

REVISTA

SODEBRAS

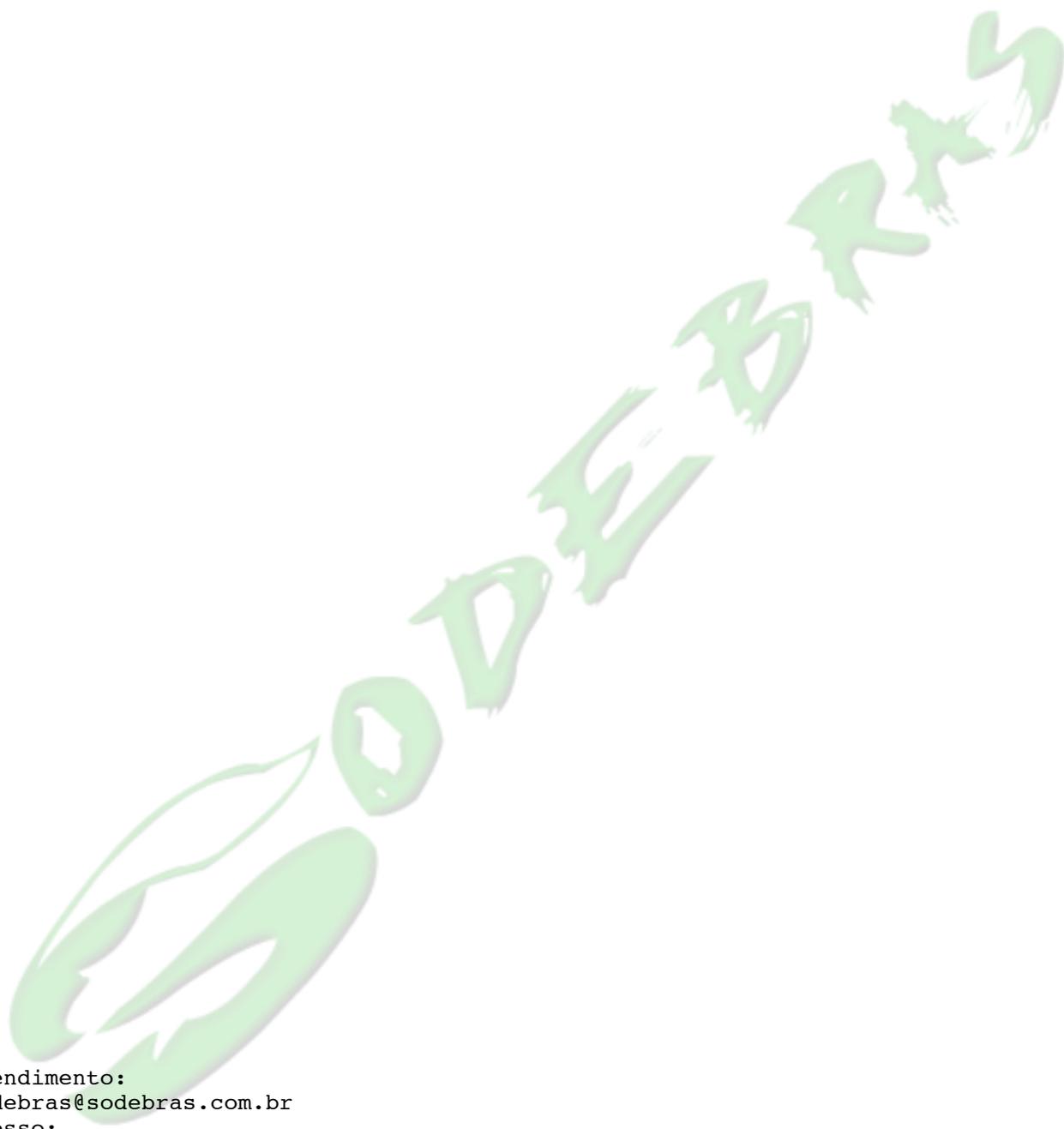
SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

VOLUME 7 - Nº 80 - Agosto / 2012
ISSN - 1809-3957

ARTIGOS PUBLICADOS

PUBLICAÇÃO MENSAL
Nesta edição

- ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DA ÁGUA BRUTA NA EFICIÊNCIA DO COAGULANTE QUÍMICO – Paulo Sérgio Scalize, Abner Figueiredo Neto, Fernanda Posch Rios, Antonio Albuquerque 03
- QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE LARANJAS 'FOLHA MURCHA' ARMAZENADAS SOB REFRIGERAÇÃO - Cassia Inês Lourenzi Franco Rosa, Katieli Martins Todisco, Edmar Clemente, José Marcos Bastos De Andrade 09
- PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NA REGIÃO NORTE E SEUS IMPACTOS ECONÔMICOS: UMA ANÁLISE A PARTIR DO DENDÊ - Jacqueline Lopes Nunes; Tiago Wickstrom Alves 13



Atendimento:
sodebras@sodebras.com.br
Acesso:
<http://www.sodebras.com.br>



ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DA ÁGUA BRUTA NA EFICIÊNCIA DO COAGULANTE QUÍMICO

ISSN 1809-3957

PAULO SÉRGIO SCALIZE¹; ABNER FIGUEIREDO NETO¹; FERNANDA POSCH RIOS²;
ANTONIO ALBUQUERQUE³

1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS - BRASIL; 2 – INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS - BRASIL; 3 – UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR-
COVILHÃ-PORTUGAL

Resumo - O estudo foi desenvolvido empregando ensaios em bancada por meio de Jarreste de modo a avaliar a eficiência de três coagulantes utilizados em estações de tratamento de água. Foram utilizadas amostras de água bruta, do manancial que abastece a Estação de Tratamento de Água Jaime Câmara, localizada na cidade de Goiânia, Goiás, Brasil. Os ensaios foram realizados em diferentes temperaturas, e aplicadas dosagens distintas de Sulfato de Alumínio, Cloreto Férrico e Sulfato Férrico. Foi estudada a variação do pH, a remoção da turbidez e da cor aparente. Os parâmetros avaliados sofreram interferência em relação à dosagem, aos tipos de coagulantes e à temperatura, o que comprova a necessidade de monitoramento da temperatura da água para adequação da dosagem desses compostos químicos em uma Estação de Tratamento de Água.

Palavras-chave: eficiência dos coagulantes; condições de coagulação; floculação; Jarreste.

Abstract - The study was conducted using bench tests using Jarst in order to evaluate the efficacy of three coagulants used in water treatment plants. Samples of raw water from the spring that supplies the Water Treatment Station Jaime Camara, located in Goiânia, Goiás, Brazil. The tests were performed at different temperatures, and applied different doses of aluminum sulfate, ferric chloride and ferric sulphate. Was studied by pH, the removal of turbidity and apparent color. The parameters have been interfered with in relation to dosage, type of coagulant and temperature, which demonstrates the need for monitoring the water temperature for adequacy of dosage of these chemicals in a Water Treatment Plant.

Keywords: efficiency of the coagulants; conditions of coagulation; flocculation; jarstest.

I. INTRODUÇÃO

Na água bruta é possível encontrar impurezas como substâncias húmicas, partículas coloidais e microorganismos, que apresentam cargas elétricas em suas superfícies, impedindo a aproximação uma das outras. Para a remoção dessas substâncias podem ser utilizados processos de coagulação, floculação, sedimentação/flotação e filtração.

No processo de coagulação o fenômeno químico é inferido nas reações do coagulante com a água e na formação de espécies hidrolisadas com cargas positivas. Já o fenômeno físico consiste no transporte das espécies

hidrolisadas para que haja contato entre as impurezas presentes no líquido. Nesse processo utiliza-se de sais de alumínio ou de ferro, ou de polímeros sintéticos que alteram a força iônica do meio e sua eficiência depende da concentração do metal e do pH final da mistura. A coagulação é o resultado de quatro mecanismos distintos: (a) compressão da camada difusa; (b) adsorção e neutralização; (c) varredura; e (d) adsorção e formação de ponte. A neutralização das cargas negativas das partículas permite a atração entre as mesmas, promovendo sua aglomeração, formando partículas maiores as quais alcançam maior velocidade de sedimentação (DI BERNARDO; DANTAS, 2005).

As condições de coagulação/floculação a serem empregadas em uma estação de tratamento de água (ETA) ou de efluentes industriais podem ser previstas em escala de laboratório utilizando-se equipamentos conhecidos como aparelhos de Jarreste, ou Teste de Jarros. Esse ensaio possibilita a determinação da eficiência dos processos de coagulação/floculação por meio de análise do comportamento das amostras. Permite a identificação da dosagem ótima do coagulante, do pH de floculação, do gradiente de velocidade, do tempo de mistura e da influência das adições de polieletrólitos.

A temperatura tem efeito significativo nos processos de coagulação floculação e sedimentação, o seu aumento provoca redução da viscosidade da água e majora a velocidade de formação de espécies hidrolisadas do metal presente no coagulante (DI BERNARDO; DANTAS, 2005). Neste estudo procurou-se identificar a influência da variação da temperatura na concentração do coagulante a ser dosado nos ensaios, o que pode gerar uma minimização de sua utilização e consequentemente da produção de lodo de ETA.

Sabe-se que a escolha do coagulante dependerá de uma criteriosa avaliação técnica e econômica. Se o processo de coagulação não ocorrer de forma adequada, as unidades de tratamento instaladas na sequência poderão ser comprometidas e a qualidade da água tratada será reduzida. Na definição do produto químico utilizado como coagulante é preciso identificar todos os fatores que causam interferência no processo de coagulação, como o pH, a dosagem ótima, melhores tempos e gradientes de velocidade de mistura rápida e lenta, sob pena de ocorrer a redução da eficiência da ETA.

Já se sabe que o simples aumento da dosagem de coagulante não é suficiente para melhorar o processo de

coagulação e, conseqüentemente, garantir água tratada de melhor qualidade. A sobredosagem de coagulantes pode conduzir à reversão da carga superficial das impurezas que se pretende remover da água, promover o fenômeno da reestabilização e comprometer a eficiência de uma ETA (HELLER; PÁDUA, 2006).

O estudo teve o objetivo de identificar a influência da variação da temperatura sobre a ação dos coagulantes Sulfato Férrico, Cloreto Férrico e Sulfato de Alumínio no processo de tratabilidade da água.

II. MATERIAS E MÉTODOS

As análises foram realizadas no Laboratório de Saneamento da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás. Os parâmetros analisados foram cor aparente, pH e turbidez. A amostra de água bruta foi proveniente do Ribeirão João Leite, coletada na ETA Jaime Câmara, localizada em Goiânia, capital do Estado de Goiás, a uma altitude de 749m. A captação está localizada a uma distância de 1.800 m da ETA, cuja produção abastece 55% da população goiana (região Centro-Sul), com uma vazão média mensal de 5.184.000 m³.mês⁻¹.

O equipamento de teste de jarros, utilizado na pesquisa, está mostrado na Figura 1, sendo do modelo 218 – Nova Ética, com seis jarros e medidas externas de 1.200(l) x 510 (p) x 540 (h). Cada jarro possui um volume útil de 2 L.

Para determinação do pH, turbidez e cor foram utilizados, respectivamente, um pHmetro pH Meter Tec-2 Tecnal, Turbidímetro Tecnopon modelo TB-1000 e Espectrofotômetro da Hach - modelo DR 890.

