

## Capítulo 2

# **ÁGUA NA AVICULTURA: IMPORTÂNCIA, QUALIDADE E EXIGÊNCIAS**

*Eduardo Spillari Viola*

*Teresa Herr Viola*

*Gustavo Julio Mello Monteiro de Lima*

*Valdir Silveira de Avila*



## Introdução

A água é o elemento essencial para a manutenção da vida. Nos sistemas vivos ela exerce papel fundamental na manutenção da homeostase, ou seja, a capacidade de manter as condições do ambiente dentro de limites toleráveis. Corresponde a mais de 70% do peso de muitos organismos; está presente em todas as células do organismo e devido as suas características; desempenha importantes funções como a manutenção do pH e da concentração de eletrólitos; é veículo de excreção de metabólitos; é o meio no qual ocorrem o transporte de nutrientes, as reações enzimáticas de síntese e catabolismo das reações metabólicas e a transferência de energia química.

A importância da água nos sistemas de produção tem aumentado pelas funções exercidas por esse elemento no equilíbrio dos sistemas ecológicos, mas também pelo impacto gerado pelos sistemas de produção agrícola e animal na utilização e potencial de contaminação das fontes de água.

A reflexão sobre os problemas de abastecimento de água potável no planeta Terra para as atividades humanas e produção animal é importante. A água é essencial na manutenção da vida, porém é um recurso limitado. Estima-se em 1.400 milhões de km<sup>3</sup> o montante de água no planeta, 97% desse volume é água salgada, portanto 3% é água doce, localizadas em rios, lagos, geleiras e depósitos de alta profundidade. Na atividade humana e na produção animal é utilizada basicamente a água doce de superfície, menos de 1% do volume total e exclusivamente continental (MACARI, 1996a; BELLAVER; OLIVEIRA, 2009).

Quando comparada com os grãos e farelos utilizados na alimentação animal, a água ainda pode ser considerada um nutriente barato, de composição estável e abundantemente disponível, sendo sua importância ignorada. Thulin e Brumm (1991) chamaram a água como o Nutriente Esquecido, demonstrando claramente a desatenção de todos para a sua importância, a falta ou alterações na sua composição apresentam

impactos altamente significativos no desempenho animal. Portanto, a água pode e deve ser considerada o nutriente mais crítico nos sistemas de produção animal.

## Propriedades físico-químicas da água

A molécula de água apresenta a forma geométrica de um tetraedro, formada por um par de átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio formando entre si um ângulo de  $104,5^\circ$ . A molécula da água apresenta dois pólos elétricos, um positivo, na região do hidrogênio e outro negativo na região do oxigênio. O resultado eletrostático da atração entre o núcleo positivo de uma molécula de água com o núcleo negativo de outra molécula de água constitui uma ponte de hidrogênio (LEHNINGER et al., 1993).

Na água as pontes de hidrogênio conferem propriedades físicas diferenciadas, que permitem reações de hidrólise e oxidação. A água apresenta alto ponto de fusão, alto ponto de ebulição, alto calor específico, alta condutividade térmica, elevado calor latente de vaporização, o que confere a água grande coesão interna, Tabela 1 (LEHNINGER, 1993). O alto calor específico, a alta condutividade térmica e o alto calor latente de vaporização permitem o acúmulo e a transferência de calor pela perda evaporativa, que são propriedades físicas da água importantes na regulação da temperatura corporal (CHURCH; POND, 1982).

A água também forma pontes de hidrogênio com biomoléculas não carregadas, mas polares, como os açúcares, álcoois, aldeídos e cetonas; compostos com ligações N-H e moléculas contendo estes grupos tendem ser solúveis em água, são chamados hidrofílicos. A água dissolve sais com o NaCl, por hidratação e estabilização dos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ . Compostos contendo grupos funcionais com os ácidos carboxílicos (-COOH) amino protonado ( $-\text{NH}^{3+}$ ) e ésteres de fosfato geralmente são solúveis em água. Os gases importantes nos sistemas biológicos ( $\text{CO}_2$ ,

$O_2$  e  $N_2$  são apolares, logo pouco solúveis em água. Alguns organismos possuem carreadores (proteínas) que facilitam o transporte de  $O_2$  e  $CO_2$  (hemoglobina). O dióxido de carbono forma ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ) em solução aquosa e dessa forma é transportado (LEHNINGER et al., 1993).

A leve tendência em ionizar é de fundamental importância para a estrutura e funções das moléculas. É importante considerar que soluções de água com ácidos fracos e seus sais atuam como tampões em resposta as trocas de pH nos sistemas biológicos (LEHNINGER, 1993).

**Tabela 1.** Pontos de dissolução, ebulição e calor de vaporização de algumas substâncias (adaptado de Lehninger et al., 1993)

	Ponto de Dissolução (°C)	Ponto de Ebulição (°C)	Calor de Vaporização (J/g) <sup>#</sup>
Água	0	100	2.260
Metanol ( $CH_3OH$ )	-98	65	1.100
Etanol ( $CH_3CH_2OH$ )	-117	78	854
Propanol ( $CH_3CH_2CH_2OH$ )	-127	97	687
Butanol ( $CH_3(CH_2)_2CH_2OH$ )	-90	117	590
Hexano ( $CH_3(CH_2)_4CH_3$ )	-98	69	423
Butano ( $CH_3(CH_2)_3CH_3$ )	-135	-05	381

\* A energia de calor necessária para converter 1,0 g de um líquido em seu ponto de ebulição, a pressão de uma atmosfera, em seu estado gasoso, numa mesma temperatura. Esta é uma medida direta da energia necessária para superar as forças de atração entre moléculas na fase líquida.

## Funções da água no organismo

A água é uma biomolécula essencial a manutenção da vida com a capacidade de solubilizar e modificar propriedades das proteínas, carboidratos e gorduras através da formação de ligações de hidrogênio com grupos polares dessas moléculas. Essas interações modificam a conformação e as propriedades das biomoléculas (LEHNINGER et al., 1993; RODWELL, 1996).

A água exerce diferentes funções no organismo vivo. Participa ativamente nos processos vitais como a digestão dos alimentos, a absorção e o transporte dos nutrientes, a translocação de compostos químicos, da respiração, da manutenção da temperatura corporal, da excreção de resíduos do metabolismo, da hidrólise das proteínas, gorduras e carboidratos; do líquido cérebro espinhal, amparando o sistema nervoso, do líquido sinovial, lubrificando as juntas, auricular auxiliando na audição, intraocular auxiliando a visão e amniótico, da secreção e do transporte de hormônios, é fundamental no equilíbrio ácido base do organismo (LLOYD et al., 1978; NILIPOUR; BUTCHER, 1998; NRC, 1998).

## Distribuição no organismo da ave

A água é o principal componente do corpo dos seres vivos. Representa aproximadamente 70% do peso corporal e, desse total 70% é encontrado no interior das células e 30% no líquido extracelular (LEESON; SUMMERS, 1997). O conteúdo de água no corpo varia de acordo com a espécie (Tabela 2), a idade, o sexo, o genótipo e a condição de alimentação dos animais. Aves mais jovens possuem uma porcentagem maior de água corporal, diminuindo essa proporção com o crescimento; machos tendem a possuir mais água corporal do que fêmeas, devido à maior proporção de massa muscular (alta quantidade de água) em relação à gordura corpórea (baixa quantidade de água).

Dentro do organismo a água se encontra em dois compartimentos: intracelular (70%) e extracelular (30%). O compartimento extracelular pode ser dividido em intersticial e intravascular. Existe ainda uma terceira classificação para o líquido presente no organismo, que se refere ao líquido que compõe o líquido cefalorraquidiano, urina, bile, líquido sinovial e água presente no trato gastrointestinal. Esses líquidos recebem a denominação de líquidos transcelulares. Ao nascer, a maior proporção da água se encontra no compartimento extracelular, essa relação reduz com a idade. (LEESON; SUMMERS, 1997; LARBIER; LECLERCO, 1994a).

**Tabela 2.** Teor de água presente no corpo dos animais de acordo com a espécie e idade

Espécie animal	Água corporal, %
Bovinos	60 a 65
Suínos (7 dias)	80
Suínos (70 dias)	64
Suínos (150 dias)	49
Frangos de Corte	63
Aves de Postura	53
Ovinos	55

Adaptado de Lloy et. al., 1978.

## Fontes de água

A água necessária para suprir as necessidades diárias dos frangos de corte é obtida de três fontes, a água de consumo propriamente dita, a água coloidal dos alimentos, que em média as dietas para frangos apresentam em torno de 13% de umidade e a água metabólica, formada durante os processos de oxidação no metabolismo das moléculas de gordura, proteína e carboidratos das aves. A oxidação dos alimentos produz água em quantidades próximas aos seus valores calóricos ou componentes dos alimentos. O metabolismo das gorduras é responsável pela maior produção de água metabólica, em base de peso do

que carboidratos e proteínas; enquanto os carboidratos representam a maior produção de água por unidade de energia metabolizável. Assim, o uso de dietas ricas em carboidratos é recomendável para animais em condições de desidratação. Este valor é de 10 a 15 gramas de água por 100 kcal de energia metabolizável da dieta. Na Tabela 3 é mostrada a produção de água metabólica a partir do conteúdo de glicídios, protídeos e lipídios dos alimentos (LEESON; SUMMERS, 1997).

**Tabela 3.** Produção de água metabólica a partir de 100 gramas dos glicídios, protídeos e lipídios típica dos nutrientes

Nutriente	H <sub>2</sub> O Metabólica (g)	Valor calórico médio (kcal)	Água metabólica/100 kcal de Energia Metabolizável
Glicídios	60	400	15,0
Proteínas	42	400	10,5
Lipídios	100	900	11,1

Adaptado de Lloy et al, 1978.

## Balanço hídrico nas aves

O balanço hídrico é obtido pela simples subtração da água que o animal ganha (água ingerida, água do alimento e água metabólica), pela água perdida (fezes, urina, respiração). Teoricamente a quantidade de água consumida deve ser igual à quantidade perdida para que ocorra o equilíbrio. No entanto isso não ocorre, pois a água excretada é somada a água metabólica produzida pelo organismo, dessa forma o volume excretado é superior ao volume ingerido, o que implica que o controle da ingestão de forma simples não é eficiente na manutenção do equilíbrio hídrico.

Existem variações diárias na quantidade de água excretada e necessariamente ocorre uma resposta para a manutenção da homeostase do organismo. As aves perdem água por meio de cinco vias diferentes: pelos rins (urina), pelos intestinos (fezes), pelos pulmões (respiração), através pele (evaporação) e por meio da produção de ovos. A consequência das perdas naturais de água pela ave é a diminuição do volume de líquido

intravascular. Esta diminuição de volume resulta em hipotensão, devido à diminuição do débito cardíaco em decorrência da queda da volemia, e um aumento relativo da concentração plasmática de minerais, principalmente  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  (BRUNO; MACARI, 2002).

## Consumo de água

O ato de beber inicia quando ocorre uma situação de déficit de água no organismo. Os mecanismos de ingestão e disponibilidade de água são fundamentais na manutenção do equilíbrio de água no corpo, além de evitar quadros de desidratação. O equilíbrio de água implica nos mecanismos de entrada e saída de água no organismo.

A água é o nutriente mais importante consumido pelas aves. Durante a sua vida um frango de 2,3 kg irá consumir aproximadamente oito litros de água e quatro quilos de alimento. Estudos demonstraram que o consumo diário de água pode ser estimado multiplicando a idade da ave por 5,9 mL de água (PESTI, 1985). Convém lembrar que todos os fatores que impactam na redução do consumo de alimento, com exceção das altas temperaturas do ambiente, também resultam na redução do consumo de água. Na Tabela 4 estão apresentadas estimativas de consumo de água para diferentes espécies de aves em diferentes idades de produção (BELL; WEAVER, 2002).

O consumo diário de água é uma informação importante para o manejo do lote e auxilia no diagnóstico de problemas de desempenho e umidade de cama. Medidores são excelentes ferramentas para detectar vazamentos ou quebras nas linhas de fornecimento de água. Em adição, o consumo diário das aves também é necessário para determinar as necessidades de medicamento quando adicionados à água.

Para cada espécie existe uma relação ideal entre o consumo de água e o consumo de alimento. Em frangos de corte foi observado por Viola (2003) relação de 1,9 na primeira semana, 1,9 na segunda semana e

de 2,1 na terceira semana de vida, relações essas que não foram afetadas pela intensidade de restrição de água utilizada indicando que os frangos de corte bebem para comer. Restrição na oferta diária de água tem como resposta imediata a redução no consumo de alimentos com consequente perda na velocidade de ganho de peso das aves. Esse fato demonstra que a água apresenta função vital, relacionada com a perda de eficiência metabólica do alimento consumido em aproximadamente um terço do normal.

O consumo de água pode ser influenciado pela natureza da dieta. Dietas com alta concentração de sódio ou potássio estão associadas com aumento de consumo de água. Dietas com concentração de sódio de 0,25% estimulam aumento do consumo de água em 10% em comparação com dietas contendo 14% de sódio. Dessa forma, a manipulação do conteúdo mineral da dieta é uma forma de prática de controle do consumo de água. A proteína da dieta também modifica o consumo de água; dietas com alta proteína proporcionam aumento no consumo de água, que pode estar relacionado ao mecanismo de excreção do ácido úrico pelos rins. Em média aumentos de 1% na proteína da dieta estão associados com 3% de aumento no consumo de água.

O consumo de água é crescente com a idade dos animais (Figura 1). Viola (2003) determinou os consumos diários, semanais em um lote de frangos de corte (Tabela 5) e observou crescimento constante e diário dos volumes de água consumidos por frangos de corte mantidos em temperatura de conforto. Os consumos médios semanais foram de 319 mL/frango na semana 1; 542 mL/frango na semana 2 e 1.077 mL/frango na semana 3. Também é possível considerar que os volumes de água consumida aumentaram linearmente nesse período em resposta a cada unidade de peso depositado pelos frangos de corte, evidenciando o potencial de ganho de carne magra desses animais nessa fase (Tabela 6). O consumo de alimentos está diretamente relacionado ao consumo de água, sendo dependente do mesmo, dessa forma, podemos sugerir que os frangos bebem para comer (Figuras 2 e 3).

**Tabela 4.** Consumo de água de frangos de corte, aves de postura e perus em diferentes idades

Idade (semanas)	Frangos de corte (mL/semana)	Postura leve (mL/semana)	Postura pesada (mL/semana)	Perus (mL/semana)	
				Machos	Fêmeas
1	225	200	200	385	385
2	480	300	400	750	690
3	725			1.135	930
4	1.000	500	700	1.650	1.274
5	1.250			2.240	1.750
6	1.500	700	800	2.870	2.150
7	1.750			3.460	2.640
8	2.000	800	900	4.020	3.180
9				4.670	3.900
10		900	1.000	5.345	4.400
11				5.850	4.620
12		1.000	1.100	6.220	4.660
13				6.480	4.680
14		1.100	1.100	6.680	4.700
15				6.800	4.720
16		1.200	1.200	6.920	4.740
17				6.960	4.760
18		1.300	1.300	7.000	
19				7.020	
20		1.600	1.500	7.040	

Adaptado de Bell e Weaver, 2002.

**Tabela 5.** Consumo médio de água de frangos de corte de uma a três semanas de idade (mL/ave)

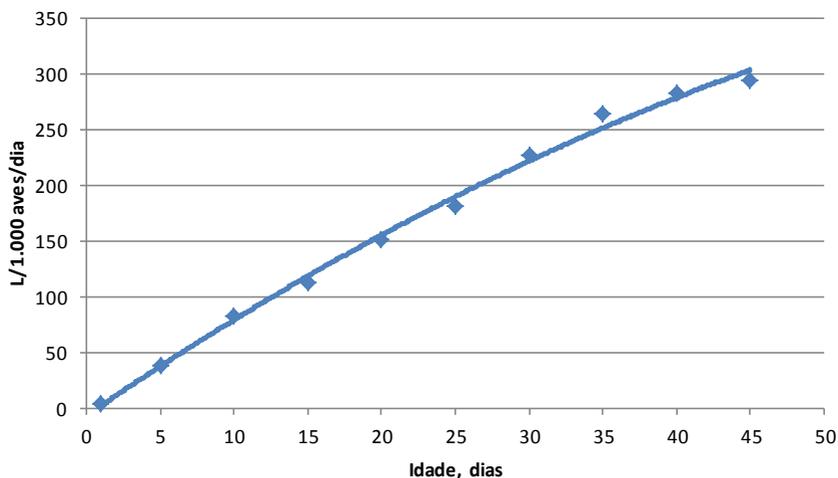
Semana	Dia da semana						
	1	2	3	4	5	6	7
1	23	33	40	53	57	57	55
2	79	85	88	98	108	107	141
3	137	163	164	194	190	225	198

Adaptado de Viola, 2003.

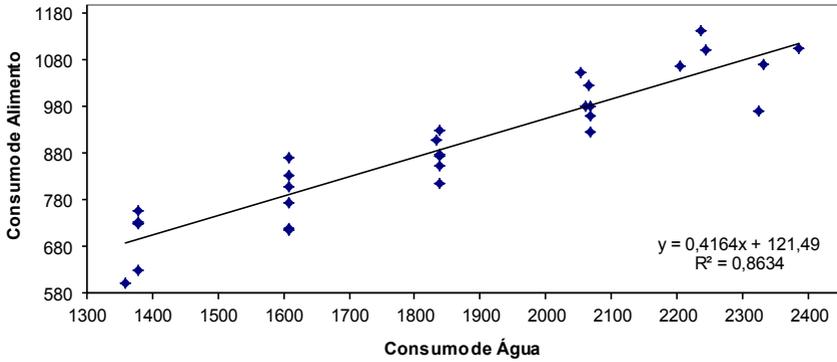
**Tabela 6.** Relação entre o consumo de água/consumo de alimento, consumo de água/ganho de peso de frangos de corte até a terceira semana de vida

	Semana		
	1	2	3
Ganho de Peso Semanal, g	140	284	398
Consumo Médio Semanal, g	173	542	1.077
Consumo de água Semanal, mL	319	1.024	2.295
Consumo Água:Ganho Peso, mL/g	2,28:1	3,60:1	5,76:1
Consumo Água:Consumo Alimento	1,84:1	1,88:1	2,13:1

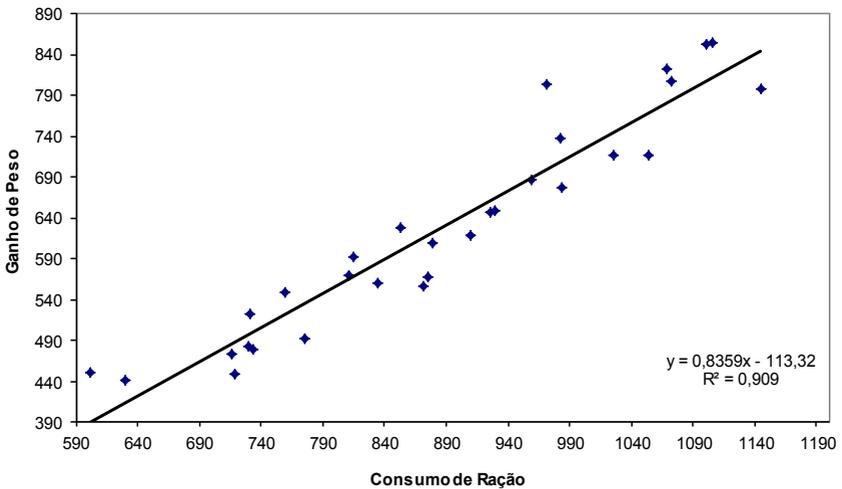
Adaptado de Viola, 2003



**Figura 1.** Consumo de água de frangos de corte em função da idade



**Figura 2.** Gráfico de consumo de água x consumo de alimento em aves submetidas a diferentes restrições de água de 1 a 21 dias de idade (Viola, 2003)



**Figura 3.** Gráfico de consumo de ração x ganho de peso de frangos de corte submetidos a diferentes restrições de água de 1 a 21 dias de idade (Viola, 2003)

## **Entendendo o comportamento do consumo de água**

Para os lotes de frangos de corte se desenvolverem de forma adequada, eles precisam livre acesso à água fresca, limpa e de qualidade. Porém, é importante os produtores conhecer os comportamentos de consumo de água dos animais para o manejo do seu sistema de fornecimento de água para proporcionar o máximo desempenho.

