A Redução de Resíduos Gerados no Tratamento de Água. Um Estudo Sobre a Viabilidade da Utilização do Hipoclorito em Comprimido na Cidade de Manaus

OLIVEIRA, F.B. [a,c*], SILVA, H.J.P. [b],

a. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do estado do Amazonas

b. Instituto Prominas / Universidade Cândido mendes

** fabian.ifamdi@gmail.com*

Resumo

O tratamento para a desinfecção da água requer a utilização de produtos tais como o hipoclorito, que é normalmente utilizado na forma líquida. O uso desse tipo de produto gera resíduos como embalagens e garrafas vazias de que precisam ser eliminadas para não poluir o meio ambiente. Uma alternativa a este produto é o hipoclorito em comprimido, que permite a redução de resíduos, sem comprometer o tratamento da água. O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de hipoclorito em comprimido de viabilidade na cidade de Manaus, considerando a aquisição direta na cidade de São Paulo. A pesquisa mostrou que a escolha de hipoclorito em comprimido pode ser vantajosa, uma vez que os custos de transporte são reduzidos em relação dos custos para o transporte de hipoclorito em forma líquida. Além disso, há uma redução na produção de embalagens vazias, o que reduz os custos do tratamento deste tipo de resíduos.

Palavras-chave: *Redução; Hipoclorito; Tratamento de água.*

1. Introdução

De acordo com PRESTELLO, 2006, O conceito de P+L, é preconizado principalmente pela UNEP-United Nations Environmental Programme – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, que define a produção mais limpa como a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada a processos, produtos e serviços para aumentar a eficiência global e reduzir riscos à saúde humana e ao meio ambiente. O conceito de Produção Mais Limpa (P+L) foi definido pelo PNUMA, no início da década de 1990, como sendo a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos, produtos e serviços para aumentar a eco eficiência e reduzir os riscos ao homem e ao meio ambiente (CETESB, 2005).

A portaria 518/2004, do Ministério da Saúde, define água potável como a água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde e define também a solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano como toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo, entre outras, fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontais e verticais.

O cloro é bastante utilizado como agente desifenfectante. O artigo 13, da Portaria 518/2004, do Ministério da Saúde, cita que, após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L, sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. O artigo 34, da Portaria 2.914/2011 mantém esta exigência ao citar que é obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede).

O uso de cloro no tratamento da água pode ter como objetivos a desinfecção (destruição dos microrganismos patogênicos), a oxidação (alteração das características da água pela oxidação dos compostos nela existentes) ou ambas as ações ao mesmo tempo. A desinfecção é o objetivo principal e mais comum da cloração, o que acarreta, muitas vezes, o uso das palavras "desinfecção" e "cloração" como sinônimos (Bazzoli, 1993).

Deve-se garantir a utilização de água potável, filtrada, fervida ou clorada para consumo humano. Se o domicílio for abastecido por sistema público e, no ponto de consumo (torneira, jarra, pote, etc.), não for verificada a presença de cloro na quantidade recomendada (maior que 0,5 mg/l) ou se a água utilizada for proveniente de poço, cacimba, fonte, rio, riacho, açude, barreira, etc., deve-se proceder à cloração no local utilizado para armazenamento (reservatório, tanque, tonel, jarra, etc.). Se a água utilizada for proveniente de poço, cacimba, fonte, rio, riacho, açude, barreira, etc., deve-se proceder à cloração no local utilizado para armazenamento (reservatório, tanque, tonel, jarra, etc.). A dosagem recomendada de Hipoclorito de Sódio a 2,5% é de 100 mL a cada 1.000 Litros de volume de água (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005).

O hipoclorito na forma líquida é bastante utilizado por empresas, escolas, entre outras instituições, que realizam a dosagem através de bombas elétricas, ou de forma manual. Uma outra alternativa para a desinfecção é o uso de cloro em pastilhas. A presente pesquisa tem como objetivo identificar a viabilidade de utilização do cloro em pastilhas em substituição ao hipoclorito de sódio líquido. A utilização do cloro em pastilhas reduzia o consumo de energia elétrica, necessário para o funcionamento das bombas dosadoras, e eliminaria os tambores de plástico vazios, que precisam de uma destinação correta após o término da solução de hipoclorito.