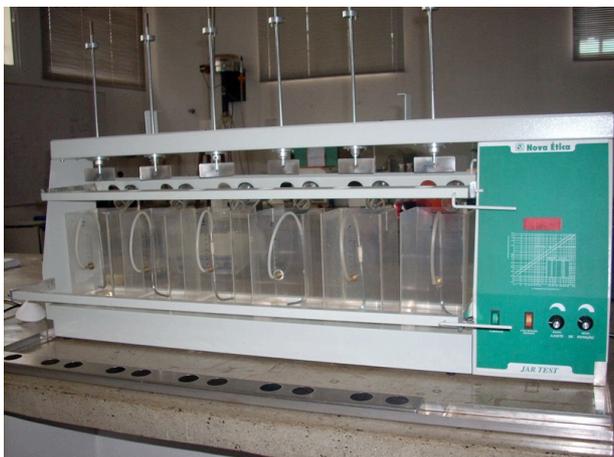


Figura 1 – Equipamento Jarteste para realização dos ensaios de tratabilidade da água em diferentes temperaturas e dosagens de coagulantes.

Procedimentos adotados:

Primeiramente foi realizada a caracterização da água bruta por meio da medição dos seguintes parâmetros: temperatura, turbidez, cor aparente e pH, utilizando os equipamentos específicos. É preciso ressaltar que optou-

se por não realizar correção de pH e da alcalinidade da água bruta, de modo a manter as condições de operação semelhantes ao que ocorre na ETA estudada.

Nessa pesquisa estabeleceu-se a variação das temperaturas da água bruta, que foi previamente aquecida ou resfriada obtendo as temperaturas de 16°, 18°, 20°, 22°, 24°, 26°, 28° e 30°C, com variação de ±0,5°C para o estudo de cada um dos três coagulantes escolhidos.

Para a obtenção da água em diferentes temperaturas foi utilizada uma incubadora de DBO sendo programada a temperatura desejada, dessa forma, toda a amostra foi mantida sob a mesma temperatura.

No estudo de cada coagulante foram realizados oito ensaios de jarros, um para cada temperatura, aplicando dosagens variadas dos coagulantes estudados, de acordo com o que está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Dosagens aplicadas de cada coagulante.

	Sulfato Férrico	Cloreto Férrico	Sulfato de Alumínio
Dosagem aplicada (mg/L)	16, 18, 20, 22, 24 e 26	16, 18, 20, 22, 24 e 26	20, 22, 24, 26, 28 e 30

Particularidades dos ensaios de jarros

As porções da água bruta foram colocadas em cada um dos seis jarros, com capacidade individual para 2L e, em seguida mantida na incubadora de DBO para que atingisse a temperatura desejada.

Depois de ligar o equipamento de agitação, empregando um gradiente de velocidade médio de mistura rápida de 700s⁻¹(G_m), as concentrações previamente estabelecidas de cada coagulante estudado foram adicionadas simultaneamente às amostras de água. O tempo de mistura rápida foi de 1 minuto, sendo em seguida reduzido a um gradiente de velocidade médio de floculação de 40s⁻¹ (G_f), simulando a floculação com duração de 20 minutos.

Transcorrido o tempo de floculação (T_f) o aparelho era desligado e após 10 minutos de repouso as amostras de água decantada eram coletadas, estabelecendo uma velocidade de sedimentação de 0,7 cm.min⁻¹. Antes do início de cada coleta (2s antes), era descartado um pequeno volume de água, para evitar interferência nos resultados, devido à presença da água remanescente na mangueira de coleta. As amostras coletadas foram submetidas à determinação de cor, pH e turbidez.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 2 a 5 estão apresentados os resultados médios dos parâmetros de cor e turbidez encontrados em todas as temperaturas analisadas para cada coagulante.

Tabela 2 – Valores médios de cor e turbidez encontrados para cada coagulante estudado nas temperaturas 16 e 18°C

Coagulante	Dosagem (mg/L)	Temperaturas (°C)			
		16		18	
		turbidez (UNT)	Cor (PtCo)	turbidez (UNT)	Cor (PtCo)
Cloro férrico	16	2,5	61	2,0	51
	18	2,0	40	2,1	44
	20	2,5	47	2,5	36
	22	1,3	31	1,3	20
	24	1,5	33	2,1	31
	26	0,9	21	2,1	42
Sulfato de Alumínio	20	3,5	40	3,5	40
	22	3,5	25	3,1	34
	24	3,2	27	3,3	27
	26	2,7	17	2,1	13
	28	3,9	23	3,7	36
	30	5,1	27	3,5	32
Sulfato férrico	16	3,3	126	3,1	*
	18	3,1	123	2,7	*
	20	2,5	116	2,0	*
	22	1,5	97	1,6	*
	24	2,0	112	1,9	*
	26	2,1	107	2,0	*

* Os resultados foram descartados devido a problemas técnicos.

Tabela 3 – Valores médios de cor e turbidez encontrados para cada coagulante estudado nas temperaturas 20 e 22°C

Coagulante	Dosagem (mg/L)	Temperaturas (°C)			
		20		22	
		turbidez (UNT)	Cor (PtCo)	turbidez (UNT)	Cor (PtCo)
Cloro férrico	16	2,2	33	*	*
	18	2,0	34	*	*
	20	1,8	36	*	*
	22	1,1	29	*	*
	24	1,7	22	*	*
	26	1,9	14	*	*
Sulfato de Alumínio	20	2,8	36	2,9	30
	22	3,1	35	2,6	31
	24	3,0	33	2,8	29
	26	2,6	28	2,4	20
	28	2,9	42	3,3	33
	30	3,5	32	3,7	44
Sulfato férrico	16	3,1	133	2,8	113
	18	3,1	134	2,6	97
	20	2,4	101	2,3	90
	22	1,5	101	1,6	94
	24	1,8	104	2,2	105
	26	2,0	124	2,2	96

* Os resultados foram descartados devido a problemas técnicos.

Tabela 4 – Valores médios de cor e turbidez encontrados para cada coagulante estudado nas temperaturas 24 e 26°C

Coagulante	Dosagem (mg/L)	Temperaturas (°C)			
		24		26	
		turbidez (UNT)	Cor (PtCo)	turbidez (UNT)	Cor (PtCo)
Cloro férrico	16	2,0	46	1,7	39
	18	1,4	40	1,8	32
	20	0,8	19	2,0	32
	22	1,2	27	0,8	28
	24	1,3	30	1,1	24
	26	1,2	27	1,8	20
Sulfato de Alumínio	20	1,9	29	2,3	35
	22	3,2	38	2,0	35
	24	3,1	34	2,0	29
	26	1,8	18	1,5	21
	28	2,2	24	1,7	24
	30	2,6	38	1,9	25
Sulfato férrico	16	2,5	106	1,7	101
	18	2,1	104	2,3	102
	20	2,2	110	2,0	103
	22	1,5	93	1,5	83
	24	1,5	88	1,4	84
	26	1,5	90	1,6	83

* Os resultados foram descartados devido a problemas técnicos.

Tabela 5 – Valores médios de cor e turbidez encontrados para cada coagulante estudado nas temperaturas 28 e 30°C

Coagulante	Dosagem (mg/L)	Temperaturas (°C)			
		28		30	
		turbidez (UNT)	Cor (PtCo)	turbidez (UNT)	Cor (PtCo)
Cloro férrico	16	1,3	43	1,5	44
	18	1,2	51	1,4	30
	20	0,8	26	1,5	34
	22	0,7	26	*	22
	24	0,8	24	1,2	29
	26	0,8	6	1,1	21
Sulfato de Alumínio	20	2,3	22	2,0	24
	22	2,4	31	1,9	29
	24	2,2	29	1,9	22
	26	2,0	19	1,2	10
	28	2,3	38	1,7	14
	30	2,0	33	1,2	15
Sulfato férrico	16	2,9	110	2,9	118
	18	2,9	108	2,4	106
	20	2,0	101	2,0	99
	22	1,5	100	1,6	81
	24	1,1	86	1,6	92
	26	1,2	90	1,4	78

* Os resultados foram descartados devido a problemas técnicos.

Coagulante Sulfato de Alumínio

O coagulante sulfato de alumínio apresentou melhores resultados quando aplicado nas amostras de água com temperaturas mais altas. A Figura 2 indica uma tendência ao afunilamento, mostrando que este coagulante químico é mais apropriado para localidades onde a temperatura da água se apresenta elevada na maior parte do dia, pois em temperaturas baixas, a remoção de turbidez, foi menos eficiente.

Pode ser observado na Figura 2 que no ensaio utilizando dosagem de 26 mg.L⁻¹, a eficiência de remoção da turbidez foi de 59% com temperatura de 16°C, aumentado gradativamente à medida que a temperatura da água subia, alcançando a eficiência de remoção de 81% com temperatura de 30°C. Com relação ao parâmetro cor aparente, é possível verificar na Figura 3 que a eficácia deste coagulante químico praticamente não sofre alterações com a variação da temperatura da água bruta. Ao contrário do que ocorre com o gráfico relacionado com a turbidez, quando se trata de remoção de cor não há tendência à convergência.

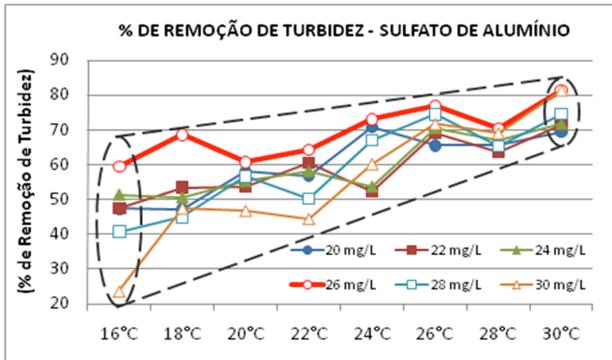


Figura 2 - Remoção de turbidez sob diferentes temperaturas da água bruta e dosagens de sulfato de alumínio

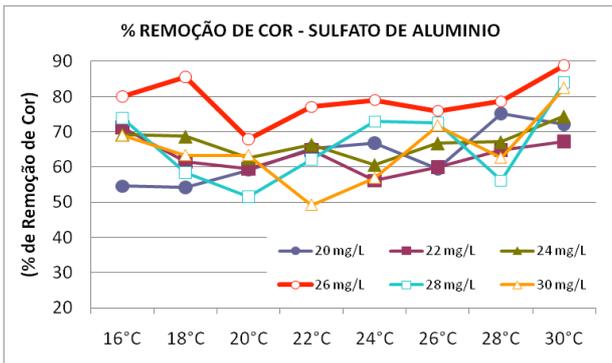


Figura 3 - Remoção de cor aparente sob diferentes temperaturas da água bruta e dosagens de sulfato de alumínio.

]

Na água, o parâmetro pH é influenciado pela temperatura. Em uma ETA a utilização de coagulantes, como os sais férricos, provoca a redução de pH. Nesse estudo, de todos os coagulantes aplicados, o sulfato de alumínio provocou menor alteração do pH da água tratada. Para este coagulante pôde-se perceber pequena redução do pH entre as temperaturas de 16°C a 22°C, independente das concentrações utilizadas notou-se essa

redução. Os valores encontrados para o parâmetro pH são apresentados na Figura 4.

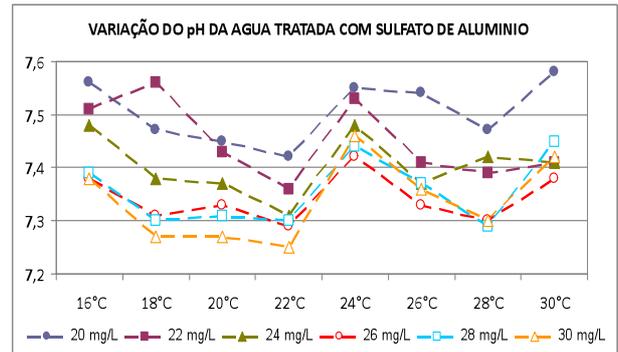


Figura 4 - Variação do pH da água tratada com sulfato de alumínio

Coagulante Cloreto Férrico

A maior remoção de turbidez com o uso do coagulante cloreto férrico não está diretamente relacionada com o aumento de sua dosagem. O menor valor obtido foi 0,7 UNT a uma temperatura de 28°C, com concentração de 22 mg.L⁻¹ que alcançou valores da ordem de 80%, se revelando a mais eficiente em todas as temperaturas empregadas.