Em média, um frango de corte visita o bebedouro não menos do que uma vez por minuto, o que indica que retornarão diversas vezes ao bebedouro durante o dia. As aves preferem comer e beber junto com outras aves, comportamento denominado “Facilitação Social” e indica porque as aves desempenham melhor quando em grupos.

As aves necessitam acesso à água de forma suficiente para amolecer os alimentos consumidos e evitar problemas de consumo. A água no papo amolece o alimento e facilita os processos de digestão, sem a água o alimento compacta no papo e pode pressionar a carótida prejudicando o fluxo do sangue para o cérebro.

Especial atenção deve ser dada as primeiras semanas de vida. Nos primeiros dias as aves devem ficar próximas as fontes de água. Podemos auxiliar as aves a consumir mais rápido ou mais lento, mas, não devemos forçar o maior consumo da água.

## **Regulação do consumo voluntário de água**

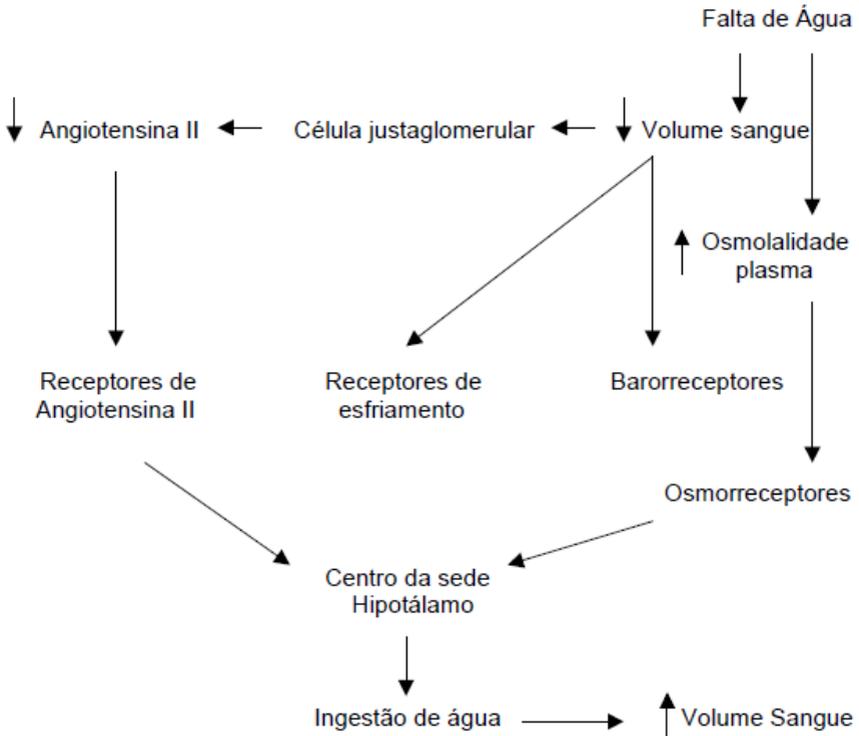
A água representa, aproximadamente, 70% do peso das aves. Do volume total, 70% encontram-se dentro das células e 30% nos espaços intracelulares e no sangue. O conteúdo de água do corpo está diretamente associado ao seu teor de proteína. Assim, com o aumento da idade, a deposição de tecido adiposo nos frangos aumenta e, por

consequência, o percentual de água, em relação ao peso corporal, diminui (LEESON; SUMMERS, 1997). Além disto, aves mais pesadas (velhas) tem um menor *turnover* de água no organismo. Esta evidência é importante, pois demonstra que pintos têm uma troca de água mais acentuada do que os frangos e isto pode ser importante em momentos de estresse calórico (MACARI, 1996). A manutenção da composição do ambiente interno, conhecida como homeostase, é essencial para a manutenção da vida e da saúde animal. Inclui a distribuição da água no organismo, a manutenção do pH e do balanço das concentrações de eletrólitos.

Nas aves a regulação da ingestão voluntária de água é regida por dois mecanismos principais: a desidratação celular e o sistema renina-angiotensina. Estes mecanismos atuam estimulando a sede e induzindo o animal a consumir água (Figura 4). A resposta da sede é influenciada por diferentes estímulos, sendo o aumento da osmolaridade do líquido extracelular um dos mais importantes. As reduções do volume extracelular e do sangue também estimulam a sede por uma via independente. Um terceiro estímulo é angiotensina II, associada a fatores como hipovolemia e baixa pressão sanguínea (GUYTON et al., 1997).

O centro da sede é regulado pelo hipotálamo por meio de sensores osmóticos, que detectam alterações na osmolaridade do plasma sanguíneo. Como consequência da redução do volume, o aumento na osmolaridade do plasma sinaliza para a produção da Angiotensina II, induzindo a vasoconstrição e levando a ave a consumir água. Duas respostas distintas, a conservação da água por antidiurese e a aquisição de água pela sede servem para manter a homeostase hídrica do organismo. Esses mecanismos são controlados pela ação conjunta do hormônio antidiurético hipofisiário (ADH), e do sistema renina-angiotensina. A regulação do balanço hídrico no organismo depende dos mecanismos hipotalâmicos de controle da sede, do hormônio antidiurético e da retenção e da excreção de água pelos rins. Os estados de depleção ou excesso de água são acompanhados pelo

excesso ou depleção de sódio. A depleção de água pode ser ocasionada por redução de consumo, ou aumento de perdas, por exemplo, casos de vômito e diarreia e hiperventilação (LARBIER; LECLERCO, 1994a; MACARI, 1995; BAILEY, 1999; RODWELL, 1996; GUYTON et al., 1997).



**Figura 4.** Mecanismo de ingestão de água pelas aves (Adaptado de MACARI, 1996)

## Absorção de água

O frango de corte moderno, entre outras características, apresenta alta velocidade de deposição de músculos, o que confere a ele alta taxa de crescimento (55 g/dia) e conseqüentemente elevada atividade metabólica. A ingestão de água passa a ser fundamental em comparação com as demais espécies, visto que o tecido protéico necessita de maior quantidade de água para ser depositado (AGROCERES ROSS, 2000; 2004).

A água é absorvida ao longo de todo o trato digestivo das aves sendo determinada por diferentes fatores. A relação osmótica no interior do intestino delgado pode ser determinante na absorção de água. A princípio, a água é absorvida por transporte passivo juntamente com íons, sódio e potássio, podendo ser também absorvida contra um gradiente de pressão, num modelo de dupla membrana com o movimento da água ligada ao soluto (DAVENPORT, 1977; STURKIE, 1986; GUYTON, 1991). Quando o alimento no trato digestivo apresentar concentração osmótica superior que a do sangue ou dos fluídos, a tendência é que a água deixe os tecidos. Portanto, a absorção de água ocorrerá quando a concentração osmótica no lúmen for menor que a concentração nos fluídos dos tecidos. A absorção de água é mais eficiente quando é ingerida na ausência de alimento (LLOYD et al., 1978). Entretanto, pode ocorrer dificuldade de absorção de água em situações de excesso de consumo, por exemplo, períodos de fornecimento de água logo após intervalo de tempo onde ocorreu restrição hídrica. A água em excesso passa diretamente pelo trato digestivo sendo excretada, indicando que o consumo excedeu a capacidade de absorção dos animais, conforme observado por Viola, 2003.

Nos animais não ruminantes a entrada de água no estômago é marcante, o mesmo ocorrendo no duodeno, onde fluídos do pâncreas, a bile e as glândulas intestinais causam um influxo líquido de água. Ocorre absorção de água no íleo, no jejuno, no ceco e no intestino

grosso, mas as quantidades absorvidas variam muito nas diferentes porções intestinais. O movimento de água no duodeno é no sentido de manter seu conteúdo isotônico. A absorção de água é resultado da atividade osmótica dos componentes do alimento, principalmente glicose e aminoácidos, e a neutralização de ácidos, com consequente redução da pressão osmótica (DAVENPORT, 1977; CHURCH; POND, 1982; GUYTON, 1991).

Outro fator que afeta a absorção de água nos intestinos delgado e grosso é a natureza dos componentes glicídicos do alimento. Polissacarídeos como a pectina, tendem a formar géis no trato digestivo. Os géis retêm a água e reduzem a absorção através do intestino. Estes alimentos, que aumentam a proporção de água das fezes, normalmente têm efeitos laxativos (LLOYD et al., 1978; CHURCH; POND, 1982). Os diferentes fatores que reduzem a capacidade de absorção de nutrientes pelo trato intestinal, diminuem também a capacidade de absorção de água, sendo a saúde intestinal um fator importante na capacidade de absorção.

É importante observar que as aves possuem a capacidade fisiológica específica de reabsorver a água da urina; que retorna no cólon, local de absorção de água resultando na precipitação do ácido úrico na forma de partículas de uratos que recobrem as fezes.

## **Perdas de água**

As principais formas pelas quais os animais perdem água são a respiração, a transpiração (perdas por evaporação) e a excreção pelas fezes e pela urina. Nos animais em crescimento é possível considerar como perda aquela água que participa da formação de novos tecidos. Ainda, no caso das poedeiras, pode ser considerada como perda a água dos ovos.

As aves têm reduzida capacidade de transpirar, pois não possuem glândulas sudoríparas. Assim, as perdas por evaporação pela pele são pouco significativas. Logo, as perdas através da respiração são muito importantes. A perda de calor nos animais é favorecida visto a água apresentar alto calor latente de vaporização, sendo necessários 0,575 kcal para vaporizar um grama de água. A temperatura ambiental e a umidade relativa do ar afetam as perdas pela respiração.

Leeson e Summers (1997) indicaram que a perda total de calor por evaporação representa 12% do total, em frangos mantidos em ambiente com 10°C. Porém, pode chegar até 50%, quando a temperatura do ambiente for de 26 a 35°C. Em ambientes com alta umidade, as perdas por evaporação pela pele perdem ainda mais sua eficiência e, em altas temperaturas, a perda de água por evaporação pode igualar-se ao consumo de água, exigindo maiores cuidados na ventilação dos aviários.

As perdas pelas fezes são importantes e podem representar de 20 a 30% do volume de água consumido. A perda mais significativa é a que ocorre a partir da excreção urinária. Várias condições ambientais favorecem ou não estas perdas. Entre elas é possível citar a temperatura do ambiente, a composição mineral da dieta e da água, o teor de proteína da ração, a quantidade consumida de ração, o estado de saúde do animal (as diarreias), o estresse, etc.

Vand de Hel et al. (1991), observaram uma significativa perda de peso e de água em pintos de um dia, submetidos a diferentes temperaturas ambientais (Tabela 7).

**Tabela 7.** Efeito da temperatura do ambiente na perda de peso, de água e de peso do saco vitelino, expressos em percentagem, em pintos de 1 dia

Temperatura ambiente °C	Perda de peso, %	Perda de água, %	Perda de peso do saco vitelino, %
30,8	8,2	1,82	4,5
33,5	7,3	1,05	4,8
35,1	9,6	2,21	5,0
36,8	13,7	3,46	5,2
38,8	13,8	4,35	3,4

Adaptado de Vand de Hel et al., 1991

## Necessidades de água

As propriedades de produção de frangos de corte e de postura quando planejadas devem prever quantidade de água disponível e de qualidade para suprir todas as atividades. A água é necessária para as seguintes propostas: exigência diária dos lotes, sistemas de resfriamento, programa sanitário, controle de incêndio.

As necessidades diárias dos lotes são facilmente estimadas considerando que em todas as idades as aves normalmente consomem duas partes de água para cada parte de matéria seca do alimento (base peso). Em condições normais, a relação do consumo de água com o alimento varia na faixa de 1,5 a 2,5 para 1; Em temperaturas extremamente elevadas, dietas com maior concentração de sódio ou potássio, alta concentração de proteína ou desequilíbrio de aminoácidos relações superiores podem ser observadas.

Para uma proposta de planejamento, instalações de poedeiras devem prever um consumo diário de 0,23 mL por ave. O que é equivalente a 230 L para um lote de 1.000 aves. Um lote de frangos de corte com seis semanas irá necessitar o mesmo volume de água. Essas relações não preveem perdas ocasionais de água.

## Restrição de água para frangos de corte

A restrição de água pode ser não intencional e decorrente da inadequada disponibilidade de água ou falhas no sistema de distribuição de água; ou intencional como parte de um programa para redução de umidade das excretas ou para indução de muda em poedeiras. Em cada caso, a disponibilidade da água é limitada pela remoção do fornecimento em períodos específicos de tempo ou com acesso intermitente do lote a água. As restrições não intencionais ocorrem quando o número insuficiente de bebedouros ou de espaço para consumo é oferecido às aves ou ocorrem quebras nos sistemas de distribuição. Em todos os casos ocorre redução no desempenho animal na proporção direta da quantidade de água consumida pelo lote, dessa forma é importante o controle diário de consumo de água.

Casos de restrição de água devem ser evitados desde os primeiros dias de vida dos frangos de corte. Quando submetidos a situações de restrição hídrica, a primeira resposta das aves é reduzir o consumo de alimentos e conseqüentemente perdem desempenho.

Em condições de alta temperatura os efeitos da restrição hídrica são potencializados, levando à restrição do consumo de alimento, redução na taxa de crescimento e aumento da taxa de mortalidade. Estima-se que 18% da água ingerida são direcionadas para o desenvolvimento e crescimento de novos tecidos. A perda de grande quantidade de água compromete o volume do sangue. Para que não haja colapso no sistema circulatório ocorre saída de água dos compartimentos intersticial e intracelular para o compartimento plasmático, determinando a desidratação celular e extracelular ativando os receptores para a produção de angiotensina. Por outro lado, quando ocorre redução no volume do sangue, os rins secretam renina, que determina a conversão do angiotensinogênio em angiotensina II, induzindo a ingestão (BRUNO; MACARI, 2002). Na Figura 5 está apresentada uma simplificação esquemática dos mecanismos que

desencadeiam os processos de ingestão de água.

A restrição de água em frangos de corte, tanto qualitativa como quantitativa altera a composição do soro sanguíneo, com aumento do ácido úrico, da uréia, das proteínas totais, do hematócrito e dos íons sódio, potássio e cloro, além da redução dos níveis de glicose (BAILEY, 1999). Além disso, é observado aumento da taxa metabólica na condutância térmica e na acidose; uma redução na frequência de ofegação e aumento no volume de ar inspirado por respiração (ARAD, 1983).

Mesmo por poucas horas aves com restrição de água apresentam redução de crescimento e podem apresentar maior suscetibilidade a doenças, especialmente em ambientes quentes, onde ocorre maior consumo de água (MAY et al., 1997; NILIPOUR; BUTCHER, 1998). O consumo de água é diretamente proporcional a idade, porém diminui quando relacionado com unidade de peso corporal das aves (MAKARI, 1995; LEESON et al., 1995).

Restrições crescentes na disponibilidade de água resultaram em menor ganho de peso dos animais, quanto maior a restrição de água menor o ganho de peso (VIOLA, 2003). Nilipour e Butcher (1998) relataram que frangos de corte sem acesso à água, mesmo por períodos curtos, paralisaram o crescimento, o que promoveu redução do ganho de peso. Viola (2003) também observou que a restrição de água resultou em piora na conversão alimentar de frangos de corte. O peso dos órgãos também foi afetado pela restrição hídrica, sendo menores à medida que a intensidade da restrição hídrica aumenta, indicando redução na demanda metabólica e consequentemente menor necessidade de manutenção das aves (Tabelas 8 e 9).

Restrições no fornecimento de água estão associadas com redução no consumo de alimento. No entanto, a restrição hídrica não deve ser utilizada como forma de reduzir o consumo alimentar, pois existe uma variação de resposta individual nas aves e os riscos de alteração

nas funções renais e circulatória. Normalmente a restrição alimentar está associada com maior consumo de água após período curto de aclimação, o que pode resultar em problemas de qualidade de cama. Portanto, quando condicionarmos um período de restrição alimentar é importante restringir o volume de água disponível (LARBIER; LECLERCQ, 1994b).

De forma similar Skinner-Noble e Teeter (2004) observaram alta correlação entre o desempenho de diferentes linhas genéticas de frangos de corte e o consumo de água, sendo interessante salientar que o consumo de água está melhor correlacionada com a conversão alimentar do que o consumo de alimentos. Isso indica que animais com melhor conversão alimentar foram os animais com maior consumo de água e maior peso de intestino enquanto os animais com pior conversão apresentaram menor consumo de água e menor peso de intestino (Tabelas 10 e 11).

**Tabela 8.** Desempenho de frangos de corte submetidos a diferentes níveis de restrição de água de 1 a 21 dias de idade

Restrição de Água	Consumo		Ganho de Peso (g)	CA (g:g)
	Água (mL)	Alimento (g)		
0%	2.295	1.077 a	823 a	1,31 c
10%	2.066	988 b	697 b	1,42 b
20%	1.836	877 c	611 c	1,44 ab
30%	1.605	788 d	517 d	1,53 a
40%	1.377	697 e	487 d	1,43 ab
P < F	-	0,0001	0,0001	0,0003
Equação	-	9,6X + 117	8,5X - 54	-0,04X + 1,71

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey.

Adaptado de Viola, 2003.

