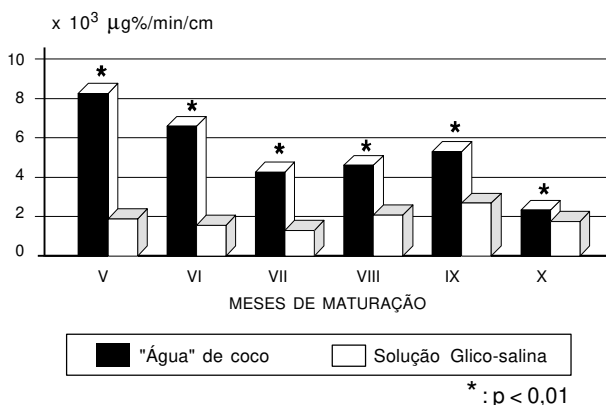
**Gráfico 1** - Transporte de água entre as soluções "água" de coco e glico-salina.



\* : p < 0,01

### Discussão

A utilização de soluções alternativas de hidratação oral empregando recursos locais e mantendo os hábitos culturais da comunidade, tem sido defendida pela OMS<sup>12</sup>. A "água" de coco é tradicionalmente consumida como SRO em algumas áreas geográficas do mundo, particularmente em regiões onde os coqueiros são plantados extensivamente. Sua utilização é difundida entre a população local, tanto nos períodos de saúde como também nos de doença, para diminuir os efeitos dos episódios de gastroenterites. Após o estudo da composição química da "água" de coco nos diferentes meses do processo de maturação do fruto, segundo trabalho de Fagundes Neto *et alli*<sup>7</sup>, foram realizadas perfusões intes-

**Gráfico 2** - Transporte de sódio entre as soluções "água" de coco e glico-salina.**Gráfico 3** - Transporte de glicose entre as soluções "água" de coco e glico-salina.

tiniais em alças jejunais de ratos *in vivo*, para avaliar o transporte transepitelial de água, sódio e glicose deste fluido em cada mês do processo de maturação. Lifshitz & Wapnir, 1985<sup>13</sup>, estudaram perfusão intestinal em jejuno de ratos *in vivo* com SRO de composições variadas e demonstraram que a solução da OMS, contendo 60 mEq/l de sódio, 111 mM de glicose e osmolalidade de 302 mOsm/kg, induziu máxima absorção de água (razão glicose/sódio - 2:1). Em contraste, a solução hipertônica perfundida (Pedialyte - 371 mOsm/kg) resultou em secreção de água (razão glicose/sódio - 9:1). O transporte intestinal máximo de água induzido pelas diferentes SRO foi observado em soluções isotônicas, contendo concentração de glicose entre 80 e 120 mM, e concentração de sódio aproximada de 60 mEq/l. Lifshitz & Wapnir, 1985<sup>13</sup>, perfundiram água deionizada em jejuno de ratos *in vivo*, resultando em secreção de sódio ( $-203,2 \pm 8,0 \mu\text{Eq}/\text{min}/\text{cm}$ ), e, no entanto, ocorreu absorção de água ( $2,61 \pm 0,15 \mu\text{l}/\text{min}/\text{cm}$ ), o que demonstra que, embora a máxima absorção de água esteja relacionada à concentração de glicose/sódio (2:1), há absorção de água pelo jejuno mesmo em soluções que não contenham sódio e glicose. Isso ocorreu também em soluções que continham sódio, mas não

glicose, e osmolalidade próxima do plasma, como ficou demonstrado no trabalho de Lifshitz & Wapnir, 1985<sup>13</sup>, ao perfundirem solução de Krebs modificada. Os autores concluíram que soluções com excesso de glicose reduziram o transporte de água e soluções com baixa concentração de sódio induziram a secreção deste íon. Ambas as observações estão de acordo com os resultados publicados por Slade & Dawson.<sup>14,15</sup>