Dessa forma, pode-se comprovar a importância da realização de ensaios de jarreste em vários horários do dia, em busca da melhor dosagem de coagulante. Neste estudo, quando a água bruta estava com a temperatura de 28 e 30°C, observou-se uma maior eficiência de remoção de turbidez. Isso indica que em uma ETA a adoção de uma mesma dosagem para todos os horários do dia, pode implicar em maior consumo de coagulante, não garantir melhoria da qualidade da água tratada e ainda provocar maior geração de lodo nas lavagens dos filtros. Caso o ensaio tivesse sido realizado somente em temperaturas menores, não seria notada essa diferença e o gráfico não apresentaria a tendência ao afunilamento, conforme mostrado na Figura 5.

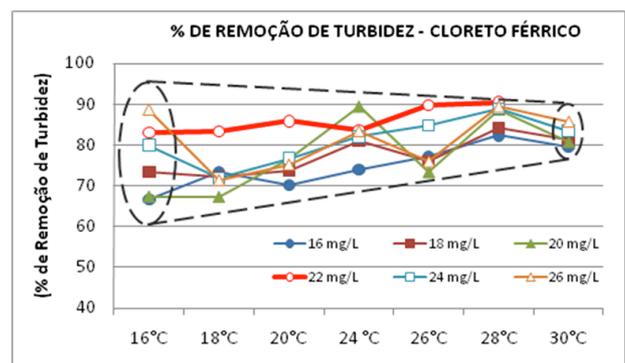


Figura 5 - Remoção de turbidez sob diferentes temperaturas da água bruta e dosagens de cloreto férrico.

Com relação às análises de cor aparente, entre os três coagulantes químicos testados, o menor valor conseguido foi 6,0 PtCo à temperatura de 28°C, com concentração de 26 mg.L⁻¹ do coagulante cloreto férrico, que se revelou também o mais eficiente para remoção de cor, não sendo influenciado pelo parâmetro temperatura, o que pode ser verificado nos gráficos apresentados na Figura 6. Para

todas as dosagens utilizadas deste coagulante e sob as temperaturas testadas, a remoção de cor aparente permaneceu praticamente constante.

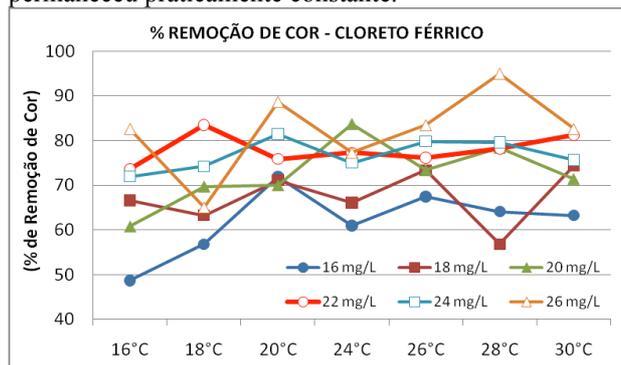


Figura 6 - Remoção de cor aparente sob diferentes temperaturas da água bruta e dosagens de cloreto férrico.

Coagulante Sulfato Férrico

Com a aplicação do sulfato férrico, foi possível perceber a influência da temperatura da água na sua eficiência. Pode ser observado na Figura 7 que para temperatura da água variando de 24 a 30°C, foram obtidos melhores resultados com dosagens de 24 a 26 mg.L⁻¹ e para temperaturas de 16 a 22°C os melhores resultados foram observados com dosagem de 22 mg.L⁻¹.

Para esse coagulante, caso fosse mantida uma dosagem de 22 mg.L⁻¹, os valores de turbidez estariam entre de 1,5 a 1,6 UNT, ou seja, pouca variação. Em uma ETA que utiliza esse coagulante químico a adoção de dosagem ótima a partir da realização de ensaios jarteste em horário com temperaturas mais elevadas implicaria em um maior consumo de coagulante e produção de água tratada com maior turbidez e menor qualidade. Os gráficos apresentados na Figura 8 mostram ainda, a baixa eficiência do coagulante sulfato férrico na remoção de cor aparente, atingindo o máximo de 57% à temperatura de 30°C com a maior dosagem utilizada.

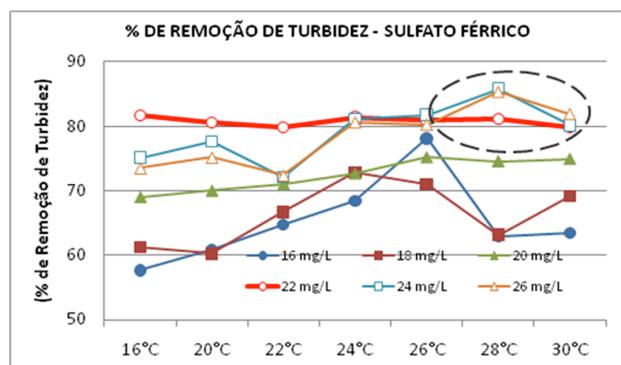


Figura 7 - Remoção de turbidez sob diferentes temperaturas da água bruta e dosagens de sulfato férrico.

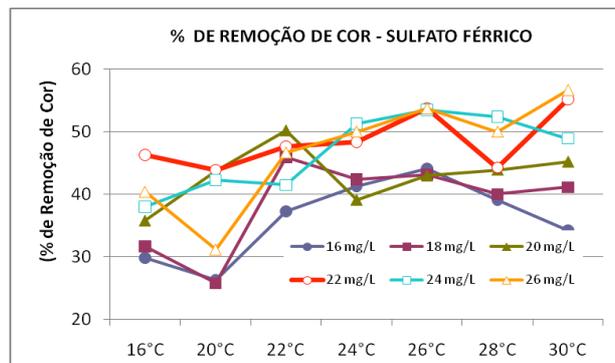


Figura 8 - Remoção de cor aparente sob diferentes temperaturas da água bruta e dosagens de sulfato férrico.

Avaliação dos custos

Visando avaliar o custo relativo ao consumo do coagulante foi elaborada a Tabela 6 com valores estimados do custo diário para cada coagulante aqui considerado. Para os cálculos utilizou-se como referência a vazão média da ETA. O custo de cada coagulante também foi baseado no valor comercialmente praticado pela ETA.

Tabela 6 – Custo de consumo diário de coagulante.

Coagulante Químico	Dosagem (mg.L ⁻¹)	Quantidade consumida (kg/dia)	Custo diário (R\$/dia)
Cloreto Férrico	16	2765	1.880,06
	18	3110	2.115,07
	20	3456	2.350,08
	22	3802	2.585,09
	24	4147	2.820,10
	26	4493	3.055,10
Sulfato de Alumínio	20	3456	1.757,55
	22	3802	1.933,30
	24	4147	2.109,06
	26	4493	2.284,81
	28	4838	2.460,57
	30	5184	2.636,32
Sulfato Férrico	16	2765	1.645,06
	18	3110	1.850,69
	20	3456	2.056,32
	22	3802	2.261,95
	24	4147	2.467,58
	26	4493	2.673,22

IV. CONCLUSÃO

O presente trabalho permitiu concluir que:

- a temperatura é um parâmetro que influenciou, de forma diferente, na eficiência de cada coagulante testado, ou seja, a temperatura da água promove comportamentos distintos em sua tratabilidade em função do coagulante utilizado. Dessa forma, a temperatura pode influenciar diferentemente na qualidade da água obtida para cada coagulante;
- é de fundamental importância o monitoramento da temperatura para adequação da dosagem do coagulante durante o processo de tratamento de água;
- em locais onde se utiliza o coagulante sulfato férrico e ocorre grande variação de temperatura da água durante o dia, caso não haja controle desse parâmetro, pode ocorrer um tratamento inadequado, com maior consumo de coagulante e maior geração de resíduo.

- a eficiência do coagulante sulfato de alumínio aumenta com o aumento da temperatura da água. Podendo ser testado em localidades onde a temperatura da água se apresenta mais elevada na maior parte do dia.

- em locais onde há variação de temperatura entre o dia e noite, podem estar ocorrendo um maior consumo de coagulante e obtenção de água de pior qualidade. Assim, a realização de ensaios Jar-teste *in loco*, durante a noite, quando ocorrem temperaturas menores, pode contribuir para a adequação da dosagem de coagulante e gerar água decantada de melhor qualidade refletindo em uma maior duração da carreira de filtração.

- em ETAs que apresentam automação na dosagem do coagulante, e que utilizam apenas a correlação dos parâmetros cor e turbidez para determinar a dosagem ótima, deve-se levar em consideração também a temperatura. Dessa forma pode gerar uma redução do consumo de coagulante e minimização da produção de resíduos no decantador e nas lavagens dos filtros.

- a melhor eficiência obtida foi com a utilização do cloreto férrico independentemente da temperatura.

V. AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação de Engenharia do Meio Ambiente (PPGEMA) da Universidade Federal de Goiás.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ANDRADE, C. O.; GALVÃO; M. V.; MELO, H. N. S.; MELO; J. L. S.; RODRIGUES, J. I. C. Desinfecção de efluente de filtros anaeróbios: pesquisa em “jar-test” e em tanque de contato. **Anais...** Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Cancun, México, p. 01-08, out., 2002.

[2] BORBA, L. R. **Viabilidade do uso da *Moringa oleifera* Lam no Tratamento Simplificado de Água para Pequenas Comunidades João Pessoa.** Universidade Federal da Paraíba. Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA CURSO DE MESTRADO Sub-Programa UFPB/UEPB/Área de Saneamento Ambiental julho de 2001.

[3] DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água.** Rima, Ed. 2, v. 1. São Carlos, SP, 2005.

[4] HELLER, L.; PÁDUA, V.L. (organizadores) **Abastecimento de água para consumo humano.** Editora UFMG, Ed. 1, Belo Horizonte MG, 2006.

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.



QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE LARANJAS 'FOLHA MURCHA' ARMazenADAS SOB REFRIGERAÇÃO

ISSN 1809-3957

CASSIA INÊS LOURENZI FRANCO ROSA¹; KATIELI MARTINS TODISCO²; EDMAR CLEMENTE²; JOSÉ MARCOS BASTOS DE ANDRADE²

1 – UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO OESTE (UNICENTRO); 2 – UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

Resumo - Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade pós-colheita de laranjas, cultivar Folha Murcha, armazenadas às temperaturas de 7 °C e 25 °C, durante 60 dias. Os frutos foram colhidos no pomar experimental da Cocamar Cooperativa Agroindustrial, no município de Paranavaí-PR e, em seguida, transportados ao laboratório de Bioquímica de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá - UEM. As análises físico-químicas realizadas a cada 15 dias foram: perda de massa, porcentagem de suco, teor de solúveis (SS), acidez titulável (AT), ratio, teor de vitamina C, compostos fenólicos, carotenóides totais, açúcares totais e redutores. Concluiu-se que: a temperatura e o período de armazenamento influenciaram significativamente nas perdas de massa; a temperatura de 7 °C é indicada para a conservação da qualidade pós-colheita de laranjas 'Folha Murcha' por até 60 dias sem que haja perdas em relação às suas características químicas.

Palavras-chave: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, conservação, armazenamento.

I. INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa o primeiro lugar na produção mundial de citros e também na exportação de suco concentrado (CENTEC, 2004). De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2008), a produção nacional de laranja em 2009 foi acima de 18 milhões de toneladas (18.331.978 toneladas).