**Tabela 9.** Peso de órgãos e perna de frangos de corte submetidos a diferentes níveis de restrição de água de 1 a 21 dias de idade

Restrição de Água	Peso (g)				
	Coração	Perna	Fígado	Intestinos	Papo + Moela
0%	5,28 a	27,29 a	23,73 a	33,54 a	24,59 a
10%	4,57 b	21,01 b	19,20 b	27,85 b	22,0 ab
20%	4,18 bc	20,45 b	16,96 c	24,54 bc	19,31 bc
30%	3,80 c	13,39 c	15,88 cd	23,00 c	16,96 c
40%	3,70 c	17,24 c	14,64 d	21,09 c	17,52 c
P < F	0,0001	0,001	0,0001	0,0001	0,0001
Equação	0,04X + 1,17	0,24X + 1,70	0,21X + 0,90	0,30X + 2,20	0,19X + 4,75

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey.

Adaptado de Viola, 2003.

**Tabela 10.** Correlação entre diferentes variáveis de desempenho

	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Consumo Ração (g)	Ganho Peso (g)	Consumo Água (mL)	Peso TGI* (g)	Conversão Ajustada
Peso Inicial (g)	-	0,61	0,14	0,04	0,07	0,14	0,05
Peso Final (g)	-	-	0,75	0,81	0,68	0,53	-0,54
Consumo Alimento (g)	-	-	-	0,85	0,83	0,53	-0,32
Ganho Peso (g)	-	-	-	-	0,80	0,57	-0,72
Consumo Água (mL)	-	-	-	-	-	0,55	-0,45
Conversão Alimentar	0,07	-0,57	-0,35	-0,77	-0,42	-0,36	0,93

\*TGI = Trato Gastrointestinal.

Adaptado de Skinner-Noble e Teeter 2004.

**Tabela 11.** Análise de variância de características de desempenho de frangos de corte de 42 a 49 dias de idade, classificados de acordo com a conversão alimentar de 1 a 42 dias de idade

	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Consumo Alimento (g)	Consumo água (mL)	CA	Peso TGI (g)	CA ajustada
Top 50%	2.702	3.683	1.683	3.003	1,72	175	2,11
Demais	2.712	3.503	1.618	2.809	2,07	165	2,59

Adaptado de Skinner-Noble e Teeter, 2004.

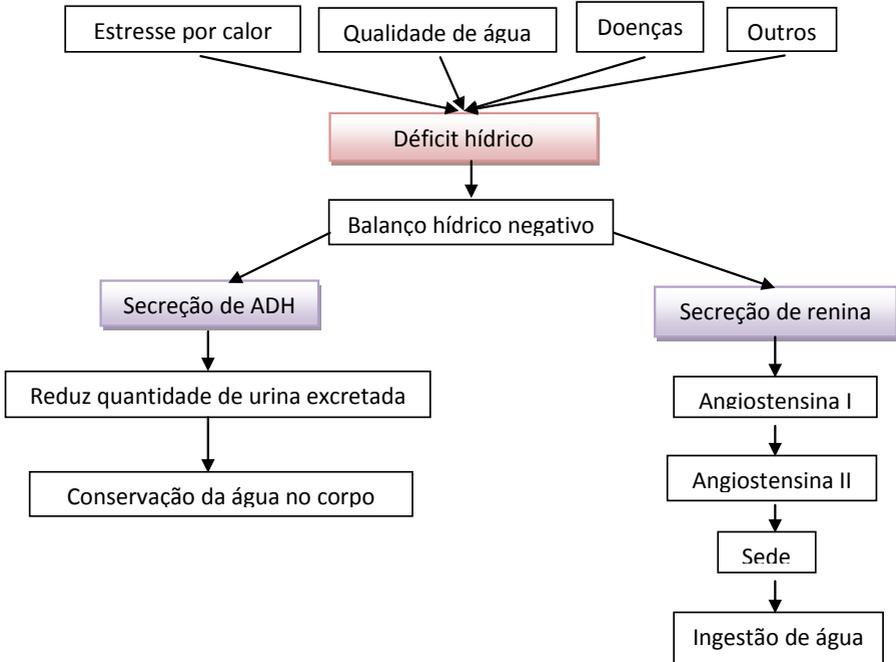


Figura 5. Respostas fisiológicas ao déficit hídrico (MACARI, 1996)

## Fatores que afetam o consumo de água

Diferentes fatores da dieta alteram as necessidades de água e influenciam as relações de consumo de água/consumo de alimento. O aumento do nível de proteína bruta da dieta resulta em aumento do consumo de água e a relação consumo de água/consumo de alimento.

A forma física da dieta, peletizada, triturada ou farelada. Dietas peletizadas ou trituradas resultam em maior consumo de água em comparação as dietas fareladas, embora a relação consumo de água:consumo de alimento permaneça praticamente a mesma. O aumento da concentração de sais na água resulta em aumento do consumo de água.

Entre os fatores que interferem no consumo de água estão a genética, a idade do animal, o sexo, a temperatura do ambiente, a temperatura da água, a umidade relativa do ar, a composição nutricional e a forma física do alimento. Na Tabela 12 está apresentado um resumo dos principais fatores que afetam o consumo de água dos frangos de corte.

**Tabela 12.** Fatores que afetam o consumo de água em frangos de corte e aves de postura

Frango	Qualidade da água	Qualidade do Alimento	Instalação
Genética	Dureza	Composição: Nível proteína Nível de minerais	Temperatura da água
Sexo	Nível de nitratos	Tipo: Farelada Peletizada	
Idade	Sólidos Dissolvidos Totais	Consumo	Pressão da água
Condição de Saúde	Contaminação Bacteriana	Contaminação	Linhas de distribuição instaladas de forma inadequada
Controle da temperatura corporal			Altura dos bebedouros Tipo de bebedouro Vazamentos Temperatura ambiente

Adaptado de Manning et al., 2007.

## Genética

Existem diferenças de consumo de água para diferentes linhagens de aves. As taxas de deposição de proteína maiores necessitam maior consumo de água, além disso, algumas aves apresentam síndrome da diabetes insipidus nefrogênica, situação que faz com que os rins não tenham a capacidade de concentrar a urina. Assim, animais com esta síndrome perdem mais água do que aqueles que não a tem (BAILEY (1999) citou um trabalho de Braun e Stallone (1989); Deeb e Cahaner,

2002).

## Idade da ave

O consumo de água pelas aves está relacionado com a idade. O NRC (1994) apresentou uma tabela de consumo de água para frangos com diferentes idades. Os consumos foram determinados em ambiente com temperatura de 21 °C, exceto para os pintos jovens (Tabela 13). Pesti et al. (1985), Bailey (1999) citando os trabalhos de Patrick e Ferrise (1962), Kellerup et al. (1965) e Lynn (1984), identificaram que o consumo de água está relacionado ao peso corporal dos frangos e ao consumo de alimento e, por consequência, aumenta linearmente com a idade dos animais. O consumo de água pode ser previsto, multiplicando a idade do frango (em dias) por 5,28 mL. Em função da evolução genética, os frangos têm atingido pesos corporais idênticos em períodos de tempo inferiores. Estas diferenças de ganho de peso correlacionam-se diretamente com o consumo de água (Tabela 14).

**Tabela 13.** Consumo de água por frangos de corte mantidos em ambiente de termoneutralidade

Idade (semanas)	Consumo (ml/frango/semana)
1	225
2	480
3	725
4	1000
5	1250
6	1500
7	1750
8	2000

Adaptado do NRC, 1994.

**Tabela 14.** Consumo de água em frangos de corte (mL/frango/semana)

Idade(semanas)	Patrick Ferrise (1962)	Kellerup et al. (1965)	Lynn(1984)
1	104	141	305
2	209	277	609
3	372	431	922
4	626	590	1250
5	667	694	1530
6	807	780	1810
7	885	903	1970
8	953	908	
9	PC = 1,67 kg	PC = 1,5 kg	PC = 1,64 kg

Adaptado de Bailey, 1999.

## Sexo

Machos consomem mais água do que as fêmeas, desde o primeiro dia de vida. A relação de consumo de água:consumo de ração foi de 2,0:1, nos machos e de 1,7:1, nas fêmeas (Tabela 15). É importante considerar que a diferença de consumo está relacionada com a diferença de peso dos frangos com a mesma idade e também com a composição tecidual de cada um deles na mesma idade. Deve ser lembrado que quanto maior a deposição de tecido adiposo menor é a deposição de água na carcaça. Além disso os machos apresentam maior consumo de proteína, o que contribui com a maior necessidade de água (MARKS; WASHBURN, 1983; MARKS, 1985; INGRACI et al., 1995; ZIAEI et al., 2007).

**Tabela 15.** Efeito do sexo no consumo de água

Sexo	Semana						
	1	2	3	4	5	6	7
Macho	51a	115a	189a	270a	321a	316a	290a
Fêmea	43a	100b	169b	214b	240b	240b	233b

Adaptado de Ingraci et al., 1995.  $P < 0,05$ .

## Temperatura do ambiente

A temperatura do ambiente é possivelmente o principal fator que influencia as alterações no consumo de água pelos frangos. A relação consumo de água:consumo de alimento, em condições termoneutras é próxima de 2:1. Estima-se que o consumo de água dos frangos de corte aumenta ao redor de 7% para cada 1°C acima da temperatura de conforto térmico, 21°C. O consumo de água está associado ao início dos mecanismos de termorregulação pela dissipação de calor latente. A ave compensa essas perdas pelo aumento do consumo de água, podendo resultar em aumentos de até 15% em comparação ao consumo de ambiente de termo neutralidade. Assim, com o aumento da temperatura, a relação consumo água: consumo alimento aumenta para valores bastante diferentes de 2:1. Também demonstram que quanto mais velho o frango, pior é a resposta (Tabela 16) (NRC, 1994; MACARI, 1996).

Frangos de corte mantidos em temperaturas de 32°C apresentaram aumento da excreção de urina nas fezes em aproximadamente 64% quando comparados com frangos de corte mantidos em 24°C (BELAY; TEETER, 1996). Os mesmo autores utilizando frangos de corte colostomizados demonstraram aumento no consumo de água das aves mantidas em temperatura de estresse por calor (35°C) em até 78% em 12 horas, com redução na produção de água metabólica e volume de água nas fezes (Tabela 17). Esse fato ocorre, pois a água ingerida em excesso é desviada das rotas metabólicas para ser utilizada na dissipação de calor pelas vias respiratórias (perda de calor evaporativo). Efeitos similares foram observados por outros autores (VAN KAMPEN, 1981; BELAY et al., 1992).

Leeson e Summers (1997) apresentaram uma tabela que relaciona o consumo de água de frangos submetidos a diferentes temperaturas de ambiente (Tabela 18). Os autores sugeriram que estes valores podem variar com o estado de saúde dos frangos e do consumo de alimento.

Lesson e Summers (2001) indicaram que frangos mantidos em ambiente com temperatura contínua de 24°C têm um consumo de água diário correspondente a 4% de seu peso corporal. Quando os animais estão submetidos a um ambiente quente, e estão sob estresse térmico, este consumo aumenta para 6% de seu peso corporal.

**Tabela 16.** Efeito da temperatura ambiente no consumo de água

Temperatura ambiente	Idade (semanas)					
	1	2	3	4	5	6
Termoneutra	47	111	184	244	282	300
Estresse calórico	61	155	266	366	410	450
Diferença, %	129,8	139,6	144,6	150,0	145,4	150

Adaptado de Macari, 1996.

**Tabela 17.** Consumo de água, excreção de urina, relação de água na urina, osmolaridade da urina de frangos de corte alojados em diferentes temperaturas ambiente

	Termoneutralidade (24°C)			Estresse por calor (35°C)		
	0 a 12 h	12 a 24 h	24 a 36 h	0 a 12 h	12 a 24 h	24 a 36 h
Consumo Água, mL/kg PC*	112 c	108 c	113 c	159 a	147 ab	144 b
Excreção de Água, mL/kg PC*	66 bc	44 c	42 c	101 ab	106 ab	97 bc
Relação de água na urina	0,60 ab	0,41 bc	0,37 c	0,64 ab	0,69 a	0,67 a
Osmolaridade urina, mOsm/kg H <sub>2</sub> O	240 a	222 a	213 a	129 c	148 bc	169 b
Osmolaridade excreta, mOsm/kg <sup>1</sup>	14,8 a	9,2 b	9,0 b	10,9 ab	13,1 ab	14,6 a

\*Peso Corporal.

<sup>1</sup>Osmolaridade das excretas = (osmolaridade da urinaXkg urina)/kg peso.

Adaptado Belay e Teeter, 1996.

**Tabela 18.** Efeito da temperatura ambiental no consumo de água (litros/1000 frangos)

Temperatura ambiente, °C		
Idade/Semanas	20	32
1	24	40
3	100	190
6	240	500
9	300	600

Adaptado de Leeson e Summers, 1997

## Disponibilidade e temperatura da água

Utilize medidores de consumo de água para avaliar se os lotes de frangos estão consumindo as quantidades corretas, qualquer redução no consumo de água pode ser um indicativo de problema no lote. A água deve ser fresca, com temperatura próxima de 18°C.

Quando os animais estão estressados ou apresentam problemas de redução de desenvolvimento, é prática usual a adição de compostos eletrólitos na água de bebida por três a quatro dias.

## Temperatura da água

A principal fonte de água para os animais é a água de beber. Entretanto, o consumo depende, fundamentalmente, de sua temperatura. Normalmente a temperatura da água é similar à temperatura do ambiente. Isto deve ser uma preocupação constante no manejo, pois, em ambiente quente a água que deve estar fria acaba ficando quente e, portanto, não está acessível para o consumo dos animais. O consumo de água diminui à medida que a sua temperatura aumenta. As aves são capazes de identificar diferenças de temperatura da água de até 2°C. A resposta em relação a temperatura da água desencadeia-se no nervo lingual da ave e isto ocorre quando a

temperatura da água atinge 24°C. Com a temperatura da água em 36°C, a atividade nervosa nesta região é dez vezes superior àquela com 24°C. Assim, de acordo com esta evidência, é possível concluir que as aves preferem água com temperatura igual ou inferior a 24°C (LEESON; SUMMERS, 2001; BEKER; TEETER, 1994; MACARI, 1996) (Tabela 19).

Leeson e Summers (1997) mostraram, em poedeira, que o aumento de consumo de água ocorre com o aumento da temperatura do ambiente (Tabela 20). Nestes casos, a redução da temperatura da água favorece a produtividade das aves.

**Tabela 19.** Efeito da temperatura da água no desempenho de frangos submetidos ao estresse térmico

Parâmetros	10,0°C		26,7°C		43,3°C	
Consumo água, mL	412ab	452a	348c	429ab	344c	353bc
Consumo ração, g/d	107b	115a	106b	109ab	103bc	94c
Ganho peso, g/d	46a	52a	41b	49a	42b	39b
Eficiência alimentar g/g	0,42ab	0,42ab	0,40ab	0,43a	0,38b	0,40ab
Mortalidade%	11	9	10	7	11	9

Adaptado de Beker e Teeter, 1994.  $P < 0,05$

## Programa de luz

A luz é outro fator ambiental que pode influenciar o consumo de água pelos frangos de corte. Podemos observar dois picos de consumo de água distintos: o primeiro logo após o início do período de luz, e o segundo pouco antes do início do período de escuro. O consumo de água normalmente começa a reduzir uma hora após o início do período de escuro. Isso indica que as aves antecipam o período de escuro (FAIRCHILD; RITZ, 2009) (Figura 6).

**Tabela 20.** Efeito da temperatura da água no consumo de dieta em ambiente quente (33°C)

Parâmetro	32°C	33°C
Consumo ração/dia g	63,8	75,8
Produção ovos %	81	93
Peso ovos g	49,0	48,5

Adaptado de Leeson e Summers, 1997.



**Figura 6.** Padrão de consumo de frangos de corte em função do programa de luz (FAIRCHILD; RITZ, 2009)

## Composição nutricional do alimento

### Proteína da dieta

Quanto maior o teor de proteína da dieta maior as perdas de água, em função da necessidade de manter a homeostase do trato digestivo e, portanto, maior o consumo de água. Além disso, menor produção de água metabólica também é verificada em comparação com dietas ricas em carboidratos, aumentando as necessidades de consumo de água. Quanto mais o balanço de aminoácidos desvia do ideal, maior será a necessidade de água para o metabolismo da proteína. O déficit de água é equivalente a 350 g/100 kcal de proteína (BROOKS; CARPENTER, 1990).

A fonte de proteína utilizada e o tipo de dieta também influenciam o consumo de água. Veira et al. (2006) observaram que frangos de corte alimentados com dietas cuja fonte de proteína foi farinha de carne apresentaram um consumo de água 19% menor do que animais alimentados com dietas contendo como fonte de proteína o farelo de soja (Tabela 21).

É possível que esse aumento do consumo de água nas dietas a base de vegetais, seja devido ao aumento da concentração de potássio da dieta. É bem estabelecida a relação do aumento de água pelos animais decorrente do aumento da concentração desse íon, os frangos consomem 3,29 mL de água a mais para cada 1 mEq de potássio na dieta (SMITH et al., 2000).

O aumento do teor de proteína na dieta aumenta o consumo de água e também a relação água: alimento. Este fenômeno torna-se mais relevante quando a dieta tem um teor de proteína acima ou abaixo do desejado. Nestes casos, o excesso de aminoácidos não empregados para síntese deverão ser catabolizados e excretados na forma de ácido úrico, através da urina. Este aumento de excreção impõe um aumento de perda de água (MARKS; PESTI, 1984).

**Tabela 21.** Consumo de água de frangos de corte alimentados com dietas com proteína animal ou vegetal contendo óleo de soja ou óleo acidulado de soja de três a dez dias de idade

Tratamento	Consumo de água, mL/frango
Proteína Animal	331 a
Proteína Vegetal + OÓleo de Soja	403 b
Proteína Vegetal + Óleo Acidulado de Soja	386 b
Probabilidade <F	0,0001

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey.

Adaptado de Veira et al., 2006

## Forma física da dieta

Marks e Pesti (1984) demonstraram que dietas peletizadas ou peletizadas e moídas proporcionam aumento no consumo de alimento e também de água. Porém, é importante considerar que o aumento de consumo de água provavelmente não é devido à forma física da dieta, mas sim ao aumento de consumo que ela promoveu. Como consumo de ração e de água estão correlacionados, a forma física provavelmente não é a causa, mas sim, o efeito.

## Balço de eletrólitos da dieta

O balanço de eletrólitos pode ser definido como a diferença entre os principais cátions e ânions da dieta e representa a acidogenicidade ou alcalinidade metabólica da mesma, podendo influenciar o crescimento, o apetite, o desenvolvimento ósseo, a resposta ao estresse térmico e o metabolismo de certos nutrientes como aminoácidos, minerais e vitaminas (PATIENCE, 1990).