O transporte transepitelial de água demonstrou absorção em todos os estágios do processo de maturação do fruto ( $x = 1,07 \pm 0,45 \mu\text{l}/\text{min}/\text{cm}$ ), embora com valores inferiores aos encontrados por Lifshitz & Wapnir<sup>13</sup>, ao perfundirem uma solução isotônica, e inferiores aos resultados encontrados por Kawakami<sup>16</sup>, ao perfundir solução-controle ( $x = 4,18 \pm 0,26 \mu\text{l}/\text{min}/\text{cm}$ ); uma possível explicação está relacionada a alta taxa de glicose e a baixa taxa de sódio encontradas na "água" de coco em todos os estágios estudados. Estudos experimentais de absorção jejunal demonstraram que excesso de glicose na solução reduz o transporte de água, e baixa taxa de sódio induz secreção deste íon, maior do que sua absorção<sup>17,18</sup>. O transporte transepitelial de sódio apresentou secreção em todos os estágios do processo de maturação estudados ( $x = 169,04 \pm 29,06 \mu\text{Eq}/\text{min}/\text{cm}$ ), sendo que no VII mês apresentou o maior índice médio de secreção ( $-203,17 \mu\text{Eq}/\text{min}/\text{cm}$ ). Neste mês foram encontrados a maior concentração média de glicose ( $40,34 \pm 8,53 \text{ g/l}$ ) e a osmolalidade média mais elevada ( $402,4 \pm 58,5 \text{ mOsm}/\text{kg}$ ), numa razão glicose/sódio de 45:1. A explicação para a secreção de sódio em todos os estágios é a baixa taxa deste íon durante todo o processo de maturação do fruto.

Finalmente, diante dos resultados obtidos através do transporte transepitelial de sódio, pode-se afirmar que a "água" de coco *in natura*, no modelo experimental utilizado, não evidenciou quaisquer características que permitam enquadrá-la como uma SRO, levando-se em consideração bases científicas.

#### Referências bibliográficas

1. Farthing MJG. History and rationale of oral rehydration and recent developments in formulating an optimal solution. *Drugs*, 36 (suppl.4); 1988:80-90.
2. Hirschhorn N. The treatment of acute diarrhea in children: A historical and physiological perspective. *Am J Clin Nutr*, 1980;33:637-63.
3. Snyder JD. From pedialyte to popsicles: a look at oral rehydration therapy used in the United States and Canada. *Am J Clin Nutr*, 1982; 35: 157-61.
4. Panamerican Health Organization. Oral rehydration therapy: an annotated bibliography. 2. ed. Washington. A prospect of the WHO/PAHO. Program for the control of diarrheal diseases. 1983.

5. Kuberski T, Roberts A, Linehan B, et al. Coconut water as a rehydration fluid. *N Z Med J.*, 1979;90: 98-100.
6. Kuberski T. - Appropriate technology: Coconut water for the oral rehydration of childhood diarrhoeas. *N Z Med J*, 1980; 91:390-2.
7. Fagundes Neto U, Franco L, Tabacow KMBD, et al. "Água" de coco - Variações de sua composição durante o processo de maturação. *J. Pediatr*, 1989; 65 (1/2) 17-21.
8. Lifshitz F, Hawking RL, Diaz-Bensussen S, et al. Absorption of carbohydrates in malnourished rats. *J Nutr*, 1972; 102: 1303-10.
9. Barhan D, & Trinder P. An improved colour reagent for the determination of blood glucose by the oxidase system. *Analyst*, 1972; 97: 142-5.
10. Skoog B. Determination of polyethylene glycols 4000 and 6000 in plasma protein preparations. *Vox Sang*, 1979; 37: 345-49.
11. Wapnir RA, & Lifshitz F. Osmolality and solute concentration - Their relationships with oral hydration solution effectiveness: An experimental assessment. *Pediatr Res*, 1985; 19: 894-8.
12. Black RE, Merson MH, Taylor PR, et al. Glucose vs. sucrose in oral rehydration solutions for infants and young children with rotavirus associated diarrhoea. *Pediatrics*, 1981; 67: 70-83.
13. Lifshitz F, Wapnir RA. Oral hydration solutions: Experimental optimization of water and sodium absorption. *J Pediatr*, 1985;106: 383-9.
14. Sladen GE, & Dawson AM. Interrelationships between the absorptions of glucose, sodium and water by the normal human jejunum. *Clin, Sci*, 1969a; 36: 119-32.
15. Sladen GE, & Dawson AM. Effects of flow rate on the absorption of glucose in a steady perfusion system in man. *Clin Sci*, 1969b; 36: 133-45.
16. Kawakami E. Transporte Transepitelial de Soluções de Hidratação Oral em alças jejunais de ratos submetidos à perfusão "in vivo". São Paulo, 1991 (Tese - Doutorado - Escola Paulista de Medicina).
17. Schultz SG & Zalusky R. Ion transport in isolated rabbit ileum. II - The interaction between active sodium and active sugar transport. *J Gen Physiol*, 1964; 47: 1043-59.
18. Hunt JB, Elliott EG, Fairclough PD, et al. Effects of Na<sup>+</sup> on water and Na<sup>+</sup> absorption from hypotonic oral rehydration solutions (ORS). *Clin Sc*, 1978b; 74 (suppl. 18): 2p.