Além da importância nacional desta cultura agrícola, a produção de citros também se destaca no estado do Paraná. A implantação da citricultura paranaense foi iniciada na década 90, no noroeste do Paraná (Fidalski, 2007). De acordo com Nojima (1999), a fruticultura paranaense sustenta-se principalmente na produção de tangerina e laranja. A laranjeira 'Folha Murcha' (*Citrus sinensis* L. Osbeck) é segunda cultivar mais plantada no estado do Paraná e está entre as três principais utilizadas na indústria de suco concentrado (Morimoto, 1991).

A maior parte da produção mundial de laranjas é manuseada na forma de suco. Ainda assim, os volumes *in natura* nos mercados para consumo de mesa são consideráveis. Dessa forma, a qualidade dessas laranjas deve ser compatível com as exigências dos consumidores, sendo necessário o uso de tecnologias pós-colheita (Bender, 2006).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade pós-colheita de laranjas cultivar Folha Murcha armazenadas às temperaturas de 7 °C e 25 °C, durante 60 dias.

II. MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de 'Folha-Murcha' foram colhidos no mês de dezembro de 2008 em pomar experimental da Cocamar Cooperativa Agroindustrial, localizado no município de Paranavaí, região Noroeste do Paraná. Em seguida, foram transportados ao Laboratório de Bioquímica de Alimentos/DQI da Universidade Estadual de Maringá - UEM, no qual foram sanitizados com solução de cloro a 1%, divididos em parcelas, com 5 frutos cada, e armazenados em estufa B.O.D. nas temperaturas de 7 °C e 25 °C e com 85% de umidade relativa. As análises foram realizadas aos 0, 15, 30, 45 e 60 dias de armazenamento, quanto a: perda de massa dos frutos, com auxílio de balança semi-analítica, marca Bel, modelo M2202, capacidade 0,01 a 3000 g; porcentagem de suco, determinada pela relação percentual entre o volume do suco em massa e a massa total do fruto; teor de solúveis (SS), medidos em refratômetro digital portátil Pocket, tipo Pal-1, com resultado expresso em °Brix; acidez titulável (AT) por titulação potenciométrica do suco com NaOH 0,1 M 100mL⁻¹ até pH 8,1, e os resultados expressos em % de ácido cítrico, com pHmetro digital, Atago, modelo pH300; teor de vitamina C, com neutralização por titulação do ácido ascórbico, em solução de 2,6- diclorofenol indofenol sal sódico, expressa em mg de ácido ascórbico por 100 mL de suco, de acordo com método de Tilmans modificado pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos (1990); compostos fenólicos, de acordo com Bucic-Kojic et al. (2007); carotenóides totais com teores determinados por metodologia conforme Ramalho (2005); açúcares totais e redutores, utilizando-se o método de Lane-Eynon, conforme o Instituto Adolfo Lutz - IAL (2005). Foi realizado o cálculo da relação sólidos solúveis/acidez titulável (*Ratio*).

A análise de variância (ANOVA) com $p < 0,05$ foi realizada para testar a diferença entre os resultados. Aplicou-se um delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições com 5 frutos cada. Para a comparação das médias foi aplicado o teste de Tukey a 5% de

probabilidade ($p < 0,05$), com auxílio do programa SAS (2001).

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados apresentados para os teores de SS observou-se que não houve diferença significativa ao longo do período de armazenamento (Tabela 1). Stenzel et al. (2005), obtiveram valores de 11,29 a 13,12 °Brix em frutos da mesma cultivar. Santos et al. (2010), encontraram valores de 12,5 °Brix e Kluge et al. (2007) observaram variação entre 11,47 a 12,77 °Brix em frutos de 'Valência'. Pereira et al. (2006) descrevem que os teores mínimos de SS, adequados para a colheita de laranjas devem situar-se em torno de 9,0 a 10,0 °Brix. Dessa forma, os resultados do presente trabalho encontram-se da faixa considerada adequada.

Tabela 1: Características físico-químicas de laranjas 'Folha Murcha' armazenadas a 7 °C e 25 °C, durante 60 dias de armazenamento.

Variáveis	Período de armazenamento (dias)					
	0	15	30	45	60	
25 °C	Sólidos Solúveis	9,28 ^a	9,25 ^a	9,00 ^a	9,50 ^a	9,65 ^a
	Acidez Titulável	0,62 ^{ab}	0,61 ^{ab}	0,54 ^a	0,61 ^{ab}	0,67 ^{ab}
	ratio	15,17 ^a	15,60 ^a	13,17 ^a	13,17 ^a	16,63 ^a
	% suco	45,64 ^a	46,62 ^a	43,49 ^a	43,74 ^a	43,24 ^a
	Açúcares Redutores	5,36 ^b	8,46 ^a	9,08 ^a	8,85 ^a	8,54 ^a
	Açúcares Totais	16,74 ^a	14,97 ^a	12,10 ^a	16,34 ^a	15,60 ^a
7 °C	Sólidos Solúveis	9,28 ^a	8,98 ^a	9,40 ^a	9,70 ^a	9,53 ^a
	Acidez Titulável	0,62 ^{ab}	0,59 ^{ab}	0,61 ^{ab}	0,72 ^b	0,58 ^{ab}
	ratio	15,17 ^a	14,85 ^a	17,80 ^a	15,36 ^a	14,39 ^a
	% suco	45,64 ^a	47,23 ^a	44,38 ^a	45,41 ^a	45,27 ^a
	Açúcares Redutores	5,36 ^b	9,28 ^a	8,43 ^a	8,65 ^a	9,16 ^a
	Açúcares Totais	16,74 ^a	13,10 ^a	13,63 ^a	14,38 ^a	15,39 ^a

*Valores seguidos pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p > 0,05$).

Outro fator determinante para o sabor dos frutos é a acidez. Observou-se que a acidez titulável não variou significativamente (Tabela 1). Duenhas et al. (2002), analisando cultivar de laranja Valência, observou variação de 1,88 a 2,00 mg de ácido cítrico 100 mL⁻¹. Nascimento et al. (2005) encontrou valor de 1,10 mg de ácido cítrico 100 mL⁻¹ para a cultivar Folha Murcha. Outros autores como Figueiredo (1991) e Nascimento et al (2005), que trabalharam com a cv. Pera e Tazima (2010), que trabalhou com cv. Pera-Bianchi, obtiveram teores de 0,95%, 0,89% e 0,99%, respectivamente.

O ratio é calculado pela razão entre o teor de sólidos solúveis e o teor de ácidos tituláveis. Segundo Viégas (1991), a faixa de *ratio* pode variar entre 6 e 20, sendo o intervalo de 15 a 18 o preferido pelos consumidores. Já Sartori et al. (2002), considera como adequados para o consumo entre 8,8 e 15,4. Os valores encontrados no presente trabalho são apresentados na Tabela 1 e estão adequados quando comparados à literatura. Nascimento et al. (2005) encontraram valor de 7,6 para a cv. Folha Murcha, entretanto, Prudente et al. (2004), observou valor de 20,4 e Santos et al. (2005), encontraram teor de 14,97 °Brix para a cv. Pera.

Neste trabalho a porcentagem de suco não sofreu alteração ao longo do período de armazenamento (Tabela 1). Os resultados foram próximos aos obtidos por Latado et al. (2008) em estudo com a cultivar Valência, no qual a

média de rendimento encontrada foi de 54,2%. Tazima et al. (2010), em estudo com clones de laranja cv. Pera obtiveram a média de 51 %. Sartori et al. (2002), obtiveram entre 50 e 60 % nos frutos de diferentes cultivares, conservados entre 4 a 7°C.

De acordo com a Figura 1, observou-se que a perda de massa foi crescente no decorrer do período de armazenamento para as duas temperaturas. Verificou-se que a 7 °C, a perda de massa foi menor do que à temperatura ambiente, demonstrando a influência positiva da refrigeração. Os resultados encontrados no presente trabalho corroboram com os de Mendonça et al. (2003), que observaram aumento da perda de massa em limão 'Siciliano', ao longo do tempo de armazenamento. Os autores atribuíram o fato à transpiração, como principal processo envolvido na perda pós-colheita de matéria fresca. Resultados semelhantes obtiveram Felício (2005) em tanger 'Murcot' com aumento da perda de massa ao longo do período de armazenamento.

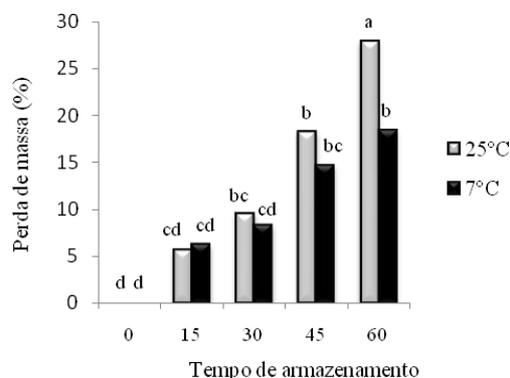


Figura 1: Perda de massa de frutos de laranjas Folha Murcha durante 60 dias de armazenamento.

*Valores seguidos pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p > 0,05$).

De acordo com Souza (2009), as frutas cítricas são uma das principais fontes de ácido ascórbico ou vitamina C. Neste trabalho observou-se uma oscilação no seu teor (30-70 mg 100 mL⁻¹) durante o armazenamento (Figura 2). Resultado semelhante foi verificado por Andrade et al. (2002), com valores de 50 a 75 mg 100 mL⁻¹. Couto e Canniatti-Brazaca (2010) encontraram 78,47 mg 100 mL⁻¹ enquanto Kluge et al (2007) observou variação de 45,47 a 63,20 mg 100 mL⁻¹ para laranja 'Valência'.

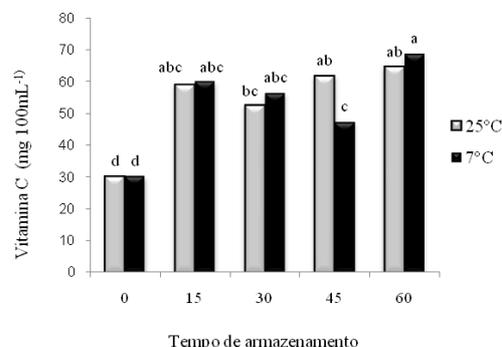


Figura 2 - Conteúdo de vitamina C encontrado em laranjas Folha Murcha durante 60 dias de armazenamento.

*Valores seguidos pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p>0,05$).

Pode-se observar na Tabela 1 os teores de açúcares totais e redutores. Para o conteúdo de açúcares redutores, observou-se diferença significativa, para ambas as temperaturas, quando se compara o dia zero com os demais dias de armazenamento, porém entre os outros tempos de armazenamento não houve diferença. Os açúcares totais não apresentaram variação significativa (Tabela 1).

Na Figura 3 pode-se observar os resultados para compostos fenólicos. Em ambas as temperaturas o conteúdo se eleva, até os 45 dias de armazenamento. Os resultados encontrados para compostos fenólicos diferem nos relatados na literatura para outras cultivares. Duzioni et al. (2010), observaram valores de compostos fenólicos na faixa de 648,6 para laranja 'Valência' e 551,9 mg 100 mL⁻¹ para tangerina Murcote. Melo (2008) obteve em seu trabalho resultados de fenólicos totais de 208,10 para laranja 'Pera' e 146,30 µg mL⁻¹ para laranja 'Cravo'. Couto & Canniatti-Brazaca (2010), encontraram resultados de 78,47 mg 100 mL⁻¹ para laranja 'Valência' e 21,47 mg 100 mL⁻¹ para tangerina 'Murcott'.