Algumas cidades do Amazonas têm sofrido com as cheias dos rios, provocando muitas vezes surtos de doenças provocados pela falta de água potável.

Como exemplo, temos a cidade de Boca do Acre, situada a 1.028,43 Km de Manaus, que decretou estado de calamidade pública em decorrência da cheia. O nível do rio no município já ultrapassou a cota máxima registrada em 2014. Ao menos 25 mil pessoas estão sendo afetadas pela subida das águas. Casas e outros imóveis estão inundados no município, que suspendeu as aulas. Famílias enfrentam escassez de água potável e de alimentos. Em todo o estado (Amazonas), 11 cidades estão em emergência. Ao todo, 11 cidades estão em situação de emergência por conta na cheia dos rios no interior do estado. O número de famílias afetadas chega a 17, 1 mil, segundo informações repassadas pela Defesa Civil do Estado. Ainda de acordo com informações divulgadas pelo órgão, em sete cidades a situação já foi homologada pelos órgãos oficiais. Na Calha do Rio Juruá, a cheia atinge Envira, Ipixuna, Guajará, Itamarati e Eirunepé. Na Calha do Purus, Boca do Acre e Canutama sofrem com a cheia. Na última semana, Carauari e Pauini passaram a compor o grupo (LIFISITCH e MONTEIR, 2015).

Como medida emergencial, a compra de hipoclorito torna-se uma alternativa interessante, pois permite que a própria população faça o tratamento das águas que serão utilizadas para consumo, reduzindo, assim, o risco de doenças causadas pela ingestão de águas não tratadas.

2. Metodologia

O estudo foi realizado a partir da pesquisa de preços dos produtos comercializados em sites especializados na internet, cujas empresas possuem sede na cidade de São Paulo. Primeiramente, identificaram-se as quantidades mínimas e máximas de compra em cada site e a partir daí foram definidas algumas quantidades para avaliação de preço. A escolha de empresas fora da cidade de Manaus foi proposital, pois em razão das constantes cheias no norte do país, algumas cidades têm

seus centros comerciais inundados, o que impede a compra de produtos saneantes como o hipoclorito de sódio. Considerando a possibilidade destes produtos ficarem escassos em momentos de cheia, a compra em empresas fora de Manaus poderia ser uma alternativa para a entrega em menor tempo. Para a simulação dos valores de frete, considerou-se um endereço fixo na cidade de Manaus.

Para esta avaliação, foram considerados dois produtos: o hipoclorito de sódio líquido, comercializado em embalagens de 5 Litros e o hipoclorito sódio em comprimidos, vendido em embalagens com 30 unidades. Segundo o fabricante, a dosagem o hipoclorito de sódio líquido deve ser de 2,5 mL para cada Litro de água e quanto ao comprimido, deve ser utilizado 1 unidade para cada litro de água. Estas informações estão apresentadas na tabela 1.

TABELA 1 – Dados referentes aos produtos

Fabricante	Produto	Embalagem	Dosagem	Rendimento/Embalagem
Fabricante A	Hipoclorito Líquido	5 Litros	0,25L / 1L H_20	2000 Litros
Fabricante B	Hipoclorito em comprimido	30 gr	1 comp./ 1L H_2O	30 Litros

Foram consideradas três situações para simular o valor da compra. Na situação A, considerou-se a compra de 1 unidade comercial de cada produto. Na situação B, considerou-se a compra média de produtos e na situação C, considerou-se o limite máximo de produtos permitidos para venda pelo site. Estas três situações estão apresentadas nas tabelas 2,3 e 4.