Os íons sódio ( $\text{Na}^+$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ) e cloro ( $\text{Cl}^-$ ) são fundamentais na manutenção da pressão osmótica e do equilíbrio ácido-básico dos líquidos corporais; sendo os principais íons considerados nas equações que estimam o balanço eletrolítico das rações, a soma total dos eletrólitos fornecidos na ração tem influência direta na regulação do equilíbrio eletrolítico do animal (MONGIN, 1981; BUTCHER; MILES, 1994).

O potássio é o principal cátion do fluido intracelular, enquanto que o  $\text{Na}^+$  e o  $\text{Cl}^-$  são os principais íons do fluido extracelular. A osmorregulação é conseguida pela homeostasia destes íons. Em condições ótimas, os conteúdos de água e eletrólitos são mantidos dentro de limites estreitos. A suplementação de potássio favorece o consumo de água (PATIENCE, 1990; SWENSON; REECE, 1993; BEKER; TEETER, 1994; ÉVORA, 1999; AHMAD et al., 2008).

O nível de sódio na dieta proporciona aumento no consumo de água, acompanhado do aumento do consumo de ração (MAIORKA et al., 1998; VIEIRA et al., 2000; KRABBE, 2000) e está relacionado com o ganho de peso e com a conversão alimentar dos frangos. O mesmo efeito ocorre em relação ao nível potássio. As diferentes fontes de soja e o melaço, fontes ricas em potássio são ingredientes que promovem um aumento no consumo de água pelos frangos de corte. (MARKS, 1987; BEKER; TEETER, 1994).

O nível de sódio da dieta na primeira semana não interfere na excreção de água, o que põe em cheque o paradigma que relaciona piora da qualidade de cama em situações de aumento da suplementação de sódio (Tabela 22). O aumento de sódio proporcionou redução da matéria seca das carcaças, identificando um aumento de retenção de água em resposta ao aumento do teor de sódio da ração (Tabela 23) (MAIORKA et al.;1998; VIEIRA et al., 2000).

Dentre os principais mecanismos utilizados para o controle de sódio corporal, tem-se o sistema renina-angiotensina, o hormônio ADH e o mecanismo da sede. Quando há excesso de sódio na dieta, ocorre aumento na osmolalidade que estimula a liberação de ADH e proporciona a sede. A água ingerida, dilui o líquido extracelular e restaurará a concentração de  $\text{Na}^+$  a níveis normais. No entanto a água eleva o volume do líquido extracelular, promovendo inibição da secreção de aldosterona e o aumento na taxa de filtração glomerular. O excesso de sódio e água serão excretados. No caso de deficiência de  $\text{Na}^+$  no líquido extracelular, a taxa de filtração glomerular diminuirá e estimulará a liberação de aldosterona pelo córtex da suprarrenal. A aldosterona tem efeito sobre a secreção do  $\text{K}^+$  a partir das células tubulares para o lúmen (SWENSON; REECE, 1993).

**Tabela 22.** Efeito da suplementação de sódio no consumo de água (mL), no consumo de ração (g), no ganho de peso (g), na conversão alimentar (g/g) e na umidade da excreta (%) de pintos na primeira semana de idade

Sódio (%)	Consumo Água	Consumo Ração	Ganho peso	Conversão Alimentar	Umidade Excreta
0,10	213a	124a	67a	1,85a	68,3
0,22	282b	139b	104b	1,34b	69,7
0,34	303bc	148b	116bc	1,28b	70,9
0,46	322c	147b	119c	1,24b	71,0

Adaptado de Maiorka et al., 1998.

**Tabela 23.** Efeito da suplementação de sódio na matéria seca das carcaças de frangos com quatro e sete dias de idade

Nível de sódio (%)	Matéria seca da carcaça (%)	
	4 dias	7 dias
0,12	24,2 a	25,7 a
0,24	21,5 b	24,4 b
0,36	21,2 b	24,6 b
0,48	21,3 b	24,3 b
Probabilidade	0,0001	0,05

Adaptado de Vieira et al., 2000

## Ácidos orgânicos

Os acidificantes, utilizados tanto nas dietas como também na água de consumo de aves, têm como objetivos reduzir o pH do meio e auxiliar no controle de micro-organismos patogênicos. Alguns acidificantes podem promover o aumento do consumo de água.

Viola (2006) não observou efeito de consumo de água em frangos de corte, utilizando bebedouros tipo pendular em função da adição de ácidos orgânicos na água de bebida ou de antibióticos promotores de crescimento na dieta nos períodos de 1 a 7, 7 a 21 e 21 a 35 dias de idade (Tabela 24).

**Tabela 24.** Consumo de água de frangos de corte consumindo dietas contendo antibióticos promotores de crescimento ou misturas de acidificantes, mL/ave/dia

	Período (dias)		
	1 a 7	7 a 21	21 a 35
Controle Positivo	66	138	352
Controle Negativo	68	151	354
Mistura A <sup>(8/4,5/2,5)</sup>	68	148	363
Mistura B <sup>(10/6/3)</sup>	68	152	361
Mistura C <sup>(4/2/1)</sup>	68	148	351
Mistura C <sup>(3/3/1)</sup>	68	142	347
Mistura D <sup>(5/2,5/1)</sup>	66	144	457
Mistura D <sup>(3/3/1)</sup>	68	146	351
Média	67	146	355
Coefficiente Variação, %	3,75	8,90	7,08

Adaptado de Viola, 2006

## Tipo e regulação dos bebedouros

Três tipos básicos de bebedouros têm sido utilizados na avicultura, o bebedouro tipo calha, o bebedouro pendular e o bebedouro de nipple. Bebedouros tipo nipple acarretam um consumo de água bem menor em comparação com bebedouros do tipo pendular, tanto no volume total ingerido, como pelo consumo por ida ao bebedouro, independente de qualquer outro fator que possa interferir (MAY et al., 1997). Nas Tabela 25 e 26 são apresentados os dados de consumo de água em resposta ao tipo de bebedouro.

O bebedouro tipo calha, embora prático, exige fluxo constante de água, é obrigatoriamente fixo, o que atrapalha o funcionamento e a higienização dos galpões. Por ser um sistema aberto também fica mais sujeito a contaminações do meio. Atualmente está em desuso nos sistemas intensivos de criação. Os bebedouros tipo calha têm como principal vantagem o fornecimento de água sem restrições, a facilidade de inspeção e limpeza e o baixo custo de operação. Porém, apresentam

algumas desvantagens como maior facilidade de contaminação, exige limpeza frequente e maior mão de obra, maior perda de água e conseqüentemente, maior umidade de cama.

Duas considerações importantes devem ser levadas em conta. A primeira delas é a altura dos bebedouros, estes devem ser regulados na projeção do dorso dos frangos. Bebedouros regulados baixos não permitem o consumo adequado pois as aves não têm como succionar a água, pela ranhura no palato e pela anatomia do bico. Os bebedouros regulados baixos prejudicam o consumo e aumentam o desperdício de água. Já quando regulados altos dificultam a chegada dos frangos para se posicionarem para beber; e a segunda é a quantidade de água nos bebedouros, ela varia com a idade dos frangos. Na primeira semana os bebedouros devem ficar bem cheios, aproximadamente 90% de sua capacidade. À medida que os frangos vão ficando mais velhos, a quantidade de água deve ir diminuindo, até que aos 21 dias de idade a quantidade de água deve corresponder a 1/3 da capacidade dos bebedouros. Este procedimento deve ser considerado para não haver restrição de consumo de água no início da vida dos frangos e para não haver desperdício de água quando os frangos ficarem mais velhos.

Os bebedouros pendulares, também conhecidos como bebedouro tipo sino pelo seu formato, são uma visão moderna dos bebedouros de sifão ou de pressão, outrora enchidos manualmente. Neles a água é distribuída em pratos, a base de um copo invertido ou sino, é mantido em nível constante por ação de uma bóia ou válvula. Apresenta vantagem de fornecer água continuamente, sem restrições de consumo pelas aves, é de fácil instalação e manutenção e tem custo relativamente baixo, porém por ser um sistema aberto apresenta maior propensão à contaminação e necessidade de limpeza diária o que aumenta a necessidade de mão de obra. Quando utilizados, recomenda-se 2,5 cm/frango de corte e um metro linear com acesso pelos dois lados para 80 aves. Recomenda-se entre 80 e 100 aves/bebedouro.

Para aves de um dia de vida deve ser fornecido pelo mínimo, seis bebedouros pendulares (40 cm de diâmetro) para cada mil frangos. Fontes adicionais de água na forma de bebedouros infantis (6/1.000 frangos) também podem estar disponíveis. À medida que os animais vão se desenvolvendo e a área dos aviários utilizada vai aumentando, no mínimo 12 bebedouros pendulares deverão ser utilizados para cada mil animais, distribuídos em todo aviário de forma que todos os animais tenham acesso, nenhum frango deve ficar a uma distância superior a dois metros da fonte de água. Até o terceiro dia de idade, os bebedouros infantis podem ser retirados gradativamente, de forma que todos os animais estejam bebendo nos bebedouros automáticos.

Nos bebedouros pendulares, a altura da água deve atingir  $\frac{3}{4}$  da altura do prato até os 21 dias de idade e  $\frac{1}{2}$  do volume de 22 dias até o abate. A altura dos bebedouros deve ser verificada diariamente, de forma que a base do bebedouro fique na altura das costas das aves a partir dos 18 dias de idade, isso reduz a contaminação com fezes e as perdas de água (Figura 7).

**Tabela 25.** Ingestão de água de frangos de corte em diferentes bebedouros na temperatura de termoneutralidade

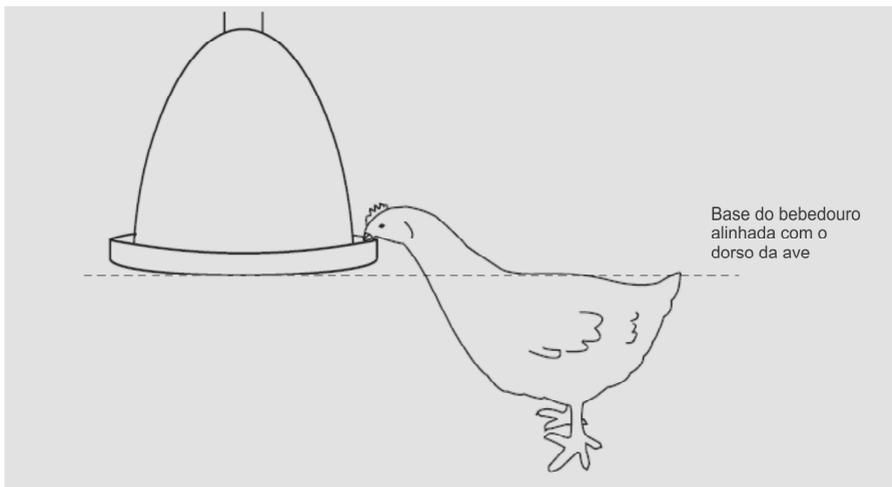
Idade	Consumo, mL		Idas ao bebedouro		Consumo (mL)/ida	
	Pendular	Nipple	Pendular	Nipple	Pendular	Nipple
7 dias	13	2	36	140	0,37	0,012
14 dias	14	2	38	123	0,37	0,012
21 dias	18	5	20	186	0,93	0,027
28 dias	21	4	21	150	0,99	0,027
35 dias	29	4	36	175	0,80	0,024
42 dias	33	4	25	183	1,31	0,020
49 dias	40	5	26	215	1,52	0,023

Adaptado de Bruno et al., 2000.

**Tabela 26.** Consumo de água dos frangos de corte a 21°C em função dos diferentes bebedouros e sexo, litros/1000 aves/dia

Idade, dias	Bebedouro nipple sem copo			Bebedouro nipple com copo			Bebedouro pendular		
	Machos	Fêmeas	Misto	Machos	Fêmeas	Misto	Machos	Fêmeas	Misto
7	54	51	53	58	54	56	61	58	59
14	101	94	98	107	100	104	113	106	110
21	160	146	152	170	155	162	180	164	171
28	224	197	211	238	209	224	252	221	238
35	274	230	253	291	245	269	308	259	284
42	318	259	290	338	275	308	358	292	326
49	349	274	312	371	291	332	392	308	351
56	362	272	318	384	289	338	407	306	358

Adaptado de Agroceres Ross, 2004.



**Figura 7.** Diagrama de ajuste de bebedouros tipo pendular (Agroceres Ross, 2004)

#### Bebedouros (tradicionais de sistema aberto):

1. Para pintos de um a seis dias, um bebedouro infantil 1/80 aves.
2. Desde o primeiro dia do alojamento os bebedouros pendulares já podem ser colocados à disposição das aves, melhorando a disponibilidade do fornecimento de água para as mesmas quando associados aos bebedouros infantis. No caso de utilizar somente os bebedouros

pendulares para o alojamento, deve-se ter o máximo de atenção quanto a regulagem da altura do bebedouro e da lâmina d'água, evitando que as aves se molhem ou tenham dificuldades ao acesso. Neste caso a relação inicial deve ser de um bebedouro para cada 150 pintos.

3. Manter a altura da água entre o dorso e os olhos do pinto em bebedouros pendulares. O pinto não deve abaixar a cabeça para tomar água.

Após a liberação das aves em todo galpão:

1. Utilizar um bebedouro pendular para 80 aves e, no caso de bebedouros tipo calha, dois centímetros lineares de calha por ave.
2. As aves não devem andar mais de 2,5 metros para chegar à água.
3. A água de beber deve estar sempre limpa e fresca. Comprovar a qualidade química e microbiológica da água, e manter como norma 3-5 ppm de cloro livre no bebedouro.

Já os bebedouros tipo "nipple", ou mamilo como a tradução simples impõe, representam um sistema de fornecimento de água fechado, portanto fornece água limpa e fresca sem maiores riscos de contaminação. Neles a ave libera a água pelo contato simples com o bico do nipple. Considerações em relação a altura e a vazão desses bebedouros se fazem importantes.

A altura dos bebedouros é extremamente crítica. Os bebedouros tipo nipple necessitam ajustes diários de altura. Os pinos de saída de água devem estar ajustados na altura dos olhos das aves no dia do alojamento. A partir do terceiro dia de idade a altura dos nipples deve ficar acima da altura da cabeça das aves de forma que as mesmas atinjam os pinos com a ponta do bico ao levantarem a cabeça, de tal forma que quando os frangos se posicionam para beber água, o ângulo da cabeça deve ficar em torno de 45°. As linhas de distribuição devem ser mantidas paralelas ao nível do piso de forma a permitir o acesso das aves a todos os nipples.

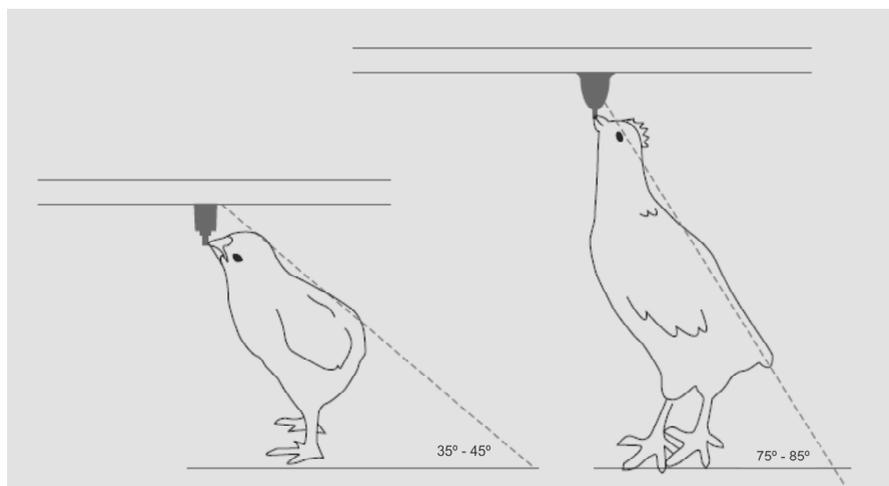
Uma maneira prática de controlar a altura dos bebedouros é definir a altura ideal para o tamanho dos frangos, marcá-la com um elástico em uma das pernas, e caminhar pelo galpão acertando todos os bebedouros ou linha dos nipples com a mesma altura. Outro problema comum com os bebedouros é o número inadequado deles dentro do galpão e/ou uma má distribuição deles dentro do galpão.

Funcionam com baixa pressão e apresentam como principal vantagem a redução no desperdício de água, porém, necessitam estar regulados de forma precisa para evitar restrição hídrica ou gotejamento de água. No verão, bebedouros regulados altos reduzem ainda mais o consumo de água. Com relação à vazão, cada tipo de bebedouro recomenda valores crescentes de vazão, de acordo com a idade dos frangos. Esta medida deve ser feita semanalmente, para evitar uma restrição de consumo de água.

É recomendado que a vazão dos bebedouros fosse até o limite de 60 mm/min, os frangos de corte não aproveitam fluxos de água maiores. Existem dois tipos de bebedouros de nipple, os de baixo fluxo, que demandam maior tempo para o consumo e os de alto fluxo, que permitem maior consumo de água em menor tempo, mas necessitam de receptáculo coletor de água para evitar molhar a cama. É recomendada uma relação de 20 frangos/nipple.

No mesmo caminho surgem os bebedouros de copo onde a ave tem acesso à água através de copinhos acoplados a nipples, que no caso são instalados em posição inversa aos bebedouros de nipple comuns. Apresenta desvantagens, como o alto custo de instalação e necessidade de manutenção. Em alguns casos é verificado menor ganho de peso das aves utilizando os bebedouros tipo nipple, que pode estar relacionado a diferentes fatores, por exemplo, nos bebedouros pendulares ocorre maior quantidade de trocas térmicas, auxiliando no resfriamento do corpo, uma vez que os animais ao beber a água muitas vezes acabam molhando as barbelas, o que não ocorre nos bebedouros tipo nipple, o sistema muitas vezes pode não oferecer vazão suficiente

e os animais não tem acesso as necessidades de água ou até mesmo algumas linhas ou os nipples de parte da linha ficam sem água. Devem ser instalados um nipple para cada 12 aves inicial e oito a nove frangos nas fases finais. Os bebedouros nipple são menos propensos a causar derramamento de água, cama molhada e talvez por isso sejam preferidos em relação aos bebedouros pendulares. Os sistemas de nipple oferecem água com menores níveis de contaminação por bactérias que os sistemas abertos convencionais. O ajuste de altura dos sistemas de nipple deve ser controlado com cuidado diariamente. Nas fases iniciais as linhas de nipple devem ser ajustadas em ângulo de 35 a 45° com o piso, enquanto os frangos estiverem bebendo, a medida que as aves crescem, os nipples devem ser erguidos para que as costas das aves formem ângulo de aproximadamente 75 a 85° com o piso e para que as aves possam se esticar ligeiramente para tomar água (Figura 8).