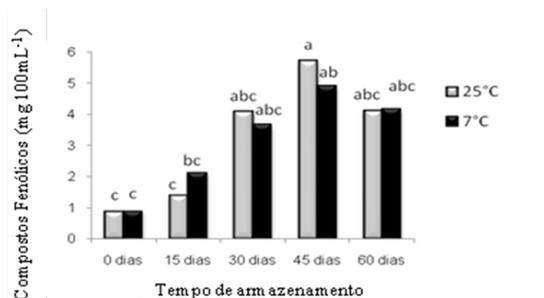


Figura 3 - Conteúdo de compostos fenólicos totais encontrados em laranjas Folha Murcha, durante 60 dias de armazenamento.

*Valores seguidos pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p>0,05$).

A Figura 4, expressa o conteúdo de carotenóides, que são semelhantes aos relatados na literatura. A média encontrada por Sartori et al. (2002) para a cv. Pera Rio foi de 0,79 mg 100 mL⁻¹. Chitarra e Chitarra (2005) apresentaram valores para as cultivares Hamlim e Bahia de 0,53 e 0,55 mg 100 mL⁻¹, respectivamente e enfatizaram que a baixa temperatura de armazenamento, reduz a respiração e retarda processos como a síntese de pigmentos.

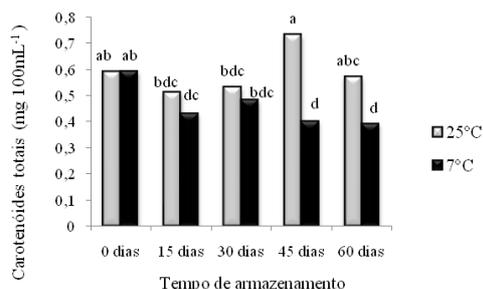


Figura 4 - Conteúdo de carotenóides totais encontrados em laranjas Folha Murcha durante 60 dias de armazenamento.

*Valores seguidos pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p>0,05$).

IV. CONCLUSÃO

A temperatura e o período de armazenamento influenciaram significativamente nas perdas de massa. A temperatura de 7 °C é indicada para a conservação da qualidade pós-colheita de laranjas 'Folha Murcha' por até 60 dias sem que haja perdas em relação às suas características químicas.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, R. S.; DINIZ, M. C. T.; NEVES, E. A.; NÓBREGA, J. A. Determinação e distribuição de ácido ascórbico em três frutos tropicais. **Eclética Química**, São Paulo 27(n.especial): 1-8. 2002.
- BENDER, R. J. Colheita, beneficiamento, embalagem, conservação e comercialização. In: **Citricultura: Laranja: Tecnologia de produção, pós-colheita, industrialização e Comercialização**. Porto Alegre: cinco continentes, 396p. 2006.
- BUCIC-KOJIC, A.; PLANINIC, M.; TOMAS, S.; BILIC, M., VELIC, D. Study of solid-liquid extraction kinetics of total polyphenols from grapes seeds. **Journal of Food Engineering** 81: 236-242. 2007.
- CENTEC. Instituto Centro de Ensino Tecnológico **Produtor de Citros**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha; Ministério da Ciência e Tecnologia, 64p. 2004
- CHITARRA, M. I.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 785p. 2005.
- DONADIO, L.C.; STUCHI, S. E.; POZZAN, M.; SEMPIONATO, O. R. **Novas variedades e clones de laranja doce para indústria**. Boletim citrícola 8. Jaboticabal: FUNEP, 42 p. 1999.
- DUENHAS, L. H.; VILLAS BOAS, R. L.; SOUSA, C. M. P.; RAGOZOL, R. A.; BULL, L. T. Fertirrigação com diferentes doses de NPK e seus efeitos sobre a produção e qualidade de frutos de laranja (*Citrus sinensis* O.) 'Valência'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, 24(1): 214-218. 2002.
- FERNANDES, A. G.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; COSTA, J. M. C.; FIGUEIREDO, R. W.; PRADO, G. M. Comparação dos teores em vitamina C, carotenóides totais, antocianinas totais e fenólicos totais do suco tropical de goiaba nas diferentes etapas de produção e influência da armazenagem. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara 18(4):431-438. 2007.
- FIDALSKI, J. Qualidade física do solo sob sistemas de manejo nas entrelinhas de citros. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 62p. 2007.
- IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 5. ed. Brasília: editora MS, 1018p. 2005.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de dados agregados. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Produção. 2008. Disponível em:

<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp>>.
Acesso em: 2 mai. 2010.

KLUGE, R. A.; JOMORI, M. L. L.; EDAGI, F. K.; JACOMINO, A. P.; DEL AGUILA, J. S. Danos de frio e qualidade de frutas cítricas tratadas termicamente e armazenadas sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, 29(2): 233-238. 2007.

LATADO, R. R.; TOGNATO, P. C.; SILVA-ESTENICO, M. E.; NASCIMENTO, L. M.; SANTOS, P. C. Acúmulo de antocianinas e características físicas e químicas de frutos de laranjas sanguíneas durante o armazenamento a frio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, 30(3): 604-610. 2008.

MORIMOTO, F.; RODANTE, A.; ALVES, J. G.; TORMEN, W. **Manual técnico de citricultura**. Curitiba: Emater, 68p. 1991.

NOJIMA, D. Panorama, Tendências e Competitividade da Indústria de Alimentos e de Bebidas no Paraná. **Revista Paraná em Desenvolvimento**, Curitiba, PR (95): 79-87. 1999.

RAMALHO, A. S. T. M. **Sistema funcional de controle de qualidade a ser utilizado como padrão na cadeia de comercialização de laranja Pêra *Citrus sinensis* L. Osbeck**. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba 91p. 2005

SAS. **Statistical Analyses System**. Sas Institute Inc., Cary, NC, USA. 2001.

STENZEL, N. M. C.; NEVES, C. S. V. J.; GONSALEZ, M. G. N.; SCHOLS, M. B. S.; GOMES, J. C. Desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade dos frutos de laranjeira ‘Folha Murcha’ sobre seis porta-enxertos no Norte do Paraná. **Ciência Rural**, Santa Maria 35(6): 1281-1286. 2005.

VI. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de bolsa de estudo. À Cocamar Cooperativa Agroindustrial.

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo material incluído no artigo.



PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NA REGIÃO NORTE E SEUS IMPACTOS ECONÔMICOS: UMA ANÁLISE A PARTIR DO DENDÊ

ISSN 1809-3957

JACQUELINE LOPES NUNES; TIAGO WICKSTROM ALVES
UNISINOS

fatores que resultam no desenvolvimento socioeconômico de uma nação. Essa, por sua vez, não tem sido ofertada de forma suficiente para atender a região Norte, o que dificulta, sobremaneira, o funcionamento das principais necessidades de um cidadão, como hospitais e escolas. Apesar disso, a região é dotada de condições climáticas ideais para a plantação de dendê para geração de energia elétrica.

Assim, este artigo procura determinar a capacidade de geração de energia elétrica e o impacto que poderá decorrer, em termos de emprego e renda. A metodologia utilizada na pesquisa foi documental, utilizando-se de pesquisa bibliográfica.

Ao final deste trabalho concluiu-se que o dendê, na região Norte, poderá propiciar benefícios econômicos significativos, contribuindo numa proporção elevada na oferta de energia elétrica. Sendo que, além de gerar emprego e renda à população, poderá suprir as necessidades energéticas dos Sistemas Isolados.

Palavras-Chave: Dendê. Norte. Impactos Econômicos.

I. INTRODUÇÃO

A energia elétrica é fundamental para o desenvolvimento econômico e social, haja vista que ela é indispensável à imensidade de atividades econômicas, além de quesitos como saúde e educação.

O seu uso difere significativamente entre as regiões. A região Norte, por exemplo, caracteriza-se basicamente por ser um sistema eletricamente isolado, isto é, não conectado ao Sistema Interligado Nacional (SIN), obtendo energia a partir de geração térmica, usando óleo diesel ou óleo combustível em elevado número de pequenas unidades geradoras (ELETROBRÁS, 2011a). Essa região possui 273 Sistemas Isolados, onde 81% decorrem da geração térmica que utiliza principalmente o óleo diesel e o óleo combustível (SANTOS, 2008).

Em termos econômicos, esta região, que totaliza 42% da área geográfica do país, respondia com apenas 5% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro em 2009 (IBGE, 2012). A falta de energia elétrica tem sido causa e consequência do baixo desenvolvimento que sofre também com outros problemas que dificultam, sobremaneira, seu crescimento econômico. Em termos concretos, no Norte 36,4% da população ocupada recebe até um salário mínimo e, em contraste, no Sul do país, essa porcentagem é de apenas 18,3%. Em se tratando de analfabetismo, no Norte, 13,8% das pessoas, acima dos 25 anos, são analfabetas enquanto no Sul é de apenas 6,7% da população (PNAD, 2009).

Embora existam estas diferenças regionais e um significativo atraso no desenvolvimento econômico e social desta região, conjectura-se que ela possa

apresentar elevadas taxas de crescimento e, ao mesmo tempo, ser alavancadora do desenvolvimento nacional.

O Norte apresenta condições edafoclimáticas¹ ideais para a produção do dendê, oleaginosa nativa com o qual pode ser produzido o biodiesel de dendê, que é um combustível não poluente. A palma é intensiva em mão-de-obra e seu leque de produtos possui um amplo mercado (NUNES; ALVES, 2010).

Ainda, o balanço energético, isto é, a razão entre o potencial energético derivado do produto e a energia consumida no seu processo de fabricação, do biodiesel de dendê é três vezes maior do que o da soja, produto mais utilizado para geração de biodiesel no Brasil (FURLAN JUNIOR *et. al.*, 2006). Além disto, conforme Nunes e Alves (2010), cultivando dendê somente na área desmatada do Estado do Amazonas, em 2008, seu cultivo geraria um volume de emprego para, aproximadamente, 8.628 famílias, sustentando 34.514 pessoas com uma renda de 14 milhões de reais mensais.

Desta forma, além do dendê propiciar emprego, renda e energia elétrica às comunidades, gera também impactos ambientais relevantes, pois, em primeiro lugar, pode recuperar as áreas degradadas; segundo, recupera os solos, evitando a erosão; e, em terceiro, absorve o gás carbônico emitido na atmosfera, diminuindo o efeito maléfico da queima do diesel.

Essas argumentações permitem avaliar que a produção de energia através do dendê, no Norte, pode não somente abastecer essa região, gerando emprego e renda, como também ser determinantes na matriz energética brasileira. Ou seja, têm-se a possibilidade desta região exportar energia elétrica para o restante do país ou até mesmo para o mundo, já que os tipos comuns de energia (como o petróleo) estão se esgotando e as atividades econômicas têm se ampliado cada vez mais.

II. METODOLOGIA

Para atingir o objetivo proposto, a pesquisa foi estruturada em três etapas:

1ª Etapa – Oferta Energética: Para a estimativa da oferta de energia futura, proveniente do dendê, utilizaram-se informações da área disponível para plantação do dendê segundo Filho e Motta (2010) e, assim, calculou-se a geração de energia com base nas informações do CENBIO.

2ª Etapa – Demanda Energética: para a demanda energética utilizou-se informações do Plano Nacional de Energia (PNE)

¹ Condição de solo e clima

3ª Etapa – Análise da contribuição da geração de energia a partir do Dendê e Solar no atendimento à demanda de 2030 e dos seus impactos econômicos: os retornos econômicos são definidos aqui como o potencial de valor adicionado pelas atividades de geração de energia nas regiões Norte e Nordeste; os benefícios fiscais; e o efeito sobre o emprego e renda locais.