TABELA 2 – Simulação de compras A

Produto	Valor Individual	Compra	Valor Total	Frete	Valor Total + Frete
Hipoclorito Líquido	R$ 22,90	1 Frasco	R$ 22,90	R$ 97,40	R$ 120,30
Hipoclorito em comprimido	R$ 13,90	1 Cartela	R$ 13,90	R$ 52,65	R$ 66,55

TABELA 3 – Simulação de compras B

Produto	Valor Individual	Compra	Valor Total	Frete	Valor Total + Frete
Hipoclorito Líquido	R$ 22,90	5 Frascos	R$ 114,50	R$ 387,10	R$ 501,60
Hipoclorito em comprimido	R$ 13,90	10 Cartelas	R$ 139,00	R$ 55,78	R$ 194,78

TABELA 4 – Simulação de compras C

Produto	Valor Individual	Compra	Valor Total	Frete	Valor Total + Frete
Hipoclorito Líquido	R$ 22,90	10 Frascos	R$ 229,00	R$ 774,20	R$ 1.003,20
Hipoclorito em comprimido	R$ 13,90	50 Cartelas	R$ 695,00	R$ 82,19	R$ 777,19

3. Resultados

Após análise dos dados, identificou-se a relação entre os dois tipos de produto, para definir a melhor opção de compra. Na figura 01, temos a comparação de preços para a simulação A, considerando a compra de apenas 1 unidade comercial (frasco/cartela).

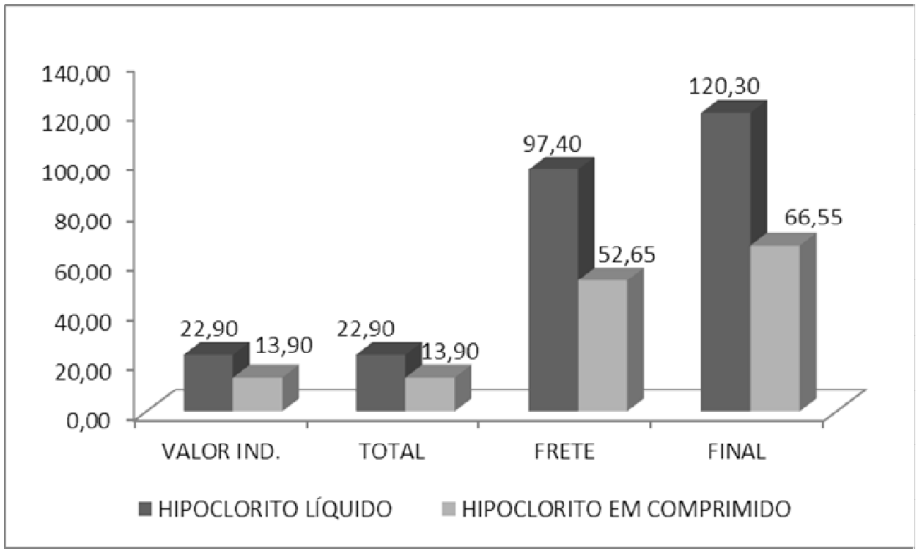

Fig. 1. Simulação de compra A – Valores individuais (IND.) e totais referentes à compra de hipoclorito líquido e hipoclorito em comprimido.

Nesta 1ª situação, temos um valor de frete relativamente alto, se consideramos apenas 1 unidade comercial. Desta forma, o valor total para o hipoclorito líquido ficaria R$ 120,30 e poderia ser utilizado em até 2000 litros de água (considerando a dosagem de 0,25L por cada litro de água). Para o hipoclorito em comprimido teríamos um valor unitário de R$ 66,55 e u a possibilidade de tratamento e até 30 Litros de água (considerando a dosagem de 1 comprimido por cada litro de água. Nesta situação, teríamos a geração de apenas 1 frasco vazio de hipoclorito.

Na figura 02, temos a comparação de preços para a simulação B, considerando a compra de 5 frascos de hipoclorito líquido e de 10 cartelas de hipoclorito em comprimido.