**Figura 8.** Ajuste de bebedouro tipo nipple (Agroceres Ross, 2004)

Em galpões com ambiente controlado, os nipple são muito eficazes, porém, em galpões abertos com altas temperaturas, os bebedouros nipples podem ocasionar sérios problemas, quando não manejados adequadamente. O objetivo do sistema de bebedouros nipple é obter

um fluxo de água suficiente para que as aves possam tomá-la com facilidade e rapidez, sem se cansar. Deve haver um equilíbrio entre a facilidade de ativar o nipple e o fluxo de água.

1. Cada fabricante de nipple tem vários modelos de diferentes fluxos ou vazões de água. É importante estudar cuidadosamente o sistema de nipple necessário para sua operação e visitar granjas com o sistema instalado.
2. Para a criação de pintos de corte, é recomendado um fluxo de 30 até 150 cc de água/minuto/nipple conforme Tabela 27.
3. O sistema de nipple reduz a mortalidade nos pintos por manter a água com baixo nível de contaminação.
4. Em altas temperaturas, o bebedouro com baixo fluxo de água pode causar severo atraso no ganho de peso devido ao baixo consumo da mesma e conseqüentemente das rações.
5. Deve-se calcular uma densidade final de 10 a 13 aves por nipple ou conforme o peso definido para abate.
6. Durante os dois primeiros dias de idade, os pintos devem concentrar-se ao redor da linha de nipples, não ultrapassando neste período a relação de 24 pintos/nipple.

**Tabela 27.** Idade (dias) e vazão de água de bebedouros tipo nipple, cm<sup>3</sup>/min

Idade	Vazão, cm <sup>3</sup> /min
1 a 20 dias	30
21 a 35 dias	60
36 dias ao abate	Acima de 90, ideal 130

Adaptado de Cobb-Vantres, 2008.

7. Devemos manter a altura do nipple de tal maneira que a ponta metálica do nipple (chupeta) fique na altura dos olhos dos pintos, durante as primeiras duas horas depois da recepção, e deixar que se forme uma gota na ponta da chupeta. Deve-se elevar a linha de bebedouros de tal forma que o pinto beba a água em um ângulo de 45 graus. Quando a linha do nipple move-se muito, é indicação de que o fluxo de água (pressão) ou a linha está muito baixa.

8. Para um perfeito controle de altura dos bebedouros nipple, é necessário, antes do alojamento dos pintos, nivelar a cama abaixo das linhas de nipples. Antes da chegada dos pintos, regular a altura dos bebedouros nipple, usando régua base no indicador de idade para o primeiro dia.

**Observação:**

- Nas primeiras horas, depois do alojamento dos pintos, o nipple deverá ficar na altura dos olhos dos pintos.
  - Ao fim do dia, deve-se suspender o nipple para que os pintos possam passar por baixo sem encostar (Figura 9).
  - Do quarto dia até o abate a ave deve formar um ângulo de 45 graus entre a base do bico e o nipple (Figura 10).
9. Deve haver 80 a 100 cm de distância entre a linha de bebedouros e o comedouro mais próximo.
  10. O tubo de água deve ser limpo sempre depois de qualquer tratamento com medicamentos ou vacinas. Pode-se utilizar vinagre diluído na proporção de um litro/1.000 de água.
  11. Recomendamos a instalação de um hidrômetro para cada galpão, permitindo o registro do consumo de água diariamente e descobrir com rapidez problemas com o fluxo de água por linha.
  12. Os pintos preferem água um pouco ácida (pH 6.3-6.9). Adicionar 500 mL de ácido acético (vinagre)/m<sup>3</sup> de água continuamente (se o pH permite) para manter o sistema limpo e, em períodos de calor, estimular o consumo de água.
  13. Colocando papel grosso, papelão, distribuição de ração manual ou tubulares, ao lado da linha do bebedouro, no primeiro dia de alojamento, ajudará os pintos a aprenderem mais rapidamente a tomar água, evitando-se assim, a desidratação.

**Notas importantes:**

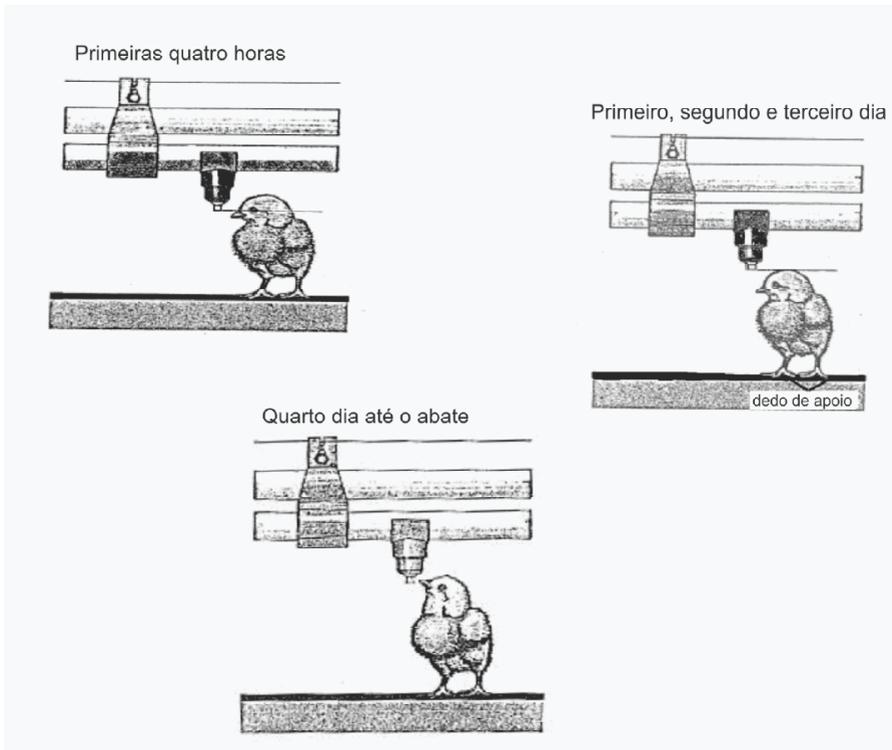
- O erro maior e mais comum é manter as linhas dos bebedouros.
- Verificar a altura das linhas diariamente.

Na Tabela 28 são apresentadas as necessidades mínimas de bebedouros para cada mil frangos de corte.

**Tabela 28.** Número mínimo de bebedouros para cada mil frangos de corte

Tipo de bebedouro	Necessidade mínima/1.000 frangos
Infantil	10
Pendular	12
Nipple	40 (0 a 4 dias)
Nipple	83 – adultos, densidade normal
Nipple	120 – adultos, alta densidade

Adaptado de Agroceres Ross, 2004.

**Figura 9.** Manual Frango de Corte (AVIAN48 PLANALTO, 2006)

## Restrição de consumo de água

A recomendação de uso de restrição alimentar com o intuito de melhorar a qualidade da cama através da redução das perdas urinárias e fecais é bastante comum. As evidências com relação a este parâmetro são positivas. Porém, quais são as consequências em relação as características produtivas, fisiológicas e imunitárias?

Leeson e Summers (1997) citaram um trabalho de Kellerup et al. (1971), onde os autores forçaram uma restrição de consumo de água aos frangos. Pelo trabalho, pode ser visto a redução significativa de consumo de alimento pelas aves causadas pela restrição no consumo de água (Tabela 29). Entretanto, pela interpretação dos dados, pode ser verificado que a mais marcante redução de consumo de ração ocorreu nos primeiros 10% de restrição de água. Esta informação é muito importante, pois demonstra que os frangos devem ter água à disposição, sempre à vontade e, em condições de ser bebida. Uma pequena restrição compromete o seu desempenho.

Existe uma íntima relação do consumo de água com o consumo de alimento. E essa relação é um importante indicativo de eficiência de utilização dos alimentos pelos frangos. Monitorar o consumo diário de alimento e água é um procedimento importante e que deve ser considerado e monitorado. Suas equações de predição sugerem que para cada aumento de consumo de 5 g de ração ocorre um aumento de consumo de água de 8,5 mL (SAVORI, 1978; MARKS, 1981; VAN KAMPEN 1983; MARKS 1985).

Em poedeiras, Van Kampen (1983) demonstrou que quanto maior a relação consumo de água/consumo de ração, maior é a eficiência de utilização do alimento.

A restrição alimentar também provoca alterações fisiológicas e de imunidade dos frangos que não devem ser ignoradas. Bailey (1999), revendo a literatura, identificou que a restrição ao consumo de

água promove um aumento significativo de ácido úrico, de uréia, de proteínas totais, de glicose, de potássio, de sódio e de cloro e de células vermelhas no sangue, além de um aumento do hematócrito. Os rins também são afetados pela restrição de água. Gross e Chickering (1987) observaram que aves com restrição de água, por 48 horas, tiveram reduzida a resistência ao desafio por *Escherichia coli*. A restrição de consumo não ocorre somente por falta de água nos bebedouros. A restrição pode ocorrer em casos em que a temperatura da água esteja muito elevada, e faz com que os frangos reduzam o seu consumo, ou pela posição dos bebedouros, que pode comprometer o consumo à vontade de água. Esta é a razão pela qual em todos os galpões de frangos devem ser instalados medidores de consumo de água. Qualquer redução no consumo diário deve ser avaliada e pode representar problemas para o desempenho futuro dos frangos.

**Tabela 29.** Efeito da restrição de consumo de água no consumo de alimento

Idade, Semanas	Percentual de restrição de água					
	10	20	30	40	50	
0	À vontade					
2	200	168	168	150	168	141
4	363	358	372	327	308	290
6	603	531	494	472	440	431
8	776	667	644	612'	572	522
Total	3516	3171	3052	2836	2740	2581
Dif. do consumo à vontade (%)	100	90,2	86,8	80,6	77,9	73,4

Adaptado de Leeson e Summers, 1997.

## Comportamento animal

Foi observado por Viola (2003) que as aves desenvolvem um padrão de consumo característico quando a água é fornecida à vontade, porém esse padrão é alterado de acordo com a disponibilidade e o manejo da água. Nos períodos em que ocorre restrição de água as aves ficam sentadas e sem se alimentar, apresentando sonolência. A restrição de

água pode resultar em aumento da frequência cardíaca e respiratória, da temperatura retal, da dormência e ou ardor nas extremidades, aumento da concentração e redução do volume do sangue, e maior dificuldade de circulação. Esses podem resultar em diferentes sintomas secundários como náuseas e perda de apetite (LOYD et al., 1978). Ao receberem água as aves com restrição hídrica ingerem toda a água possível até atingir o limite físico do papo, e após procuram ingerir alimento, sendo frequentemente observados casos de regurgitamento de água (BROOKS, 1994, VIOLA, 2003).

## **Qualidade de água para consumo**

Não existe nada comparado a água pura. Toda água contém substâncias em solução ou suspensão, muitas das quais podem afetar a palatabilidade da água. Em diferentes regiões do mundo a disponibilidade de água é o fator mais limitante para a produção de frangos de corte. Entretanto, em muitas regiões, mesmo a água sendo disponível a sua qualidade limita a produção. Preservar a quantidade de água e a sua qualidade é fundamental, se o objetivo é obter desempenho adequado e economicamente conveniente. Em geral, águas de superfície são mais difíceis de manter a qualidade do que águas de poços artesianos. De nada adianta a água estar à disposição se não há consciência da importância da manutenção de sua qualidade. O fornecimento de água de qualidade é fundamental. Em algumas situações a fonte de água é bastante boa e a qualidade é perdida pelo mau armazenamento, onde são empregados reservatórios sujos, não cobertos, passíveis de serem alcançados por pássaros, ratos e outros animais ou, mais facilmente, contaminados pelo ar. Também podemos perder a qualidade da água devido a problemas no sistema de distribuição, onde os resíduos de minerais e micro-organismos estão presentes. Proteger os reservatórios e os encanamentos é um procedimento indispensável.

Para o consumo de animais, a legislação brasileira através da RESOLUÇÃO CONAMA N°. 357 de 17/03/2005 (CONAMA, 2005), estabelece a utilização de água da classe 3. Diferentes estudos indicam que a água destinada ao consumo animal, deve ter as mesmas características da água potável consumida pelos seres humanos e que para limpeza das instalações deve-se usar água isenta de micro-organismos, com baixo nível de dureza e pH entre 6-8. Em resumo, para ter uma produção animal de qualidade deve-se dar a água uma importância semelhante a que se dá a outros fatores de produção como instalações, alimentação e manejo (VIANA, 1978; AMARAL, 2001).

## **Características físicas e químicas**

A água é uma substância que tem como características ser inodora, insípida e transparente, sendo essencial ao desenvolvimento e sobrevivência de todos os seres vivos. A alteração da qualidade da água percebida pelo ser humano através dos seus sentidos dá-se pelas características físicas. O sabor e odor são características não desejáveis para a água (BRASIL, 2004), isto é, não devem aparecer em água de boa qualidade, sendo suas detecções bastante difíceis, pois dependem exclusivamente da sensibilidade dos seres humanos. O sabor e o odor são originados por produtos de decomposição da matéria orgânica, atividade biológica de micro-organismos ou de fontes industriais de poluição. Já as alterações da cor indicam a presença de substâncias orgânicas, oriundas dos processos de decomposição e de alguns íons metálicos como ferro e manganês, plâncton e despejos industriais. A turbidez, por sua vez, diz respeito à alteração da intensidade da penetração da luz nas partículas em suspensão na água (plâncton, bactérias, argilas, material poluente fino e outros), que provocam a sua difusão e absorção (FIGUEIREDO, 1999; MACÊDO, 2001).

Embora seja o nutriente mais importante, a água também é um veículo para a transmissão de moléstias infecto-contagiosas e intoxicações. A água permite o desenvolvimento de fungos, produtores de micotoxinas,

quando em contato com as rações, o crescimento de larvas de mosca no esterco, além de bactérias e ratos. A água dos reservatórios pode causar intoxicações por ingestão de algas ou algum contaminante como metais pesados, sais, inseticidas, herbicidas.

Os parâmetros químicos são importantes para caracterização da qualidade da água, permitindo sua classificação pelo conteúdo mineral, A determinação de seu grau de contaminação e evidência dos picos de concentração de poluentes tóxicos (MACÊDO, 2001). As Tabelas 30 e 31 apresentam sugestões de concentrações máximas dos elementos e compostos presentes na água, segundo diferentes referências, para manutenção da saúde e produtividade das aves.

**Tabela 30.** Níveis de elementos, compostos químicos e indicadores bacterianos, sugeridos para água de consumo de aves de exploração comercial

Ítem	Vohra, 1980	CONAMA, CLAS. 3	Água, 1988	Leeson e Summers, 1997	Curtis et al., 2001		Van Gulick, 2003*	BRASIL, 2004
					Média	Máximo		
pH	6,0-9,0	6,0 - 9,0	6,4 - 8,5	6,0-8,5	6,8-7,5	6,8-8,0	5,0 -8,0	6,0 - 9,5
			Minerais, mg/L					
Dureza	180		110		60-180	110		500
Alumínio		0,1	0,05					0,2
Cálcio	600		600		60			
Chumbo		0,05			0,02			0,01
Cloro					14	250		2
Cobre		0,05			0,002	0,6		2
Enxofre								
Ferro		5	25	500	0,2	0,3	<0,5	0,3
Fósforo			0,1					
Magnésio	350		125	200	14	125		
Nitratos		10	20	50	10	25	< 25	10
Nitritos		1			0,4	4	<0,1	
Potássio	10							
Selênio		0,01		500				0,01
Sódio	1000		50	500	32	50	< 50	200
Sulfatos	500	250		1000	32	250	< 100	250
Zinco		5	5		1,5		< 5	5
			Bactérias (UFC/100mL)					
Coli total		20.000	0		0	100		0
Coli Fecal		4.000	0		0	50		0

**Tabela 31.** Valores de microelementos na água para frangos de corte

Fator	Concentração mg/L
Sólidos totais	2.500
Alcalinidade total	500
Cálcio	500
Magnésio	125
Sódio	500
Bicarbonato	500
Cloro	1.500
Fluor	1
Nitrato	25
Nitrito	4
Sulfato	250
Cobre	1
Cadmio	0
Sal – frangos crescimento	590
Sal – postura	1.000
Ferro	0

Adaptado de Bell e Weaver, 2002.

## Sólidos dissolvidos totais (SDT)

Também é conhecida por salinidade. Oferece uma boa referência da qualidade química da água. Representam efetivamente uma medida de salinidade. A salinidade pode ser derivada de substâncias orgânicas ou inorgânicas dissolvidas na água. Os minerais que normalmente mais contribuem para os valores de SDT são cálcio, magnésio, sódio, cloro, bicarbonato e enxofre. Segundo o NRC (1994), à medida que o SDT aumenta, a qualidade da água piora, causando a repulsa para o consumo de água e a perda de desempenho zootécnico (Tabelas 32 e 33).

Quando a salinidade da água aumenta, as aves aumentam o consumo de água até o momento que pode ocorrer recusa de consumo por excesso de salinidade. As aves têm capacidade de se adaptar quando

submetidas a água de qualidade indesejada. Em casos extremos, quando conhecidos os minerais que predominam na água, eles podem ser retirados total ou parcialmente da formulação das dietas. Outra alternativa para situações em que o valor de SDT é elevado, é o uso de substâncias trocadoras de íons. Estas substâncias são colocadas em colunas por onde a água deve passar, retendo os minerais que estão em excesso na água (normalmente sais de cálcio e magnésio). As aves apresentam a capacidade de adaptação à águas salinas, porém trocas abruptas de água de boa qualidade para água com salinidade elevada podem ocasionar problemas. A tolerância à salinidade varia com a idade, estação do ano, necessidade de consumo de água e condição fisiológica das aves. Águas salinas podem ocasionar aumento de umidade nas fezes, redução ou recusa de consumo, aumento de mortalidade e redução de desempenho, especialmente em perus (LEESON; SUMMERS, 1997).

**Tabela 32.** Qualidade da água em função dos sólidos dissolvidos totais

Descrição	Concentração (SDT), mg/L
Água Fresca	0-1.000
Água Salobra	1.000 – 10.000
Água Salgada	10.000 – 100.000
Água Levemente Salina	1.000 – 3.000
Água Moderamente Salina	3.000 – 10.000
Água Muito Salina	10.000 – 35.000

Adaptado de Macari, 1995.