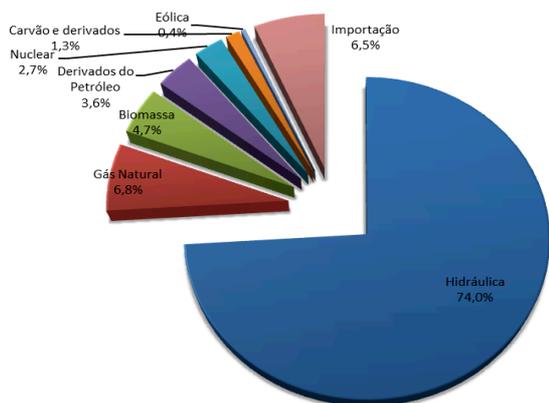
III. OFERTA ENERGÉTICA

O sistema elétrico brasileiro é composto por duas grandes zonas de fornecimento: o Sistema Interligado Nacional (SIN) e os Sistemas Isolados. O SIN atende as regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte. Já os Sistemas Isolados estão localizados, em sua maioria, na região Norte, principalmente no Estado do Amazonas. Segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS, 2011), “3,4% da capacidade de produção de eletricidade do país encontra-se fora do SIN, em pequenos Sistemas Isolados, localizados, principalmente, na região Amazônica”, sendo distribuídos em 45% do território brasileiro, evidenciando uma carência energética significativa nestas localidades.

A. OFERTA ENERGÉTICA ATUAL

A matriz de energia elétrica é composta pelas seguintes fontes: hidroeletricidade que representa 74% da oferta total de energia elétrica no país, o gás natural corresponde a 6,8%, a biomassa a 4,7%, os derivados de petróleo a 3,6%, a nuclear a 2,7% a de carvão e derivados a 1,3% e a eólica a 0,4%. No entanto, como a produção interna não é autossuficiente, de forma que parte da oferta é feita com energia importada, que corresponde a 6,5% da disponibilidade total de energia (BRASIL, 2011). O gráfico 1 resume a estrutura da oferta de energia elétrica no ano de 2010.

Gráfico 1 – Estrutura de Oferta Energética Brasileira em 2010



Fonte: Brasil (2011)

Percebe-se que a energia hidráulica é predominante na geração de energia elétrica enquanto que a energia eólica parece ser a menos significativa. Embora a produção de energia elétrica, em 2010, de 509.223 GWh, tenha sido expressiva e tenha crescido mais de 50%, em 10 anos, esta ainda não é suficiente para atender à demanda total. Isto pode ser visualizado na tabela 1.

Tabela 1 – Informações sobre produção, importação e exportação de energia elétrica entre 2001 e 2010 (em GWh)

Fluxo	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Δ2001 - 2010	
Produção	328.509	345.671	364.339	387.452	402.938	419.337	445.044	463.120	462.976	509.223	55%	
Geração Pública	301.318	311.601	329.282	349.539	363.156	377.644	397.907	412.012	409.150	445.519	48%	
Geração de Autoprodutores	27.191	34.070	35.057	37.913	39.782	41.692	47.137	51.107	53.827	63.704	134%	
Importação	37.874	36.580	37.151	37.392	39.202	41.447	40.866	42.901	41.064	35.906	-5%	
Exportação	-	6 -	7 -	6 -	7 -	160 -	283 -	2.034 -	689 -	1.080 -	1.257	20850%
Perdas	-	56.628 -	57.879 -	59.271 -	64.892 -	66.787 -	70.550 -	71.745 -	77.081 -	80.112 -	88.211	56%
Consumo Total	309.729	324.365	342.213	359.945	375.193	389.950	412.130	428.250	422.848	455.660	47%	

Fonte: Brasil (2011)

Apesar do aumento da oferta de energia ao longo dos anos, o Brasil ainda sofre com a falta de energia elétrica que impede, por exemplo, o funcionamento de indústrias. Os anos de 1985, 1999, 2001 e 2009 foram caracterizados pela ocorrência dos apagões. Isso demonstra que o sistema elétrico brasileiro não funciona com a sua eficiência projetada de 95%, como afirmado em matéria da Veja, em 2009. Os principais problemas que podem resultar nos apagões são: questões ambientais como ausência de chuvas, que diminuem os reservatórios das hidrelétricas, ou até mesmo tempestades; inadequada manutenção dos sistemas de distribuição; e a administração entre produção e consumo de energia, ou seja, quando a demanda é superior à oferta o sistema pode parar de funcionar, ocasionando o blecaute ou, ainda, quando a oferta é superior à demanda sobrecarregando o sistema.

Em consequência, os apagões ocasionam a interrupção do funcionamento de indústrias e comércio, comprometendo a produção industrial do Brasil, sem mencionar a falta de energia nas residências. Segundo matéria do G1, o tempo médio de falta de energia aumentou nos últimos 3 anos. “O índice de interrupções no Brasil aumentou de 16 horas para 20 horas” (APAGÕES, 2011).

Assim, é possível afirmar que a energia hidráulica é a fonte energética predominante do SIN. Outras fontes menos significativas também fazem parte da produção de energia elétrica brasileira. São elas: gás natural, biomassa, derivados de petróleo, nuclear, carvão e derivados e, finalmente, eólica.

B. SISTEMAS ISOLADOS

Os Sistemas Isolados são predominantemente térmicos, sendo distribuídos em 45% do território brasileiro, principalmente, na região Norte, e representam 1,6% do consumo nacional e 2,3% da carga nacional. Os maiores sistemas atendem às capitais do Amazonas, Amapá e Roraima. Outros locais que compõem os Sistemas Isolados são partes do Estado do Mato Grosso e de Pernambuco, e, mesmo nestes locais, não há produção de energia suficiente “que ainda permanecem isoladas do SIN e, pela grande dificuldade de logística de abastecimento e elevado número de pequenas unidades geradoras, os sistemas localizados no interior dessa região” (ELETROBRÁS, 2010, p. 1).

No Brasil, em 2011, existiam 1.672 unidades geradoras nos Sistemas Isolados. O Estado com maior participação nesse aumento foi o Amazonas que passou de 707 unidades geradoras, em 2010, para 940 unidades, em 2011. A potência também aumentou, consideravelmente,

em 22,5%. Tais Sistemas são movidos por óleo diesel, óleo OCTE (óleo combustível para turbina elétrica), PGE (óleo combustível para geração elétrica), óleo combustível e gás natural. A geração de energia, segundo esses combustíveis utilizados nos Sistemas Isolados, é apresentada na tabela 2.

Tabela 2 – Geração de energia segundo combustíveis utilizados nos Sistemas Isolados em 2010 e 2011 (em MWh)

Tipo	2010	2011	Δ 2010 - 2011
Diesel	3.399.150	4.776.241	41%
OCTE	154.786	128.648	-17%
PGE	828.777	490.792	-41%
Combustível	2.450.944	743.668	-70%
Gás natural	2.021.494	4.076.659	102%
Total em MWh	8.857.161	10.218.019	15%

Fonte: Elaborado pela autora com base em Eletrobrás (2011b) e Eletrobrás (2010)

Essas fontes de energia foram capazes de gerar 10.218 GWh, um aumento de 15% em comparação com o ano de 2010. Percebe-se, segundo os dados da tabela, que a utilização de diesel, para a geração de energia, aumentou 41% enquanto para os demais óleos ocorreu uma significativa diminuição. No entanto, foi o gás natural que apresentou o maior aumento, isto é, de mais de 100%. Esse resultado decorreu da implantação do gasoduto Uruçu-Coari-Manaus, que interliga as cidades de Coari e Manaus. No entanto, o aumento na geração de energia não representa um elevado padrão de geração de energia. Pode-se citar como exemplo a região Sul que consumiu, em 2010, cerca de 60 mil GWh de energia, ou seja, 14 vezes mais do que foi gerado de energia pelos Sistemas Isolados da região.

Essa ausência de energia na região gera inúmeros problemas, como o funcionamento de escolas e hospitais. Como exemplo dessa dificuldade, a matéria "Fator Humano", da Edição Especial da Veja, *Amazônia*, revela que as comunidades ribeirinhas do Rio Negro não possuem energia elétrica durante o dia e que o fornecimento é feito por motores a diesel somente das 18 às 22 horas. Isso permite avaliar o nível de educação que é possível oferecer às crianças desta região. Ou seja, não é possível trabalhar com informática, eletroeletrônicos, escolas técnicas, etc. Ainda, o diesel, em muitas comunidades rurais, é comprado em forma de escambo na troca por tracaíá (tartaruga), em virtude de que, no interior da Amazônia, a moeda é praticamente ausente. Outros exemplos de escambo e paridade que podem ser citados são: dois milheiros de tijolos valem 100 kg de carne de jacaré, um litro de cachaça é equivalente a 2 kg de pirarucu salgado, 1 kg de bolacha vale 1 kg de peixe fresco, 1 kg de sal vale 1 kg de borracha bruta e 1 kg de charque vale 20 kg de castanha-do-pará.

Dessa forma, pode-se afirmar que houve um aumento considerável da oferta de energia elétrica. O aumento de geração de energia elétrica, por meio dos Sistemas Isolados, foi de 15% entre 2010 e 2011. Apesar do aumento da oferta energética, essa não tem sido suficiente para atender todas as regiões do país.

C. OFERTA POTENCIAL

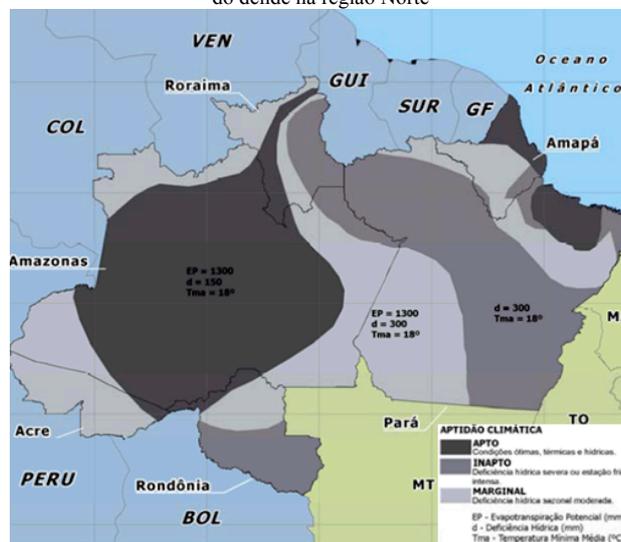
Volume 7 – n. 80 – Agosto/2012

O dendê tem sido tratado por autores como Furlan Júnior *et. al.* (2006), Santos (2008) e Nunes e Alves (2010) como a forma mais promissora de gerar desenvolvimento econômico nessa região. Isso porque essa oleaginosa é capaz não somente de gerar energia nos Sistemas Isolados, mas também, em paralelo, gerar emprego e renda para a população. E, ainda, é uma alternativa para a recuperação das áreas desmatadas da Amazônia. A exemplo:

A expansão da área cultivada com dendeeiro nas áreas já desmatadas da Amazônia é reconhecida como uma excelente alternativa para produção de óleo para fins alimentares e energéticos, constituindo suporte tanto para o projeto governamental de ampliação e diversificação da matriz energética brasileira, quanto para a criação de empregos e aumento da renda da população local (FILHO; MOTTA, 2010, p. 6).

Visando à utilização das áreas desmatadas para a plantação de dendê, a Embrapa Solos, por solicitação do Governo Federal, elaborou um projeto de Zoneamento Agroecológico do Dendê nas áreas desmatadas da Amazônia Legal. Assim, foi realizada uma avaliação entre a exigência ambiental da planta e compatibilização do ambiente onde se pretende plantá-la, ou seja, nas áreas desmatadas que atenda a uma relação de custo-benefício favorável. Em outras palavras, cada espécie vegetal exige características especiais do solo, relevo e clima para que sua adaptação seja favorável e para que não haja impactos negativos (FILHO; MOTTA, 2010). No caso do dendê as regiões mais aptas para a sua plantação pode ser visualizada na figura 1.