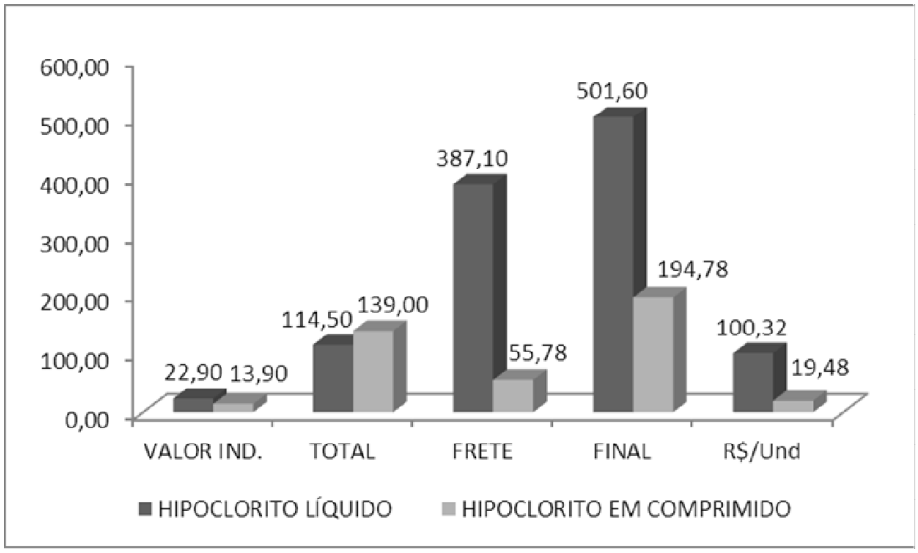

Fig. 2. Simulação de compra B – Valores individuais (IND.) e totais referentes à compra de hipoclorito líquido e hipoclorito em comprimido.

Nesta 2ª situação, o valor de frete aumenta, mas quando incorporado na quantidade total do pedido, reduz o valor por unidade. No caso do hipoclorito líquido, o valor por frasco fica R$ 100,32 e no caso do hipoclorito em comprimido, o valor fica R$ 19,48 por cartela. Quanto ao rendimento, o hipoclorito líquido poderia ser utilizado no tratamento de até 10.000 litros de água e o hipoclorito em comprimido

poderia ser utilizado no tratamento de até 300 Litros de água. Neste caso, teríamos uma geração de 5 frascos de hipoclorito vazios, após a utilização.

Na figura 03, temos a comparação de preços para a simulação C, considerando a compra de 10 frascos de hipoclorito líquido e de 50 cartelas de hipoclorito em comprimido.

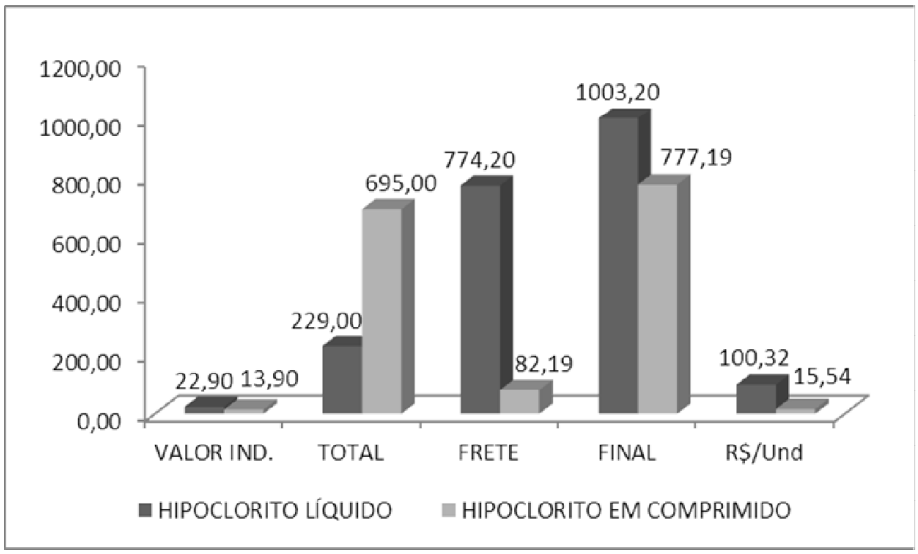

Fig. 3. Simulação de compra C – Valores individuais (IND.) e totais referentes à compra de hipoclorito líquido e hipoclorito em comprimido.

Nesta 3ª situação, o valor de frete também aumenta para os dois casos, mas o valor por unidade se mantém estável em R$ 100,32, no caso do hipoclorito líquido e reduz para R$ 15,54, no caso do hipoclorito em comprimido. Quanto ao rendimento, o hipoclorito líquido poderia ser utilizado no tratamento de até 20.000 litros de água e o hipoclorito em comprimido poderia ser utilizado no tratamento de até 1500 Litros de água. Neste caso, teríamos uma geração de 10 frascos de hipoclorito vazios, após a utilização.