**Tabela 33.** Qualidade da água para aves, de acordo com os valores de SDT

SDT (ppm)	Comentários
< 1.000	Não causa problema a qualquer espécie de aves
1.000-2.999	Satisfatória para qualquer espécie de aves. Pode causar fezes úmidas mas não afeta a saúde ou o desempenho dos animais
3.000-4.999	Má qualidade. Frequentemente causa fezes úmidas Aumenta a mortalidade e diminui o desempenho (perus)
5.000-6.999	Não aceitável para aves. Compromete o crescimento e aumenta a mortalidade
7.000-10.000	Não pode ser usada para aves e pode ser usada para outros animais
> 10.000	Não pode ser usada para qualquer espécie animal

Adaptado de NRC, 1994.

## pH

É um indicador geral da qualidade da água, indica o quanto a água é ácida ou alcalina. Toda substância dissolvida na água afeta o pH. O pH da água representa o teor de dióxido de carbono livre, ácidos minerais e sais de ácidos fortes, os quais por dissociação resultam em íons hidrogênio em solução. De um modo geral, a acidez é classificada em carbônica, mineral e orgânica, sendo que as águas naturais normalmente apresentam reação alcalina, embora a acidez não seja necessariamente indesejável (MACEDO, 2001). As aves não diminuíram o consumo de água com pH entre 2 e 10 (VOHRA, 1980), embora o nível recomendado fique entre 6-8 (Tabela 19). O consumo de água com pH de 6 a 8, pode afetar o desempenho de frangos de corte e a produção e qualidade dos ovos. Águas usadas com esse pH podem também provocar a precipitação de antibióticos e interferir na eficiência da cloração da água (GOOD, 1985; POMIANO, 2002). Grizzle et al. (1996) não observaram efeito do consumo de água por frangos com pH 5,75, 6,25 e 6,75, entre os pesos corporal, da bursa de fabricius e o

do timo.

Níveis elevados de acidez podem provocar corrosão nas tubulações e prejudicar a ação de desinfetantes como a clorexidina e compostos de iodo (BLOCK, 1991; FIGUEIREDO, 1999).

## **Dureza**

A dureza da água refere-se, principalmente, à concentração de íons de cálcio e magnésio em solução, formando precipitados de carbonato de cálcio e magnésio, sendo expressa como mg/L de  $\text{CaCO}_3$ . Em determinados níveis a dureza causa sabor desagradável à água, incrustações nas tubulações, efeito laxativo e interferência na eficiência de alguns medicamentos e desinfetantes, como por exemplo, a amônia quaternária que tem sua efetividade diminuída (BLOCK, 1991; MOUCHREK, 2003).

A dureza da água influencia na capacidade de sabões e detergentes em formar espuma, característica que também deve ser observada na água utilizada em granjas, interferindo no manejo de limpeza e desinfecção das instalações. Vohra (1980) relata que a dureza não é prejudicial às aves, a menos que os íons estejam presentes em quantidades tóxicas, podendo ocorrer um aumento da mortalidade por doença cardiovascular (NERI et al., 1975). Especula-se se a dureza da água estaria relacionada com o surgimento da síndrome do fígado graxo em poedeiras, embora, Jensen et al. (1977) não tenham conseguido demonstrar esta relação. Para água utilizada em granjas avícolas deve-se ter como ideal o índice de dureza até 60 mg/L, tolerando-se índices até 110 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ , observando-se a partir deste índice seus efeitos deletérios (POMIANO, 2002).

A alcalinidade é encontrada nas águas sob a forma de carbonatos e bicarbonatos e resulta da presença de sais de ácidos fracos, carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos e ocasionalmente silicatos e fosfatos, podendo ser cáustica (MACÊDO, 2001). A qualidade da água

em função da dureza está apresentada na Tabela 34.

**Tabela 34.** Qualidade da água para aves, em função da sua dureza

Qualidade da água	Dureza (ppm de CaCO <sub>3</sub> )
Água normal	< 60
Água moderadamente dura	61 a 120
Água dura	121 a 180
Água muito dura	> 180

Adaptado de Macari, 1996.

## Alumínio

Para o alumínio, até a presente data, não está estabelecido o nível máximo na água de consumo para aves. Shoremi et al. (1998) investigaram os efeitos de diferentes concentrações de alumínio na água fornecida aos frangos e observaram que o desempenho diminuiu quando a concentração de alumínio aumenta na água de bebida e que o fígado, a moela, o rim, o coração e o pâncreas tiveram redução significativa do peso. Shoremi e Sridhar (1998) avaliando a adição de alumínio na água, nas concentrações de 10, 20 e 40 mg/L, para frangas e poedeiras adultas durante 14 semanas não verificaram alterações quanto ao consumo de água e ração, peso corporal, produção, peso e qualidade da casca dos ovos, e eficiência alimentar. Os autores notaram que a ingestão de água contendo alumínio na concentração de 40 mg/L reduziu o colesterol na gema dos ovos produzidos.

A presença de cálcio está relacionada com a dureza, sendo de 600mg/L o nível máximo aceitável para água de consumo de aves (Tabela 19). O cálcio raramente causa problemas de intoxicação em aves e o aumento dos seus níveis na água foi correlacionado com melhor conversão alimentar e peso corporal, porém com diminuição da viabilidade do lote (ÁGUA, 1988).

## **Cobre**

O cobre quando detectado em níveis superiores a 0,6 mg/L altera o sabor e o odor da água, sendo que pequenas quantidades são consideradas higienicamente desejáveis. Na forma de sulfato, o cobre tem sido utilizado no controle de algas (MACEDO, 2001; POMIANO, 2002). No organismo animal, embora não seja constituinte da hemoglobina, ele está presente em certas proteínas que participam da liberação do ferro das células que vai ser utilizado na síntese da hemoglobina (LEESON; SUMMERS, 2001).

## **Chumbo**

Com relação ao chumbo, a presença na água em nível superior a 0,02 mg/L, é tóxico para as aves e tende a ser cumulativo no organismo (MACADO 2001; CURTIS et al., 2001). Bahri et al. (1994) avaliaram o padrão de toxicidade do chumbo, expondo as aves a 0, 500, 1000 e 1500 ppm de acetato de chumbo na água de bebida por 45 dias. A concentração de chumbo no fígado elevou-se com o aumento da dose e o tempo de exposição, estando, aos 45 dias, 27 vezes maior do que a do controle e três vezes maior no rim que no fígado. A administração de chumbo na água de bebida em níveis de 20 e 40 mg/kg de peso vivo de ave e 200 mg/L de água de bebida, afetaram a resposta humoral das aves à vacinação contra doença de New Castle (YOSSEF et al., 1995; KUNAR, et al., 1999). Kunar et al. (1998) relataram que ocorre supressão da imunidade mediada por células, em aves que consumiam água contendo 200 mg/L de chumbo.

## **Cloretos**

Os cloretos podem ser encontrados em níveis baixos em águas naturais. Quando encontrados em altas concentrações conferem sabor salgado à água, podendo significar infiltração de águas residuais, urina de pessoas e animais (MOUCHRECK, 2003). O cloro é o elemento mais utilizado para desinfecção da água destinada aos seres humanos e animais, devido ao seu poder bactericida. A cloração da água de beber

resulta em redução do consumo de água, mas não afetou o ganho de peso em frangos (FURLAN et al., 1999). Damron e Flunker (1993) relataram redução no consumo de água e na produção de ovos quando frangas consumiram água com 40 e 60 ppm de cloro, na estação quente. Em poedeiras adultas na estação fresca, não foram afetados a produção, o peso dos ovos e o consumo de ração, quando a água de bebida continha 100 ppm de cloro, entretanto, com 50 ppm de cloro o consumo de água foi afetado. Para água de consumo de aves recomenda-se como nível máximo, 2 ppm de cloro (BRASIL, 2004).

## Ferro

O ferro, na maioria das vezes está associado ao manganês conferindo à água sabor amargo adstringente, coloração amarelada e aspecto turvo quando presente em concentração superior a 0,3 mg/L (MACEDO, 2001; CURTIS et al., 2001)., altos níveis de ferro na água utilizada para a lavagem de ovos, propicia a penetração de *Pseudomonas* sp através da casca, aumentando a quantidade de ovos deteriorados (VOHRE, 1980). Em quantidades elevadas na água de bebida, o ferro favorece o desenvolvimento de *Clostridium botulinum* no intestino e subsequente manifestação clínica de botulismo (PECELUNAS et al., 1999); embora o ferro possa ter uma ação antianêmica para as aves (KARELIN; SAMKHADZE, 1991),.

## Magnésio

O magnésio sob a forma de sulfato é conhecido como sal de Epson e quando está presente em níveis elevados na água de bebida das aves, tem efeito laxativo (CURTIS et al., 2001; MACEDO, 2001). De acordo com Vohra, (1980), poedeiras comerciais consumiram água contendo 1.000 mg/L de sulfato de magnésio ou sódio sem diminuir os índices produtivos. Porém, quando a concentração foi de 4.000 mg/L, o sulfato de magnésio afetou a produção de ovos e o consumo de água.

## Potássio

O potássio ainda não teve determinada a concentração máxima para a água de consumo de aves, mas na água potável para seres humanos, está enquadrado como sólido dissolvido e tem sua quantidade máxima determinada em 10 mg/L de água (VOHRA, 1980).

O selênio é considerado tóxico para o ser humano e animais sendo a concentração máxima 0,01 mg/L, o valor máximo para água de consumo humano (BRASIL, 2004). O nível de selênio de 1,4 mg/L de água provocou efeitos tóxicos no sistema hematopoiético de poedeiras adultas e níveis acima de 10mg/kg de peso administrado a um lote de frangos causou alta mortalidade determinada por lesões de degeneração do fígado, rim e miocárdio, além de edema no cerebelo (RADZANOWSKA, 1989; SALY et al., 1993).

## Sulfatos

Os sulfatos têm 250 mg/L como concentração máxima descrita para a água de bebida das aves (Tabela 19). Apresentam interesse sanitário para as águas de abastecimento por sua ação laxativa, conferidos pelos sulfatos de Mg e Na (MACEDO, 2001), além da importância na promoção da dureza da água como descrito anteriormente.

## Zinco

Os sais de zinco apresentam toxicidade baixa, não causando graves problemas para aves de produção. O nível máximo de 5,0 mg/L é sugerido para a água de consumo. Valores superiores a este proporcionam sabor amargo à água (ÁGUA, 1988; CURTIS, et al., 2001; MACEDO, 2001). Em poedeiras comerciais, 2.320 ppm de zinco na água de bebida durante 20 dias, resultou em redução no consumo em 50% e na queda na produção de ovos, que pode ter sido consequência do menor consumo de ração (STURKIE, 1956). A presença de 20.000 mg/Kg na dieta, acarreta o aparecimento de anorexia, com a redução do consumo de alimento em 90%. O zinco

não absorvido pelo organismo da ave é excretado, sendo eliminado pelas fezes (LEESON; SUMMERS, 2001).

## **Fósforo**

O fósforo se apresenta na água de várias formas, tais como ortofosfatos, polifosfatos e fósforo orgânico, não apresentando importância sob o aspecto sanitário para a água de abastecimento público (MACEDO, 2001). O maior papel do fósforo, além de ser componente ósseo, ele também é um elemento essencial de compostos orgânicos envolvidos no metabolismo das aves (LEESON; SUMMERS, 2001).

## **Nitrogênio**

O nitrogênio em recursos hídricos pode se apresentar nas formas de nitrato, nitrito, amônia, nitrogênio molecular e nitrogênio orgânico, sendo que os níveis elevados de nitratos indicam poluição que pode estar ocorrendo há algum tempo, porque estes são os produtos finais da oxidação do nitrogênio. A toxicidade aguda provocada por estes compostos para animais está associada à redução de nitrato a nitrito, que por sua vez oxida o ferro da hemoglobina transformando-o em  $Fe^{+++}$ , formando a metahemoglobina, que é incapaz de transportar oxigênio às células (MACEDO, 2001; POMIANO, 2002). Existe ainda a possibilidade do nitrito se ligar às aminas e formar nitrosaminas, que são potencialmente cancerígenas (FIGUEIREDO, 1990). Água contendo 10 mg/L de nitrato na forma de  $NO_3-N$  é imprópria para o consumo humano (BRASIL, 2004).

A agricultura intensiva e a exploração animal em alta densidade, são responsáveis pelo aumento da concentração de nitratos nas águas subterrâneas. Os efeitos da toxicidade crônica de nitrato/nitrito para as aves incluem inibição do crescimento, diminuição do apetite e agitação (ARKHIPOV, 1989), sendo que para monogástricos o nitrito é 10 vezes mais tóxico que o nitrato (GOOD, 1985). Até a década de 80, a

concentração de 300mg/L de nitrato na água de consumo de galinhas era considerada aceitável (Vohra, 1980). A concentração de nitrato acima de 20 mg/L na água na forma de NO<sub>3</sub>N reduz a produtividade das aves; entretanto, níveis entre 3-20 mg/L de água podem causar efeitos indesejáveis na produção das aves (GRIZZLE et al., 1996).

## Micro-organismos

Embora seja o nutriente mais importante, a água também é veículo para a transmissão de agentes causadores de doenças, os vírus, as bactérias e os protozoários e também compostos tóxicos; permite o desenvolvimento de fungos, produtores de micotoxinas, quando em contato com as rações, o crescimento de larvas de mosca no esterco, além de bactérias. (GAMA, 1995). A água dos reservatórios pode causar intoxicações por ingestão de algas ou algum contaminante como metais pesados, sais, inseticidas e herbicidas. As aves ingerem entre duas a três vezes o volume de água do que de ração o que evidencia a importância do controle da qualidade da água de consumo, fato normalmente negligenciado. A simples determinação da presença de micro-organismos na água de bebida para frangos de corte não é suficiente, é necessário também determinar a quantidade presente na água (OLIVEIRA, 1994; AMARAL, 1996).

O uso rotineiro das instalações pode levar ao acúmulo de material orgânico e contaminação do sistema de fornecimento de água, com o crescimento de algas e a criação de um ambiente favorável para o desenvolvimento ou a manutenção da viabilidade de diversos micro-organismos (LOVELL, 1996).

Na água, além da *Escherichia coli*, também podem ser encontrados *Salmonella spp*, *vibrio cholerae*, *Leptospira spp*, protozoários e vermes. Os coliformes são classificados em Totais e fecais. Coliformes Totais, num total de 20 espécies pertencentes a família Enterobacteriaceae, são bactérias encontradas na vegetação, em resíduos de animais e

no solo. Já o grupo Coliformes Fecais, inclui os gêneros *Escherichia*, e algumas cepas de *Enterobacter* e *Klebsiella*, são as bactérias provenientes de intestino de animais. (SILVA et al., 2000). Nos Estados Unidos da América, o The Bureau of National Affairs, propôs como um guia de recomendação, que a água de bebida dos animais deverá ter menos que 5.000 coliformes totais/100 ml. Macari (1996) indicou que os valores máximos de coliformes totais e fecais para frangos de corte são 10.000 UFC/100 ml e 2.000 UFC/100 ml, respectivamente.

A *Escherichia coli* representa 95% das bactérias que compõem o grupo dos coliformes fecais (SILVA et al., 2000; BARROS et al., 2001). As cepas de *E. coli* patogênicas para as aves causam infecções, localizadas ou sistêmicas. As perdas econômicas causadas pela colibacilose em aves se devem principalmente aos surtos de doença e condenação de carcaças durante o seu processamento. A importância para saúde pública se deve ao fato de que as galinhas são susceptíveis à colonização por *Escherichia coli* O157:H7, um importante patógeno para seres humanos (BARNES et al. 2003).

Outro grupo de indicadores de contaminação encontrado nas amostras de água, os estreptococos fecais, engloba espécies de *Streptococcus* e *Enterococcus* do grupo sorológico D de Lancefield. Essas bactérias são encontradas em grande quantidade nas fezes tendo o trato intestinal como habitat natural. Apresentam-se na forma de bacilos e cocobacilos em pares ou cadeias, são Gram-positivos, imóveis, catalase negativos e anaeróbios facultativos, hidrolizam a esculina e crescem a 45°C na presença de 40% de bile (SILVA et al. 2000).

A *Pseudomonas aeruginosa* é uma bactéria Gram-negativa, móvel, não esporulada, ocorre isolada ou aos pares, é estritamente aeróbica, cresce na faixa de 37 a 42°C, produzindo um pigmento verde fluorescente. Reconhecida como patógeno oportunista, resistente a muitos antimicrobianos, tem sido isolada de água tratada e apresenta importante papel em surtos de gastroenterites veiculadas pela água. A *Pseudomonas aeruginosa* pode causar doença em aves jovens e em

crescimento, contaminar ovos férteis, provocando a morte do embrião e de aves recém-nascidas. Trata-se de um micro-organismo ubíquo, associado à água, ambiente úmido e sujo (SILVA et al., 2000; BARNES, 2003). No Alabama, EUA, a *Pseudomonas aeruginosa* foi responsável por uma infecção em pintinhos ocorrida nos nascedouros, causando onfalite e alta mortalidade (WALKER et al., 2002).

O gênero *Salmonella* pertence à família *Enterobacteriaceae*. Bacilo curto, de 0,7-1,5 x 2-5  $\mu\text{m}$ , Gram-negativo, não esporulado e móvel através de flagelos peritríquios, aeróbios e anaeróbios facultativos. As colônias típicas crescem em pH entre 4-9, sob temperaturas entre 5 e 45°C (BERCHIERI JUNIOR, 2000). As salmonelas são disseminadas para ambientes aquáticos por diversas fontes, incluindo descarga de efluentes da indústria de exploração animal e da exploração agrícola, além da excreção de animais selvagens e sua sobrevivência está relacionada à natureza da água (MURRAY, 2000).

A dimensão dos problemas causados pelas salmoneloses aviárias aumentou consideravelmente nas duas últimas décadas. Anteriormente, objetivava-se o controle da infecção para redução das perdas econômicas, hoje a prioridade é impedir a contaminação dos produtos avícolas por *Salmonella sp*, para evitar a transmissão dessa bactéria para seres humanos, em vista da sua participação nos surtos de toxinfecção alimentar (GAST; SHIVAPRASAD, 2003).

A *Pasteurella multocida* é o agente responsável pela cólera aviária, uma enfermidade septicêmica que afeta aves domésticas e selvagens, causa alta morbidade e mortalidade, podendo ocorrer manifestações agudas e crônicas. É um micro-organismo em forma de bastonete Gram-negativo, imóvel, não esporulado, e que ocorre isolado aos pares ou em filamentos, tendo uma coloração bipolar característica.

Macari e Amaral (1997) mostraram dados bacteriológicos da água de bebedouros tipo chupeta e nipple. Como pode ser visto na Tabela 35, os bebedouros tipo pendular apresentaram uma contaminação muito

maior do que aqueles do tipo nipple, sugerindo uma maior possibilidade de contaminação cruzada entre os animais do galpão e também que eles devem ser limpos frequentemente, para que esta contaminação seja menor.