Figura 1 – Locais de melhor aproveitamento para a plantação do dendê na região Norte



Fonte: Santos (2008)

De acordo com a figura 1, os melhores locais para a sua plantação é no Estado do Amazonas, em quase sua totalidade, no Norte do Amapá e, ainda, em uma pequena região ao Nordeste do Pará.

Sendo assim, a Embrapa realizou o projeto sobre duas bases de níveis tecnológicos (níveis de manejo). A primeira, o nível de manejo "b" que emprega um nível tecnológico médio e modesta aplicação de capital. Já o nível de manejo "c" utiliza alto nível tecnológico e aplicação intensiva de capital. As classes do zoneamento

agroecológico foram divididas em preferencial, regular, marginal e inapta de acordo com seus fatores limitantes. A classe de zoneamento “preferencial” é considerada como sem limitações significativas para a produção de dendê; o “regular” possui limitações moderadas; o “marginal” possui elevadas limitações; e, finalmente, a “inapta” que possui limitações muito fortes que impedem a plantação do dendê.

Nos resultados encontrados, o manejo “b” possui 17,4 milhões de hectares de terra aptos para a plantação do dendê (óleo comestível, cosmético e biocombustível) e o manejo “c” 17,2 milhões de hectares. Foram excluídas as áreas não desmatadas e reservas legais, estando somente em análise as áreas desmatadas.

Vale ressaltar que estes são resultados brutos e podem ser reduzidos 50 a 60% devido a restrições ambientais. Dessa forma, diminuindo os 60% da área disponível do manejo “b” (nível tecnológico médio), encontra-se o valor de 6.980.622 hectares. Ou seja, de toda a área apta para o manejo “b”, de 17.415.555 hectares, tem-se disponível para a plantação do dendê 6.980.622 hectares.

Para a geração de energia, o dendê pode ser utilizado na sua forma *in natura* ou como biodiesel. A utilização *in natura* é uma forma ecologicamente correta para a utilização em geradores. No entanto, para que o óleo *in natura* seja utilizado em geradores a diesel, é necessária a adaptação de um kit de conversão do motor diesel para o óleo vegetal. O kit foi desenvolvido pelo CENBIO (Centro Nacional de Referência em Biomassa) por meio do projeto PROVEGAM e testado em um gerador-diesel em Vila Soledade (Moju/PA). Assim, constatou-se que, após 750 horas, aproximadamente um mês, os bicos injetores, cabeçotes do motor e a bomba injetora tiveram que ser substituídos (COELHO *et. al.*, 2004).

No caso do biodiesel, os motores não necessitam de adaptação. No entanto, o biodiesel de dendê é formado, basicamente, além do óleo de dendê, por etanol e soda cáustica (para cada 30 kg de óleo de dendê necessita-se 24 kg de etanol e 0,3 kg de soda cáustica) (VIANNA, 2006).

É importante ressaltar que o óleo de dendê possui o poder calorífico inferior² (PCI) 10% menor do que o diesel, ou seja, para gerar a mesma quantidade de energia do diesel são necessários 10% a mais de óleo de dendê ou de biodiesel (COELHO *et. al.*, 2005a).

Segundo o Atlas de Bioenergia do Brasil (Coelho *et. al.*, 2005b), a energia gerada a partir do óleo de dendê é calculada pela quantidade de toneladas de óleo de dendê por hectare colhido, multiplicado pelo fator de conversão por tonelada de óleo, de 0,78 MWh/tonelada. Sendo assim, o Atlas de Bioenergia apresenta a geração de energia a partir do dendê de acordo com a seguinte fórmula:

$$ENERGIA (MWh/ANO) = HA COLHIDOS \times 5 TON/HA \times 0,78 MWh/TON$$

Dada às áreas desmatadas e disponíveis para a plantação, de 6.980.622 hectares, e sabendo que a produtividade do

dendê é de 3,5 a 5,0 toneladas, a energia gerada conforme sua produtividade pode ser apresentada na tabela 3.

Tabela 3 – Energia gerada conforme produtividade do dendê

Produtividade (ton)	Energia Gerada (MWh/ano)	Energia Gerada/Consumo N em 2010
3,5	19.057.098,06	104%
4,0	21.779.540,64	119%
4,5	24.501.983,22	133%
5,0	27.224.425,80	148%

Fonte: Elaboração própria com base em Coelho *et. al.* (2005b)

No ano de 2010, o consumo de energia elétrica na região Norte foi de 18.379.281 MWh, segundo dados da Aneel. Assim, pode-se afirmar que o dendê teria uma participação de 104% a 148% do consumo de energia.

IV. DEMANDA DE ENERGIA

A Empresa de Pesquisa Energética, por meio Plano Nacional de Energia 2030, elaborou um trabalho com foco na demanda e na oferta de energia para o ano de 2030. Para isso, os dados foram analisados a partir de quatro cenários, assim denominados cenário “A” (na crista da onda), “B1” (surfando a marola), “B2” (pedalinho) e “C” (náufrago).

O cenário “A” pode ser resumido pela existência de uma gestão macroeconômica eficaz que resulta no aumento de investimentos em educação e infraestrutura; sendo assim, este cenário é caracterizado pelo elevado nível de desenvolvimento econômico.

Em “B1” e “B2” a economia mundial é favorável, mas não é garantia para sustentar o crescimento interno do Brasil. Especificamente, no cenário “B1” o crescimento da economia interna supera, moderadamente, o crescimento da economia mundial. No entanto, há um processo mais lento para atingir a estabilidade macroeconômica devido às possíveis dificuldades na aprovação de reformas microeconômicas. Já o cenário “B2” é caracterizado por ter o mesmo nível de crescimento do mundo, devido à dificuldade de enfrentar problemas estruturais internos.

Finalmente, o cenário “C” é caracterizado por um cenário mundial instável, porque o “comércio internacional se expande a taxas modestas ou mesmo se retrai em alguns períodos” (BRASIL, 2007, p. 40).

A partir destes cenários, o PNE estabelece as projeções de consumo de energia elétrica para cada cenário, como pode ser visualizado na tabela 4.

² Poder Calorífico Inferior: Energia efetivamente disponível após a dedução de perdas com evaporação da água.

Tabela 4 – Projeção do consumo de energia elétrica para 2030 conforme cada cenário (em MWh)

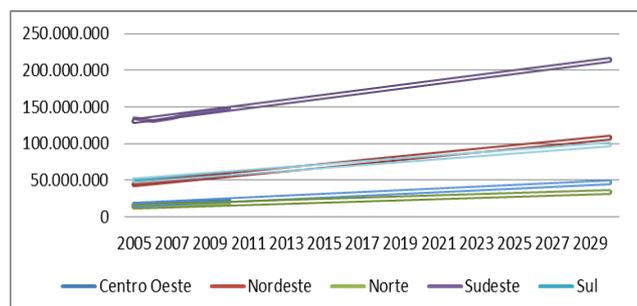
Cenários	2010	2030	Δ entre 2010 e 2030
Cenário "A"		1.243.793.610	173%
Cenário "B1"	455.660.000	992.329.750	118%
Cenário "B2"		941.413.610	107%
Cenário "C"		847.036.160	86%

Fonte: Elaboração própria com base em Brasil (2011) e Brasil (2007)

Nota-se que no pior cenário – Cenário “C” – o consumo de energia elétrica no Brasil aumentará aproximadamente 86% e no cenário “A” o aumento será de aproximadamente 170%. Percebe-se que essa projeção é feita para o Brasil como um todo e não há informações sobre a demanda por regiões separadamente para cada cenário.

Sendo assim, foi feita uma curva de tendência, a partir do consumo de 2001 a 2010, segundo os dados do Balanço Energético Nacional, para projetar o consumo de energia por região para 2030 e assim obter a participação da demanda em cada região para cada cenário. Esta participação foi utilizada para decompor a demanda total estimada pelo PNE. A curva de tendência pode ser visualizada no gráfico 2.

Gráfico 2 – Tendência do consumo de energia para 2030



De acordo com as informações do gráfico, a região Nordeste vai ultrapassar o consumo de energia da região Sul entre 2015 e 2016, mas, ainda assim, estarão bem próximas. A participação de cada região é apresentada na tabela 5.

Tabela 5 – Participação de cada Região de acordo com a tendência estimada para 2030

Regiões	Participação %
Norte	7%
Nordeste	22%
Centro Oeste	10%
Sudeste	42%
Sul	19%
Total	100%

Fonte: Elaboração própria com base em Aneel (2012)

Com base na participação de cada Estado é possível calcular essa participação segundo as informações do PNE, que ficariam assim estruturadas:

Tabela 6 – Projeção do consumo de energia para 2030 por regiões

Regiões	2010	2030				Participação %
		Consumo				
	Participação %	Cenário "A"	Cenário "B1"	Cenário "B2"	Cenário "C"	
Norte	6%	85.228.422	67.997.373	64.508.449	58.041.426	7%
Nordeste	19%	274.350.382	218.883.619	207.652.766	186.835.414	22%
Centro Oeste	8%	118.879.216	94.844.821	89.978.362	80.957.961	10%
Sudeste	48%	527.961.687	421.221.081	399.608.354	359.547.305	42%
Sul	20%	237.373.903	189.382.856	179.665.679	161.654.054	19%
Total	100%	1.243.793.610	992.329.750	941.413.610	847.036.160	100%

Fonte: Elaboração própria com base em Brasil (2011) e Brasil (2007)

Levando em consideração a estimativa feita anteriormente, pode-se verificar o aumento percentual do consumo de energia de 2010 a 2030, para cada cenário e cada região. Tal aumento percentual pode ser verificado na tabela 7.

Tabela 7 – Aumento percentual de 2010 a 2030 do consumo de energia por região

Regiões	Cenário "A"	Cenário "B1"	Cenário "B2"	Cenário "C"
Norte	215%	151%	138%	115%
Nordeste	220%	155%	142%	118%
Centro Oeste	244%	175%	161%	134%
Sudeste	141%	92%	82%	64%
Sul	166%	112%	101%	81%

Fonte: Elaboração própria com base em Brasil (2011) e Brasil (2007)

O Norte terá um aumento no consumo entre 115% e 215% de acordo com os cenários. De acordo com dados da Eletrobrás, o consumo de diesel nos Sistemas Isolados da Região Norte, em 2011, foi de 4.776.241 MWh. Se for considerado que o consumo de diesel se dê às mesmas taxas que o consumo de energia total, podem-se estabelecer os seguintes prognósticos:

Tabela 8 – Demanda de diesel nos Sistemas Isolados em 2030 (em MWh)

Cenários	Demanda Diesel (MWh)
Cenário "A"	15.045.319
Cenário "B1"	12.003.533
Cenário "B2"	11.387.635
Cenário "C"	10.246.016

Fonte: Elaborado pela autora com base em Eletrobrás (2011b)

Assim, a demanda de energia, a partir do diesel, para o Sistema Isolado da região Norte, estaria entre 10 milhões de MWh a 15 milhões de MWh.

V. CONTRIBUIÇÃO DA GERAÇÃO DE ENERGIA POTENCIAL EM ATENDIMENTO À DEMANDA DE 2030 E OS IMPACTOS ECONÔMICOS

A região Norte possui graves problemas com infraestrutura de transporte devido à densa floresta, o que dificulta sobremaneira o deslocamento de mercadorias

para outras regiões. Apenas a título de exemplificação, alimentos oriundos de São Paulo, por exemplo, demoram, aproximadamente, 15 dias para chegar à capital do Amazonas, devido às péssimas estradas da região, além de períodos de seca dos rios que dificulta também o transporte fluvial. Outro exemplo pode ser citado: para abastecer os Sistemas Isolados das regiões mais distantes com 1 litro de diesel, gastam-se 2 litros apenas com o transporte. A partir daí, é possível concluir que essa região possui certas dificuldades de interligação com as demais regiões. Por isso, a utilização do dendê se torna relevante e, ressaltando, que este deve permanecer na região, a fim de evitar os elevados custos de transporte.