A principal vantagem da utilização do hipoclorito em comprimido é a redução da geração de resíduos, uma vez que os frascos são eliminados. No caso do hipoclorito em comprimidos, há apenas a geração das cartelas, que iriam dispender menos recursos materiais para o descarte. Considerando o custo por unidade, há também uma vantagem a favor dos comprimidos, uma vez que o valor por unidade (R$ 15,54), no caso da simulação C (limite máximo de compra), ficaria 6 vezes menor em relação ao hipoclorito líquido (R$ 100,32). A desvantagem se dá no rendimento obtido com o produto. Além da redução na geração e resíduos, há também uma redução nos recursos necessários para transporte. No caso do hipoclorito líquido, pode haver a necessidade de se transportar via rodoviária, o que no caso e Manaus, obrigaria a utilização do modal rodo-fluvial, devido a inexistência de acesso rodoviário direto do Amazonas ao resto do país. Neste caso, haveria a necessidade de utilização de caminhões e de balsas para a realização deste transporte. No caso dos comprimidos, o material poderia ser transportado via aérea, o que reduziria a utilização de recursos para transporte e otimizaria, também, a entrega para a região.

4. Considerações finais

A definição pelo tipo de produto a ser utilizado para o tratamento de água depende de vários fatores, como disponibilidade dos produtos, aplicabilidade, retorno financeiros, entre outro. Um dos pontos que também deve ser considerando atualmente é o custo para o meio ambiente. A possibilidade de reduzir ou até mesmo eliminar um resíduo deve ser levada em consideração, pois frascos vazios de produtos químicos precisam ser descartados corretamente e estes custos são de responsabilidade da empresa que utiliza os produtos. As organizações que utilizam produtos como o hipoclorito para o tratamento de água normalmente geram grandes volumes de resíduos de embalagens, como tambores ou frascos. A

utilização de produtos diferenciados, como o hipoclorito em comprimido, pode reduzir os gastos necessários para descarte correto destes resíduos. Se levarmos em consideração grandes volumes de tratamento de água, cujos processos convencionais geram centenas de embalagens vazias, a substituição por produtos como o hipoclorito em comprimido reduzia bastante a quantidade de resíduos gerados. Esta pesquisa avaliou apenas o aspecto financeiro e ambiental, identificando os custos dos produtos e a vantagem que pode ser obtida com a redução de embalagens. Recomenda-se para outros trabalhos a análise de viabilidade técnica, com a análise da eficiência de cada um dos produtos no processo de tratamento de água.

Referências

BAZZOLI, N., 1993. O Uso da Desinfecção no Combate à Cólera. Apostila da Fundação Nacional de Saúde — Coordenação Regional de Minas Gerais. Recife: FNS/Opas.

BRASIL, Portaria No. 518/2004, do Ministério da Saúde. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigência de qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, 13 de março de 2004. Disponível em: http://dtr2001.saude.gov.br/sas/PORTARIAS/Port2004/GM/GM-518.htm, acesso em 10 de março de 2015.

BRASIL, Portaria No. 2914/2011, do Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, 12 de dezembro de 2011. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html, acesso em 10 de março de 2015.

CETESB,2005: A Produção Mais Limpa e Consumo Sustentável na América Latina e no Caribe, Compainha de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo , 2005.

LIFISITCH, A.; MONTEIRO, E., 2015. Inundada, Boca do Acre decreta estado de calamidade pública no AM. Portal G1 Amazonas. 11 de março de 2015. Disponível em: http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2015/03/inundada-boca-do-acre-decreta-estado-de-calamidade-publica-no-am.html, acesso em 13 de março de 2015.

MEYER, Sheila T. O uso do cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saude pública. Rio de Janeiro,1994, 12 f. Artigo – Caderno Saúde Pública.

Ministério da Saúde. Guia de Vigilância Epidemiológica. Brasília: Ministério da Saúde: Secretaria de Vigilância Epidemiológica, 2005.

PRESTRELO, R.C.,2006 Aplicação do conceito de produção mais limpa no gerenciamento do uso da água em atividades terrestres de exploração e produção e petróleo. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia. Salvador, Bahia. Brasil.