**Tabela 35.** Efeito do tipo do bebedouro na contaminação bacteriológica da água (a água não foi tratada)

Micro-organismos/ mL de amostra	Nipple		Pendular	
	Entrada	Saída	Entrada	Saída
Coliformes totais	640	3.300	1.600	1.700.000.00
Coliformes fecais	130	230	1.000	80.000.000
Escherichia coli	110	900	900	66.000.000
Estreptococos fecais	55	1.200	2.000	36.000.000

Micro-organismos mesófilos 24.000 700.000.000 86.000 1.400.000.000.

Entrada - significa no bebedouro de entrada de água no galpão.

Saída - significa no bebedouro no final do galpão.

Micro-organismos mesófilos - contagem total de microorganismos saprófitas e patogênicos.

Adaptado de Macari e Amaral, 1997.

## Análise da água

Antes de ser utilizada é importante conhecermos a qualidade da água. Uma amostra de água deve ser encaminhada ao laboratório de análise para determinar contaminantes químicos e biológicos avaliando as condições como:

- **Coloração:** qualquer coloração é resultante de soluções com substâncias como taninos, sais de ferro ou outros compostos.
- **Turbidez:** partículas em suspensão, ao invés de em solução, provocam turbidez na água.
- **Dureza:** sais de cálcio e magnésio formam escamação e lama e provocam a dureza da água que altera o sabor da água.
- **Ferro:** raramente afeta as aves, mas em contato com o ferro as aves podem ficar manchadas.
- **pH:** a pH de uma solução é uma medida de acidez ou alcalinidade. Quando abaixo de sete a solução é considerada ácida e valores acima de

sete representam soluções alcalinas. O pH normal da água fica entre 6,8 e 7,2. Valores acima de pH oito não são recomendáveis para consumo de aves.

- **Sólidos totais:** representa a quantidade total de material sólido em uma suspensão ou solução.
- **Nitrogênio:** representa uma medida de contaminação com matéria orgânica.
- **Metais pesados:** quando acima de 0,5 ppm certos metais podem se acumular nas aves.
- **Bactérias:** é importante determinar o tipo de bactéria e a concentração. Algumas bactérias são prejudiciais a saúde do frango e podem ser transmitidas para o homem.

## Limpeza do sistema de distribuição de água

A limpeza e desinfecção dos sistemas de fornecimento de água são importantes. Os bebedouros devem ser limpos diariamente utilizando uma escova. A água antiga deve ser removida, podendo ser adicionado à escova um desinfetante para facilitar a remoção de sujidades e micro-organismos e prevenir o desenvolvimento de fungos. A adoção de programas regulares de monitoria, limpeza e sanitização das linhas de distribuição de água é medida fundamental. Esses programas devem contemplar a proteção dos pontos de captação de água, com ações que evitem a contaminação das reservas subterrâneas e superficiais, a promoção e a manutenção da qualidade da água utilizada para as várias finalidades na granja. Assim sendo, recomenda-se que seja realizada (CARTE; SNEED, 1996; WATKINS, 2000; WATKINS, 2002):

- monitoria sistemática da qualidade microbiológica (duas vezes ao ano). Recomenda-se que sejam contempladas as colheitas de amostras da água do poço, reservatório e dos vários setores da granja;
- monitoria da qualidade química da água da fonte de captação (uma vez ao ano);

- limpeza e desinfecção das linhas de distribuição de água (duas vezes ao ano);
- limpeza e desinfecção nas linhas de distribuição dos galpões a cada saída de lote e, se necessário, com a presença de aves;
- instalação e manutenção do funcionamento do sistema de purificação de água;
- instalação e manutenção do funcionamento do sistema de cloração de água, após a purificação;
- correção do pH para realização de vacinação massal, administração de medicamentos e nutrientes.

## **Medidas de eliminação de contaminantes da água**

Toda água utilizada nos aviários, independente do aspecto julgado a olho nu, deve receber pelo menos dois tratamentos básicos antes de chegar ao bico das aves: filtração e desinfecção. Deve também ser considerado o tipo de fonte de abastecimento de água, superficial ou subterrânea, o que provoca variações do sistema de tratamento, já que as características da água bruta influenciam as técnicas de tratamento, (MACEDO, 2006).

As águas superficiais se caracterizam principalmente por uma grande concentração de sólidos em suspensão, além de sua composição ser imediatamente afetada pelas condições climáticas e características geológicas da região por onde escoam.

Já as águas subterrâneas têm substâncias dissolvidas como principais contaminantes, destacando-se íons metálicos, de cálcio e magnésio e complexos orgânicos naturais. Sua composição varia de região em região, dependente da formação geológica e as condições climáticas afetam suas características de maneira gradual (MIERZWA; HESPANHOL, 2005).

## Filtração

É o processo de separação no qual se remove contaminantes em suspensão (ex. partículas, fibras, microorganismos) de uma corrente fluida, através da passagem do fluido por um meio filtrante poroso. Em função do diâmetro dos poros, os filtros podem reter partículas suspensas na água, qualquer que seja sua origem, que provocam entupimento nos bebedouros de aves. Segundo Macedo (2004), a carga bacteriana será reduzida e os componentes químicos podem ser alterados.

### Tipos de filtros que podem ser utilizados

#### Filtros de areia e suas variações

Os filtros mais comumente utilizados são os construídos de areia ou quartzo, que possuem diversas camadas com leitos mais grossos no início da filtração e mais finos no final. Estes produtos possuem o inconveniente da retrolavagem e no momento da reposição destes leitos há necessidade de movimentar diversos quilos de material para o interior da carcaça do filtro, que normalmente é metálica, preferencialmente de aço inox.

Esta opção tem investimento inicial alto e ocupa espaço. Outro aspecto é o diferencial de pressão alto provocado pelo grande volume de material no interior do filtro. O nível de micragem é superior a 50 micra, não havendo, portanto, uma garantia maior na utilização do mesmo para aplicações que requeiram uma filtração de melhor qualidade. Pode-se ainda utilizar carvão ativado granulado como camada adicional para retirada de cloro e outros componentes químicos da água. O uso de resinas aniônicas e catiônicas poderá ser aplicado em filtros de inox, para redução de cálcio e magnésio da água.

## Filtros cartucho

Poderão ser bobinados, plissados ou ainda de polipropileno produzidos pelo processo *melt blown*. Os filtros bobinados, na sua confecção, lembram uma bobina de barbante ou fio. Este tipo de produto poderá ser de fio de polipropileno ou fio de algodão, tem aplicação como pré-filtro na indústria. Está caindo em desuso quando a aplicação requer alta eficiência em filtragem. Sua micragem varia de 5, 25, 50 e 100 micra, sendo que, a eficiência está em torno de 60% a 80%.

Os filtros plissados, de poliéster, são produzidos com tecnologia mais moderna e possuem micragens que poderão variar de 0,22 micron até 100 micra. As aplicações destes filtros com 5 micras de poro são comuns ou ainda, estes filtros quando produzidos com 25 e 50 micra são utilizados como pré-filtro, no ponto de entrada de água, para proteção de elementos filtrantes com poros menores. Possui larga vida útil, além de uma alta capacidade de remoção de partículas, oferecendo maior durabilidade.

Os elementos filtrantes em polipropileno produzidos pelo processo *melt-blown*, confeccionado com microfibras de polipropileno termicamente fundidas e sobrepostas umas às outras, de tal forma, que se obtém um cilindro cujas partículas irão se infiltrar e fixar nas paredes internas destes elementos. Estes produtos poderão ter grau de fechamento que variam de 0,5 a 100 micra. Basicamente, o material utilizado é polipropileno virgem, atóxico e aprovado pelo FDA. O grau de eficiência é de 93 a 96%. É indicado para filtração de todos os tipos de água. Suas características e benefícios são: Inorgânico, não entra em decomposição, portanto não contaminam o produto filtrado, Impede a ocorrência de canais viciados.

Os filtros do tipo “carbon block” ou, ainda, os do tipo de carvão granulado, são utilizados com o objetivo de remover partículas, odor e gosto da água, além da decloração; podem ser utilizados de forma individual ou em série, num sistema em que haja um pré-filtro.

Filtros com proteção antimicrobiana, desenvolvidos para inibir o crescimento de bactérias e fungos. Este filtro mantém o produto limpo por mais tempo e com melhor aparência, retendo no seu sistema de filtração os micro-organismos contaminantes, causadoras de sabores desagradáveis e, além disto, reduz os odores.

Recomenda-se que os filtros sejam dispostos em linha, utilizando os filtros de maior diâmetro de poros na entrada de água no sistema e passando por mais dois ou três filtros com tamanhos de poros menores.

## Desinfecção

A desinfecção da água consiste na destruição seletiva dos organismos causadores de enfermidade, pela adição de um produto desinfetante. O desinfetante não torna a água estéril, mas elimina os micro-organismos capazes de causarem doença.

Para exercer uma ação higienizante apropriada, necessitamos de um tempo de contato mínimo do sanitizante com a água. Para alcançar um resultado eficiente deve-se ter em mente a concentração que se quer alcançar no ponto de consumo das aves, devido a perdas de concentração associadas com o tempo de tratamento, o sistema de armazenamento e condução da água (CASTELLANOS, 2005). É importante lembrar que no momento em que as aves estiverem sendo vacinadas com vacina viva, deve ser suspenso a sanitização da água, porém deve-se monitorar o funcionamento adequado do processo de filtração da água de consumo destas aves.

É recomendada a desinfecção da água utilizando os compostos à base de cloro, por reunir a maioria das propriedades exigidas para o sanitizante ideal para a água (VIANA, 1978; AMARAL, 1996; MACEDO; BARRA, 2004; MACEDO, 2006). Muitas vacinas são administradas pela água de consumo dos animais. A presença de qualquer substância sanitizante irá afetar a viabilidade das vacinas,

mesmo tornando-as ineficazes. Cuidados: não adicionar vacinas em água contendo substância sanitizante. Primeiro esvazie o sistema de distribuição de água várias vezes até que o mesmo fique livre de contaminantes, então forneça água limpa para adicionar a vacina.

O desinfetante químico ideal para água deve reunir as seguintes características:

- Amplo espectro de atividade tóxica em altas concentrações de microorganismos.
- Solúvel em água ou tecido celular.
- Possuir estabilidade da ação germicida e em repouso a perda deverá ser pequena.
- Não deve ser tóxico para os seres humanos e animais.
- A solução deve ter uma composição uniforme.
- Não deverá ser absorvido pela matéria orgânica.
- Deverá ser eficaz em intervalos de temperatura ambiente.
- Deverá ter a capacidade de agir através das superfícies.
- Desodorizar enquanto desinfeta.
- Amplamente disponível no mercado.
- Ser de aplicação econômica.
- Ser reconhecido através de ensaios simples quando presente na água em quantidade mínima.

## **Cloração da água**

Quando detectado presença de contaminação microbiológica na água ela deve ser clorada. Existem diferentes equipamentos para cloração disponíveis no mercado, muitos dos quais podem produzir supercloração da água para instalações de frangos de corte. Eles garantem um nível satisfatório de cloro na água. A cloração da água também reduz a oxidação do ferro, eliminando problemas de ferrugem nas linhas de distribuição de água e válvulas.

O critério bacteriológico determina o nível de contaminação microbiana por meio da identificação dos micro-organismos, via análises para determinar o total de bactérias por unidade de amostra. Embora valores máximos de coliformes totais, indiquem poluição da água.

A recomendação é que sempre que aparecer coliforme total a água seja tratada. Para evitar os problemas sanitários provenientes de uma água contaminada, recomenda-se o tratamento com cloro em todos os tipos de fontes existentes, resultando na redução da transmissão e disseminação de enfermidades. Não esquecer que o uso do cloro requer alguns cuidados e atenções:

- limpeza dos canos para evitar que o cloro fique aderido no material orgânico;
- fechar o tanque de água para este não ficar exposto ao sol;
- não esquecer que as altas temperaturas podem promover a volatilização do cloro, que se dissipa facilmente da água, especialmente em bebedouros abertos logo, em bebedouros abertos, deve-se utilizar maiores níveis de cloro no sistema;
- explorações que reutilizam a cama aviária apresentam maiores níveis de amoníaco, que pode neutralizar o cloro da água, também em casos de bebedouros abertos;
- resíduos de vacinas, antibióticos e vitaminas na água podem reduzir a efetividade do cloro (quanto mais contaminada for a água, maior a quantidade de cloro que se deve agregar);
- a utilização de um produto não adequado ou demasiadamente barato pode, em longo prazo, custar mais caro;
- quanto maior o pH da água, maior a necessidade de cloro como desinfetante.

A dosagem recomendada de cloro, na saída do bebedouro para pintos varia de 1 a 3 ppm e para frangos, acima de 28 dias, entre 5 e 6 ppm, sem queda no consumo. O recomendado seria uma faixa de 3 a 5 ppm (média). Somente dosagens muito elevadas poderão causar algum desajuste no balanço eletrolítico das aves (DAMRON; FLUNKER, 1993).

A cloração da água serve como procedimento para a sua desinfecção, eliminando enterobactérias. Entretanto, protozoários e enterovírus são menos afetados pelo cloro. Também é importante lembrar que substâncias como nitrito, ferro, hidrogênio, amônia e matéria orgânica diminuem a ação do cloro. A matéria orgânica transforma cloro em cloramina, que tem menos ação desinfetante. Quanto maior o nível do pH da água, maior a necessidade de cloro como desinfetante. Entretanto, a excessiva cloração altera o gosto da água e pode comprometer o seu consumo e o desempenho dos frangos. Meirelles et al. (1995) demonstraram que a adição de 5 ppm de cloro na água de bebida diminuiu o consumo de água dos animais, mas os ganhos de peso, em diferentes períodos, foram beneficiados (Tabela 36). Os autores também verificaram que as UFC de bactérias diminuíram com a inclusão do cloro na água. No experimento foi usado hipoclorito de sódio.

Macari (1996) mostrou o efeito da cloração da água (2 a 3 ppm) na redução da sua contaminação bacteriana, em bebedouros de frangos de corte (Tabela 37). Esta redução tende a diminuir a transmissão horizontal de bactérias entre as aves, que estão consumindo água no mesmo bebedouro.

**Tabela 36.** Efeito da cloração da água no consumo de água e no ganho de peso dos frangos de corte

Cloro	1 a 28 dias		29 a 49 dias		1 a 49 dias	
	Consumo água, ml	Ganho Peso, g	Consumo água ml	Ganho Peso, g	Consumo água, ml	Ganho Peso, g
Sem Cl	3480 a	908 a	7053 a	1350 a	10526 a	2258 a
Com Cl	3317 a	918 a	6359 b	1398 a	9686 b	2316 b

Consumo de água = mL/ave/período.

Ganho de peso = g/ave/período.

Adaptado de Meirelles et al., 1995 P<0,01.

**Tabela 37.** Efeito da cloração da água na redução da sua contaminação bacteriana

Tempo (horas)	Bactérias (UFC/mL)	
	Água com cloro	Água sem cloro
8	3 x 10 <sup>2</sup>	117 x 10 <sup>5</sup>
11	11 x 10 <sup>4</sup>	156 x 10 <sup>5</sup>
14	65 x 10 <sup>4</sup>	110 x 10 <sup>6</sup>
17	215 x 10 <sup>4</sup>	163 x 10 <sup>6</sup>

Adaptado de Macari, 1996.

## Referências

AGROCERES ROSS. **Manual de Manejo de Frangos AgRoss:** Melhoria Genética de Aves. Campinas, 2000. 104p.

AGROCERES ROSS. Manual de Manejo de Frangos AgRoss. Campinas, SP, 2004. 11p.

ÁGUA de buena calidad: qué es? Avicultura Profesional, Athens, v. 6, n. 1, p. 14, 1988.

AHMAD, T.; KHALID, T.; MUSHTAQ, T. M. MIRZA, A.; NADEEM, A.; BABAR, M. E.; AHMAD, G. Effect of Potassium Chloride Supplementation in Drinking Water on Broiler Performance Under Heat Stress Conditions. **Poultry Science**, v. 87; p. 1276 - 1280. 2008.

AMARAL L. A. Controle da qualidade da água utilizada em avicultura. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 2., São Paulo. **Anais...** São Paulo: APA, 2000, p. 99-108. 2000.

AMARAL, L. A. Controle da qualidade microbiológica da água utilizada em avicultura. In: MACARI, M. (Ed.). **Água na avicultura industrial**. Jaboticabal: Funep. p. 93-117. 1996.

AMARAL, L. A. **Qualidade higiênico-sanitária e teor de nitratos na água utilizada em propriedades leiteiras situadas na região nordeste do Estado de São Paulo**. 2001. 133 f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

AMARAL, L. A.; ROSSI JÚNIOR, O. D.; CARDOSO, V. Qualidade higiênico-sanitária da água de bebedouros pendular e niple utilizados na criação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 1, n. 2, p.145-148, 1999.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19. ed. Washington, 1998. 520p.

ARAD, Z. Thermoregulation and acid-base status in the painting dehydrated fowl. **Journal of Applied Physiology**, New Mexico. v. 54, p. 234-243, 1983.

AVIAN48 PLANALTO. **Manual do Frango de Corte**. Modelo Revisão 03. 2006.

BAHRI, S.; SUGITO, D.; SAFUAN, A. The relationship by kidney of between concentration of lead in liver and chicken exposed to lead in drinking water. **Penyakit Hewan**, v. 26, n. 48, p. 57-63, 1994.

BAILEY, M. The water requirements of poultry. In: RECENT DEVELOPMENTS IN POULTRY NUTRITION NOTTINGHAM. Nottingham University Press. p. 161-176. 1999.

BARNES, H. J.; VAILLACOURT, J. P.; GROSS, W. B. Colibacillosis In: SAYF, Y.M. **Diseases of poultry**. 11th. ed. Ames: Iowa State University Press, 2003. p. 631-656.

BARROS, L. S. S.; AMARAL, L. A.; ROSSI JÚNIOR, O. D. Aspectos microbiológicos e demanda de cloro de amostras de água de dessedentação de frangos de corte coletadas em bebedouros pendulares. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 3, n. 2, p. 193-198, 2001.

BARTON, T. L. Relevance of water quality to broiler and turkey performance. **Poultry Science**, Champaign, v.75, p. 854-856, 1996.

BELAY, T.; TEETER, R. G. Broiler water balance and thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. **Poultry Science**, v. 72, p. 116-124, 1993.

BELAY, T.; TEETER, R. G. Effects of ambient temperature on broiler mineral balance partitioned in to urinary and fecal loss. **British Poultry Science**, v.37, p. 423-433, 1996.

BELAY, T.; WIERNUSZ, C. J; TEETER, R. G. Mineral balance and urinary and fecal excretion profile of broilers housed in thermoneutral and heat-distressed environments. **Poultry Science**. v. 71, p. 1043-1047, 1992.