Dessa forma, o dendê supriria cerca de 22% a 46% da energia, demandada para a região no ano de 2030. E, ainda, poderia suprir de 15 milhões a 22 milhões de residências. Além disso, ele seria capaz de suprir 100% do diesel demandado e o excedente poderia ainda ser utilizado em meios de transporte como caminhões, ônibus ou barcos da própria região.

A energia elétrica, segundo a IEA (2010), é de extrema relevância para uma nação, já que permite o devido funcionamento de indústrias, comércio e serviços na área da educação e saúde.

No caso do Brasil ainda existem 3,3 milhões de pessoas sem acesso à energia, enquanto que na Argentina é de 1,1 milhão e isso representa certa dificuldade para melhorar a qualidade de vida da população brasileira, já que, com acesso à energia, segundo a IEA (2010), é possível erradicar a pobreza e a fome; atingir a educação básica; reduzir a mortalidade infantil; melhorar a saúde dos recém-nascidos; combater doenças como HIV, malária e outras; e, finalmente, garantir a sustentabilidade ambiental.

Em se tratando da região Norte, esta possui uma das maiores taxas de pobreza quando comparadas às demais regiões. Estas podem ser visualizadas na tabela 9.

Tabela 9 – Percentual de pessoas na população total com renda inferior à linha de pobreza

Região	2005	2006	2007	2008	2009
CO	20,56%	16,13%	12,35%	12,59%	11,60%
N	42,73%	38,63%	37,85%	32,67%	32,54%
NE	53,66%	48,17%	45,62%	42,06%	39,61%
S	18,82%	15,95%	13,31%	12,58%	11,57%
SE	19,08%	15,51%	12,82%	12,52%	11,83%

Fonte: Ipedata (2012), adaptado pela autora

Segundo os dados da tabela 9, é possível perceber que as taxas de pobreza têm diminuído ao longo dos anos, mas, apesar disso, as regiões Norte e Nordeste ainda se encontram com as taxas mais elevadas.

No entanto, a energia, a partir do dendê na região Norte pode ser capaz de diminuir as taxas de pobreza, melhorando a qualidade de vida da população devido ao acesso à energia, gerando emprego, direto e indiretamente, renda, além de criar outras oportunidades industriais.

Segundo Santos (2008), a Embrapa relata a geração de 4 a 5 empregos a cada 7 a 8 hectares, ou seja, a geração de emprego estaria entre 0,57 a 0,71 empregos/hectare para todo o processo produtivo desde o cultivo até a obtenção

do biodiesel. A Agropalma S.A, por sua vez, emprega, em média, 0,77 pessoas por hectare para cultivo, processamento, produção do óleo e biodiesel. No entanto, vale ressaltar que a Agropalma é um grande grupo industrial que possui diversidade de negócios e produtos, gerando, assim, outros postos de trabalho.

Assim, tomando a área apta para a produção de dendê, já calculada anteriormente em 6.980.622 hectares, a geração de empregos estaria entre 3.988.954 e 4.956.241, segundo informações da Embrapa, e 5.375.078 empregos, segundo a Agropalma. Essa variação substancial, na geração de empregos, é resultado da produtividade da área plantada e do maquinário utilizado. Segundo Amarildo Camaleão, presidente do Conselho de Desenvolvimento Rural do Assentamento Tarumã-Mirim, a renda varia entre R\$ 700 e R\$1.000 reais para cada 3 hectares; assim, a renda gerada, a partir da área passível, varia entre R\$ 19 bilhões e R\$ 27 bilhões/ano, o que representa 12% a 17% do PIB do Norte em 2009. É importante ressaltar que, assim como a energia solar, o dendê poderia gerar emprego e renda de forma indireta.

Além disso, o dendê pode ser consorciado com culturas alimentares semi-perenes³, como está sendo realizado no campo experimental da Embrapa, com a plantação de banana, maracujá, abacaxi, batata-doce e mandioca (muito cultivado na região Amazônica para a produção de farinha).

Em se tratando de incentivos fiscais, as empresas que produzem ou comercializam biodiesel podem reduzir a contribuição do PIS/PASEP e da COFINS. Segundo o Decreto Lei n°. 5.297, de 6 de Dezembro de 2004, a alíquota do PIS/PASEP e da COFINS será reduzida aos seguintes coeficientes:

- 0,775** se o biodiesel de dendê for produzido na região Norte, Nordeste ou semiárido;
- 0,896** se o biodiesel (de qualquer matéria-prima) se for fabricado por matérias-primas adquiridas de agricultores familiares do PRONAF;
- um** se o biodiesel for fabricado a partir de matérias-primas, produzidas nas regiões Norte, Nordeste ou semiárido, adquiridos por agricultores familiares do PRONAF.

Além dos benefícios citados, ainda existem os benefícios ambientais como o de absorver o gás carbônico emitido na atmosfera e restaurar as áreas degradadas.

VI. CONCLUSÃO

A região Norte é uma das regiões mais carentes do país, detendo 42% do território nacional e 5% do PIB brasileiro. Além disso, do total de residências sem energia elétrica do país, x% se localizam nessa região. No entanto, pelos resultados da pesquisa, foi possível detectar que, utilizando as áreas desmatadas no Norte, seria possível gerar eletricidade para mais de 100% da demanda de 2010. Assim, pode-se afirmar que a produção de dendê para geração de energia elétrica é determinante para o abastecimento de eletricidade na região Norte.

³ Uma cultura semi-perene não necessita ser replantada todos os anos, pode-se usar a mesma planta por alguns anos para a produção.

A previsão de demanda de eletricidade no Brasil, para 2030, é de que atinja, ao menos, 847 TWh – um crescimento de 86%. Na região norte o aumento estimado foi de, no mínimo, 115%. Assim, considerando o melhor rendimento e maior utilização de área, o dendê ainda assim seria capaz de suprir mais de 46% da demanda prevista para a região Norte.

No que se refere a renda gerada com a produção do dendê, a análise indicou que se poderá ter uma geração de renda de, no mínimo, R\$ 19 bilhões, com a criação de 3,9 milhões de empregos, o que representa 59% da quantidade de empregos na região, com exceção dos empregos gerados na Zona Franca de Manaus.

Além desses benefícios, o dendê ao substituir o diesel utilizado nos Sistemas Isolados reduz a emissão dos Gases de Efeito Estufa (GEE), visto que sua plantaçãõ é capaz de absorver o gás carbônico emitido na atmosfera.

Por fim, ao analisar estas fontes alternativas admite-se que a produção de dendê no Norte para a geração de energia possa ser um fator transitório, considerando-se a possibilidade de integração desta região ao SIN e ao mesmo tempo, que há o risco de expansão desordenada de produção do dendê que se não controlada poderá ampliar o desmatamento da Amazônia.

Este trabalho limitou-se a analisar apenas a possibilidade de geração de energia a partir do dendê e no Norte para atendimento à demanda de 2030 e verificar os impactos econômicos nas regiões estudadas, verificando a oferta potencial dessas fontes.

Ampliando o tema deste trabalho, uma sugestão para a elaboração de trabalhos futuros seria verificar as novas atividades econômicas que poderiam ser implantadas com a introdução da cultura do dendê em larga escala, na região Norte.

VII. REFERÊNCIAS

ANEEL. Site Oficial. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>> Acesso em: 12 de jan. 2012.

APAGÕES no Brasil aumentaram nos últimos três anos. 5 Fev 2011. Disponível em: <<http://g1.globo.com/brasil/noticia/2011/02/apagoes-no-brasil-aumentaram-nos-ultimos-tres-anos.html>> Acesso em: 12 fev. 2011.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética – EPE. **BEN – Balanço Energético Nacional: ano base 2010 – Relatório Final**. Rio de Janeiro, 2011, 267 p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília. 2007.

BRASIL. Portal Brasil. Site Oficial. Disponível em: <www.brasil.gov.br> Acesso em: 02 mar. 2012.

COELHO, Suani Teixeira *et al.* **A Utilização do Óleo de Palma “in natura” como Combustível em Grupos Gerados a Diesel**. I Congresso Internacional de Bioenergia. Campo Grande, MS, Out. 2004.

_____. **Uso de Óleo de Palma “in natura” como Combustível em Comunidades Isoladas da Amazônia**. III Workshop Brasil-Japão em Energia, Meio Ambiente e

Desenvolvimento Sustentável. Campinas, SP; Novembro 2005a.

_____. **Atlas de Bioenergia do Brasil**. Projeto Fortalecimento Institucional do CENBIO, convênio 007/2005 – MME. 2005b.

ELETROBRÁS. Site oficial. Disponível em: <www.eletrabras.com>. Acesso em: 01 jun. 2011a.

_____. GTON. Grupo Técnico Operacional da Região Norte. Plano de Operação 2011: Sistemas Isolados, 2011b.

_____. GTON. Grupo Técnico Operacional da Região Norte. Plano de Operação 2010: Sistemas Isolados, 2010.

FILHO, Antonio Ramalho; MOTTA, Paulo Emílio Ferreira. **Zoneamento Agroecológico do Dendezeiro para as Áreas Desmatadas da Amazônia Legal**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Rio de Janeiro: Abril, 2010.

FURLAN JÚNIOR, José *et al.* **A Utilização do Óleo de Palma como Componente do Biodiesel na Amazônia**. Belém: EMBRAPA; Comunicado Técnico nº 103/ISSN 1517-2244. Dezembro, 2004.

_____. **Biodiesel: Porque tem que ser dendê**. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental; PALMASA, 2006.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. **Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento**. 3ª Edição, São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico, 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>> Acesso em: 03 jan. 2012.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Site. Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acesso em: 26 Mar 2012.

IEA. International Energy Agency. Energy Poverty: How to Make Modern Energy Access Universal? OCDE/IEA, 2010.

IPEADATA. Instituto de Pesquisa de Economia Aplicada. Disponível em: <www.ipeadata.gov.br> Acesso em: 08 Fev 2012

MME. Ministério de Minas e Energia. Site Oficial. Disponível em: <www.mme.gov.br> Acesso em: 03 jan. 2012.

NUNES, Jacqueline L.; ALVES, Tiago W. **Produção de Biodiesel de Dendê nos Sistemas Isolados do Amazonas: Um Meio para a Geração de Desenvolvimento Sócio-Econômico para o Estado**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: Anais... Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 173-177.

ONS. Organização Nacional do Sistema Elétrico. Site Oficial. Disponível em: <www.ons.org.br> Acesso em 3 Nov 2011.

PNAD. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Síntese de Indicadores – renda e educação**, 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2009/sintese_defaultpdf_educacao_shtm> Acesso em: 14 Nov. 2011

SANTOS, Anamélia Medeiros. **Análise do Potencial do Biodiesel de Dendê para Geração de Energia Elétrica**

em Sistemas Isolados da Amazônia. Dissertação (Mestrado em Planejamento Estratégico). Rio de Janeiro: Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

VEJA Especial Amazônia. **Revista Veja.** Editora Abril. Setembro 2009. Ano 42.

VIANNA, Fernanda Cristina. **Análise de Ecoeficiência: Avaliação do Desempenho econômico-ambiental do biodiesel e do petrodiesel.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Química. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2006. Disponível em: <www.teses.usp.br> Acesso em: 01 dez. 2011.

VIII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.