BELL, D.D.; WEAVER, W.D. **Chicken meat and egg production**. 5th Ed. [S.L.]: Kliewer Academic Publishers. 2002. 1365p.

BELLAVER, C.; OLIVEIRA, P. A. V. Balanço de água nas cadeias de aves e suínos. **Avicultura Industrial**. n. 10, p. 30-44, 2009.

BERCHIERI JÚNIOR, A. Salmoneloses aviárias. In: BERCHIERI JÚNIOR, A.; MACARI, M. **Doenças das aves**. Campinas: FACTA, 2000. p. 186-195.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518 de 25/03/2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 25 de Março 2004.

BROOKS, P. H. Water – Forgotten nutrient and novel delivery system. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 10, 1994, Ganswill. **Biotechnology in the Feed Industry**, Nottingham: Nottingham University Press, p. 211-234. 1994.

BRUNO, L. D. G.; FURLAN, R. L.; MACARI, M. Influência do tipo de bebedouro (pendular X nipple) sobre a capacidade de ingestão de água por frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, s. 2, p. 2, 2000.

BRUNO, L. D. G.; MACARI, M. Ingestão de água: Mecanismos regulatórios. In: MACARI, M. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 246p. 1994.

CARTER, T. A.; SNEED, R. E. **Drinking water quality for poultry**. Raleigh: North Carolina Cooperative Extension Poultry Science. 1996. (Publication number: PS&T Guide nº 42).

CASTELLANOS G. M. Higienización de aguas en granjas avícolas. **Industria Avícola**, v. 52, n. 11, p. 24-28, 2005.

CHURCH, D. C.; POND, W. G. 1982, Water, In: Basic Animal Nutrition and Feeding, 2th ed.1982.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 20 de 18/06/86. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 de Julho de 1986.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 357 de 17/03/05. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2005.

COOB-VANTRES. Broiler Management Guide. Cob-Vantres. 72 p. 2008.  
COUNOTTE, G. Understanding the quality of drinking water. **World Poultry**, Doitinchem, v. 16, n. 5, p. 34-40, 2000.

CSIRO. FEEDING STANDARDS OF AUSTRALIAN LIVESTOCK PIGS. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation. CSIRO. East Melbourne. 1990.

CURTIS, L.; HAIRSTON, J.; DONALD, J.; ECKMAN, M. Factores clave del agua en la producción de pollos. **Indústria Avícola**, Mt. Morris, v. 48, n. 7, p. 26-31, 2001.

DAMRON, B. L.; FLUNKER, L. K. Broiler chick and laying hen tolerance to sodium hypochlorite in drinking water. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, p.1650-1655, 1993.

DAMRON, B. L. Water for Poultry. Fact Sheet AN 125, Animal Science Department, Florida Cooperative Extension Service, **Institute of Food and Agricultural Sciences**, University of Florida. February, 2002.

DAVENPORT, H. W. Intestinal Absorption of Water and Electrolytes. In: - **Physiology of the digestive tract**: an introductory text. 4th ed. Chicago: Year Book Medical, 1977. p. 198-213, 1977.

DEEB, N.; CAHANER, A. Genotype-by-Environment Interaction with Broiler Genotypes Differing in Growth Rate 3: Growth Rate and Water Consumption of Broiler Progeny from Weight-Selected Versus Nonselected Parents under Normal and High Ambient Temperatures. **Poultry Science**, v. 81, p. 293–301, 2002.

ÉVORA, P. R. B.; REIS, C. L.; FERREZ, M. A.; CONTE, D. A.; GARCIA, L. V. Distúrbios do equilíbrio hidroeletrólítico e do equilíbrio ácido-básico. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 32, p. 451-469, 1999.

FAIRCHILD, B. D.; RITZ, C. W. **Poultry drinking water primer**. Georgia: University of Georgia, 2009. (Bulletin, 1301).

FIGUEIREDO, E. M. Análise da contaminação por nitrato no aquífero livre e semiconfinado na área urbana de Natal, RN. **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 13, p. 75-85, 1990.

FIGUEIREDO, R. M. **Programa de redução de patógenos**. São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, 1999. 81p.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; MALHEIROS, E. B.; INGRACI, C.; MEIRELES, H. T. Efeito da cloração da água de beber e do nível energético da ração sobre o ganho de peso e consumo de água em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 542-547, 1999.

FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Ed.) **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP, 2002. c. 16, p. 201-208.

GAMA, N. M. S. Q.; TOGASHI, C. K.; D'ANGELA, H. L.; FREITAS, E. R.; GUASTALLI, E. A. L.; BUIM, M. R.; RECH, A. **Desempenho produtivo de poedeiras comerciais consumindo água filtrada**. In: MET - ENCONTRO NACIONAL SOBRE METODOLOGIAS DE LABORATÓRIO, 11., Concórdia, 2006. Anais... Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. p. 40.

GAMA, N. M. S. Q. Água, que cura, que nutre, que mata. **Aves e Ovos**, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 30-33, 1995.

GAST, R. K.; SHIVAPRASAD, H. L. Salmonella Infections. In: SAIF, Y.M. **Diseases of poultry**. 11th ed. Ames: Iowa State University Press, 2003, p. 567-583.

GRIZZLE, J. M.; ARMBRUST, T. A.; BRYAN, M. A.; SAXTON, A. M. Water quality I: The effect of water nitrate and bacteria on broiler growth performance. **Journal Applied Poultry Research**, Savoy, v. 5, p. 330-336, 1996.

GRIZZLE, J. M.; ARMBRUST, T. A.; BRYAN, M. A.; SAXTON, A.M. Water quality II: The effect of water nitrate and pH on broiler growth performance. **Journal Applied Poultry Research**, v. 6, p. 48-55, 1997.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. Tratado de fisiologia médica. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. 1014p.

HARRIS JUNIOR, G. C.; NELSON, G. S.; SEAY, R. L.; DODGEN, W. H. Effects of drinking water temperature on broiler performance. **Poultry Science**, v. 54, p.775-779, 1975.

JAMES, E. C.; WHEELER, R. S. Relation of dietary protein content to water intake, water elimination and amount of cloacal excreta produced by growing chickens. **Poultry Science**. v. 28, p.465-467. 1949.

JENSEN, L. S.; MAURICE, D. V.; CHANG, C. H. Relationship of mineral content of drinking water to lever lipid accumulation in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 56, p. 260-266, 1977.

KARELIN, A.; SAMKHADZE, B. Influence of iron deficiency in hens on survival in chicks. **Ptisevodstvo**, Moscow, v.11, n. 1, p.18-20, 1991.

KUNAR, A.; ACHAUHAN, R. S.; SINGH, N. P.; KUNAR, A. Immunopathological effect of lead on cell mediated immunity in chickens. **Indian Journal of Veterinary Pathology**, Izatngar, v. 22, n. 1, p. 22-25, 1998.

KUNAR, A.; ACHAUHAN, R. S.; SINGH, N. P.; KUNAR, A. Immunosuppressive effect of lead on humoral immune response in chickens. **Indian Journal of Toxicology**, Bareilli, v. 6, n. 1, p. 27-31, 1999.

LACY, M. Características de la calidad del agua. **Avicultura Professional**, Athens, v. 12, n. 3, p.148-149, 1994.

LARBIER, M.; LECLERCQ, B. **Nutrition and feeding of poultry**: Intake of food and water. Nottingham: Nottingham University Press, 1994b. p.7-14.

LARBIER, M.; LECLERCQ, B. **Nutrition and feeding of poultry**: Metabolism of water and minerals. Nottingham: Nottingham University Pres, 1994a. p.101-118.

LAURENTIZ, A. C.; SILVA-FILARDI, P. P.; SUGETA, S. M.; MAIORKA, A. Utilização de ácido acético via água de bebida durante a primeira semana em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, supl. 3, p. 23, 2001.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. Guelph: University Books, 2001, 763p.

LEESON, S.; DIAZ, G. J.; SUMMERS, J. D. Poultry metabolic disorders and mycotoxins: water imbalance. Guelph: University Books, 1995.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial poultry production**. Guelph: University Books, 1997, 283p.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial poultry nutrition**: ingredient evaluation and diet formulation. Guelph: University Books, 1997.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. V. **Broiler and breeder production**: nutrition and feeding. Guelph: University Books, 2000.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. Water : its effects on dissolved biomolecules. In: \_\_. PRINCIPLES OF BIOCHEMISTRY. 2th Ed. New York: Worth Publissers, 1993.

LLOYD, L. E.; McDONALD, B. E.; CRAMPTON, E. W. **Fundamentals of nutrition**: Water and its metabolism. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1978. p.22-35.

LOVELL, E. J. Water sanitation pays dividends. **Poultry Digest**, Mt. Morris, v. 2, p.14- 16, 1996.

LUCAS JÚNIOR, J. Manejo de dejetos. In: ATUALIZAÇÃO EM AVICULTURA PARA POSTURA COMERCIAL, 2004, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 2004, p. 141-157.

MACARI, M. Água na Avicultura. FUNEP-Fundação de Estudos e Pesquisa em Agronomia Medicina Veterinaria e Zootecnia. Universidade Estadual de São Paulo, UNESP, Jaboticabal. 1996a. 128p.

MACARI, M. Equilíbrio hídrico em aves. In: Água na avicultura industrial. Jaboticabal: Funep, 1996b. p. 27-52.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 246p. 1994.

MACARI, M., Metabolismo Hidrico da Poedeira Comercial. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 5. 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Associação Paulista de Avicultura, 1995.

MACÊDO, J. A. B.; BARRA, M. M. Processo de desinfecção com derivados clorados orgânicos em água para abastecimento público. **HidroNews**, Suplemento, ano II, n. 3, p. 1-8, 2004.

MACÊDO, J. A. B. **Águas & águas**. Belo Horizonte: CRO-MG. 2004. 977p.

MACÊDO, J. A. B. Otimização do uso da água na avicultura. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA DE TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2006. Anais... Santos: FACTA, 2006, p. 239-269.

MANNING, L.; CHAD, S. A.; BAINES, R. N. Water consumption in broiler chicken a welfare indicator. **World Poultry Science**. v. 63. p. 63-71, 2007.

MAY, J. D.; LOTT B. D.; SIMMONS, J. D. Water consumption by broilers in high cyclic temperatures: bell versus nipple waterers. **Poultry Sci**. v. 76, p. 944-947, 1997.

MIERZWA, J.C.; HESPANHOL, I. Técnicas para o tratamento de água. In: \_\_. **Água na indústria: uso racional e reuso**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p. 47-65.

MONGIN, P. Recent advances in dietary cation-anion balance: applications in poultry. **Proceedings of Nutrition Society**, Cambridge, v. 40, p. 285-294, 1981.

MOUCHREK, E. Qualidade da água. **Revista AVIMIG**, Belo Horizonte, v. 4, n. 34, p. 14-15, 2003.

MROZ, Z.; JONGBLOED, A. W.; LENBIS N. P.; VREMAN, K. Water in pig nutrition: physiology, allowance and environmental implications. **Nutrition Research Reviews**, v. 8, p. 137-164, 1995.

MURRAY, C. J. Environmental aspects of salmonella. In: WRAY, C.; WRAY, A. (Ed). **Salmonella in domestic animals**. New York: CAB Publishing, 2000. 367p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of domestic animals: nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington: National Academic Press, 1994. p.1-155.

NILIPOUR, A. H.; BUTCHER, G. D. Water: The cheap, plentiful and taken for granted nutrient. **World Poultry**, Netherlands, v. 14, n. 1, p. 26-27, 1998.

NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, Champaing, v. 74, n. 2, p. 366-373, 1995.

OLIVEIRA, M. B. C. Doenças de aves transmitidas pela água. In: SENAR. **Curso de manejo de água para aves de produção**. Bastos, 1994. p. 1-5.

PATIENCE, J. F. A Review of the role of acid-base balance in amino acid nutrition. **Journal of Animal Science**, n. 68, p. 398-408. 1990.

PENDLETON, E. W.; SCHEIDELER, S. E. Water quality basics for the poultry producer. **Poultry Digest**, Mt. Morris, v. 54, n. 1, p. 10-14, 1995.

PESTI, G. M.; AMATO, S. V.; MINERAR, L. R. Water consumption of broiler chickens under commercial conditions. **Poultry Science**, v. 64, p. 803-8, 1985.

PIZAURO JUNIOR, J. M. A água nos processos biológicos. In: MACARI, M., (Ed.). **Água na avicultura industrial**. Jaboticabal: Funep, 1996. p. 93 -118.

POMIANO, J. D. Manejo del agua como nutriente. Lima:\_, 2002.

POPPE, C.; BARNUM, D. A.; MITCHELL, W. R. Effect of chlorination of drinking water on experimental Salmonella infection in poultry. **Avian Diseases**, Kennett Square, v. 30, n. 2, p. 362-369, 1986.

RADZANOWSKA G. Effect of lead, copper and selenium on haematological and biochemical indices of hen's blood. **Zootechnika**, v. 31, p. 5-27, 1989.

REDDY, M. R.; RAJU, M. V. L. N.; CHAWAK, M. M.; RAMA RAO, S. V. Importance of water in poultry health. **Poultry Adviser**, Arkansas, v. 28, n. 6, p. 31-37, 1995.

RODWELL, V. W. Water & pH. In: Harper's biochemistry. 24th Edition. MURRAY, R. K.; GRANNER, D. K.; MAYES, P. A.; RODWELL, V. W. (Ed.). Stamford: Appleton & Lange, 1996.

SALYI, G.; BANHIDI, G.; SZABO, E.; GONYE, S.; RATZ, F. Acute selenium poisoning in broilers. **Magyar Allatorvosok Lapja**, Budapest, v. 48, n. 1, p. 22-26, 1993.

SANTOS, J. L. dos. Uso do manejo da cloração de água na atividade pecuária. In: SIMPÓSIO PRODUÇÃO ANIMAL E RECURSOS HÍDRICOS, 1, 2010, Concórdia. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2010.

SAYED, M.; MASHOOK, A.; SAIFUR, R. The effect of dietary vinegar on the performance of broiler chicks in hot weather. **Sarhad Journal of Agriculture**, Peshawar, v. 10, n. 1. p. 31-34, 1994.

SESTI, L. Água de bebida das aves: aspectos essenciais. **Ave World**, v. 3, n. 19, 2006.

SGUIZZARDI, T. I. A água como nutriente para as aves. **Avicultura industrial**, Porto Feliz, v. 5, p. 22-23, 1979.

SHOREMI, O. I. A.; ALEGE, A. A.; KUM, S. The effect of aluminium in drinking water on the performance of carcass quality and internal organs of broiler chickens. **Indian Journal of Animal Science**, New Delhi, v. 68, n. 2, p. 169-171, 1998.

SILVA, N.; CANTÚSIO NETO, R.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica da água**. Campinas: ITAL, 2000. 99p.

SKINNER-NOBLE, D. O.; TEETER, R. G. Components of feed efficiency in broiler breeding stock: influence of water intake and gastrointestinal contents. **Poultry Science**. v. 83, p. 1260-1263, 2004.

SMITH, A; ROSE, S. P.; WELLS, R. G.; PIRGOZLIEV, V. Effect of excess dietary sodium, potassium, calcium and phosphorus on excreta moisture of laying hens. **British Poultry Science**, v.41, p.598-607, 2000.

STURKIE, P. D. The effect of excess zinc on water consumption in chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 35, p. 1123-1124, 1956.

STURKIE, P. D. **Avian Physiology**. 4th ed. New York: Springer-Verlag, 1986. 561p.

SWENSON, M. J.; REECE, W. O. Dukes, fisiologia dos animais domésticos. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara & Koogan, 1993. 865p.

TABLER, G. T. Water intake: a good measure of broiler performance. **Avian Advise**, Arkansas, v. 5, n. 3, p. 7-9, 2003.

THULIN, A. J.; BRUMM, M. C. 1991. Water: The forgotten nutrient. In: Swine nutrition. MILLER, E. R.; ULLREY, D. E.; LEWIS, E. A. J. Butterworth-Heinemann, 1991. p. 315-324.

TRACHOO, N.; FRANCK, J. F.; STERN, N. J. Survival of *Campylobacter jejuni* in biofilms isolated from chicken house. **Journal Food Protection**, v. 65, n. 7, p. 1110-1116, 2002.

TSAI, L.; SCHADE, J. E.; MOLYNEUX, B. T. Chlorination of poultry chiller water: chlorine demand and disinfection efficiency. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, p. 188-196, 1992.

VAN ES, L.; OLNEY, J. F. An inquiry into the influence of environment on the incidence of poultry diseases. University Nebraska **Agricultural Experimental Station Research Bulletin**, v. 118, p. 17-22, 1940.

VAN KAMPEN. Water balance of colostomised and non-colostomised hens at different ambient temperatures. **British Poultry Science**. v. 22. p. 17-23, 1981.

VANDERKERCHOVE, D.; DE HERDT, P.; LAEVENS, H.; PASMANS, F. Risk factors associated with colibacillosis outbreaks in caged layer flocks. **Avian Pathology**, Huntington, v. 33, n. 3, p. 337-342, 2004.

VIANA, F. C. **Apontamentos de saneamento**. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 1978. 57p.

VIEIRA, S. L.; VIOLA, E. S.; BERRES, J.; CONEGLIAN, J. L. B.; FREITAS, D. M.; BORTOLINI, T. C. K. Water Intake and Digestive Metabolism of Broilers Fed All-Vegetable Diets Containing Acidulated Soybean Soapstock. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. v. 8, n. 3, p. 159-165, 2006.

VIOLA, E. S. **Uso de acidificantes em dietas de frangos de corte: resíduos no trato digestivo e efeitos sobre o desempenho animal e morfologia intestinal**. 2006. 197 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

VIOLA, T. H. **A influência da restrição da água no desempenho de frangos de corte**. 2003. 150 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

VOHRA, N. P. Water quality for poultry use. **Feedstuffs**. Minnetonka, v. 7, p. 24-25.

WATKINS, S. The campaign for quality drinking water continues. **Avian Advise**, Arkansas, v. 3, n. 3, p. 7-9, 2002.

YOSSEF, S. A. H.; EL-MINIAWY, H. M. F.; SOLIMAN, G. A.; EL-SANOUSI, A. A.; EL-BRAWI, A. M. Some toxicological and pathological studies on the effect of subchronic lead poisoning in broilers with reference to immune system. **Egyptian Journal of Comparative Pathology and Clinical Pathology**. v. 8, n. 1, p. 9, 1995.

ZIAEI N, J. H.; GUY, EDWARDS, S. A; BLANCHARD, P. J.; WARD, J.; FEUERSTEIN, D. Effect of Gender on Factors Affecting Excreta Dry Matter Content of Broiler Chickens **J. Appl. Poult. Res.** v. 16, p. 226–233, 2007.