

15416
CPATU
2004
FL-PP-15416

Documentos

ISSN 1517-2201
Dezembro, 2004

199

Avaliação do Processo de Extração de Óleo Essencial da Biomassa Aérea de Pimenta Longa



Avaliacao do processo de ...
2004 FL-PP-15416



nbrapa

AI-SEDE-50172-1

República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues

Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Conselho de Administração

José Amauri Dimárzio

Presidente

Clayton Campanhola

Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires

Dietrich Gerhard Quast

Sérgio Fausto

Urbano Campos Ribeiral

Membros

Diretoria Executiva da Embrapa

Clayton Campanhola

Diretor-Presidente

Gustavo Kauark Chianca

Herbert Cavalcante de Lima

Mariza Marilena T. Luz Barbosa

Diretores-Executivos

Embrapa Amazônia Oriental

Tatiana Deane de Abreu Sá

Chefe-Geral

Oriel Filgueira de Lemos

Jorge Alberto Gazel Yared

João Baía Brito

Chefes Adjuntos



ISSN 1517-2201

Dezembro, 2004

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 199

Avaliação do Processo de Extração de Óleo Essencial da Biomassa Aérea de Pimenta Longa

Sérgio de Mello Alves
Francisco José Câmara Figueirêdo
Alberdan Silva Santos
Olinto Gomes da Rocha Neto

Belém, PA
2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Oriental

Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
Caixa Postal, 48 CEP: 66095-100 - Belém, PA
Fone: (91) 3204-1000
Fax: (91) 3276-9845
E-mail: sac@cpatu.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: Joaquim Ivanir Gomes
Membros: Gladys Ferreira de Sousa
 João Tomé de Farias Neto
 José de Brito Lourenço Júnior
 Kelly de Oliveira Cohen
 Moacyr Bernardino Dias Filho

Revisores Técnicos

Kelly de Oliveira Cohen – Embrapa Amazônia Oriental
Lênio José Guerreiro de Farias – UFFa
Marcus Arthur M. de Vasconcelos – Embrapa Amazônia Oriental

Supervisor editorial: Guilherme Leopoldo da Costa Fernandes

Revisor de texto: Regina Alves Rodrigues

Normalização bibliográfica: Célia Maria Lopes Pereira

Editoração eletrônica: Francisco José Farias Pereira

1ª edição

1ª impressão (2004): 300 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Avaliação do processo de extração de óleo essencial da biomassa aérea de pimenta longa / Sérgio de Mello Alves... [et al.]. - Belém, PA, Embrapa Amazônia Oriental, 2004.

39p. : il. ; 21cm. - (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 199).

ISSN 1517 - 2201

1. Pimenta longa. 2. Óleo essencial. 3. Biomassa. 4. Extração. I. Alves, Sérgio de Mello. II. Série.

CDD 622.84

© Embrapa 2004

Autores

Sérgio de Mello Alves

Quím. Ind., M.Sc. em Química de Agricultura, Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA.

E-mail: sergio@cpatu.embrapa.br

Francisco José Câmara Figueirêdo

Eng. Agrôn., D.Sc. em Ciências Biológicas, Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA.

E-mail: fjcf@cpatu.embrapa.br

Alberdan Silva Santos

Eng. Quím., D.Sc., Departamento de Engenharia Química, Centro Tecnológico, Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, 1, Guamá, CEP 66075-900, Belém, PA.

E-mail: alberdan@efpa.br

Olinto Gomes da Rocha Neto

Eng. Agrôn., D.Sc. em Biologia Vegetal, Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA.

E-mail: olinto@cpatu.embrapa.br

Apresentação

As ações de pesquisas conduzidas pela Embrapa Amazônia Oriental com vistas à análise da eficiência do processo de extração de óleo essencial de pimenta longa, a partir das variações da umidade e da carga de biomassa seca no decorrer do tempo de processamento dessa matéria-prima, representam aspectos importantes com a finalidade de agregar conhecimentos que possam levar à domesticação dessa piperácea.

Os resultados ora disponibilizados à sociedade, representam parte do esforço desta Instituição que, mesmo trilhando os caminhos metodológicos tradicionais e específicos para as espécies produtoras de óleos essenciais, oferece alternativas para a melhoria da eficiência de rendimentos de extração, possibilitando, pela melhoria desse processo, o alcance de maiores quantitativos de material básico para a obtenção de heliotropina, fixadora de fragrância em perfumes e cosméticos, e de butóxido de piperonila, agente sinérgico de inseticidas naturais.

A pimenta longa, espécie rica em safrol, tem o Estado do Acre como seu centro de dispersão natural, onde ocorre em áreas de pastagens e capoeiras degradadas, mas com potencial de ser explorada comercialmente no Pará. A sua exploração econômica está estreitamente associada à exaustão das reservas de árvores de grande porte da China e Vietnã, maiores produtores mundiais. Assim essa espécie da biodiversidade Amazônica é a fonte de reserva natural no mercado internacional de produtos fixadores de aromas.

Tatiana Deane de Abreu Sá
Chefe Geral

Sumário

Avaliação do Processo de Extração de Óleo Essencial da Biomassa Aérea de Pimenta Longa	9
Introdução	9
Metodologia	10
Resultados	12
Considerações Finais	37
Referências Bibliográficas	37

Avaliação do Processo de Extração de Óleo Essencial da Biomassa Aérea de Pimenta Longa

Sérgio de Mello Alves

Francisco José Câmara Figueirêdo

Alberdan Silva Santos

Olinto Gomes da Rocha Neto

Introdução

A pimenta longa (*Piper hispidinervium* C. DC.) é uma espécie pioneira de ocorrência em áreas de capoeira do Estado do Acre (Barros & Oliveira, 1997), sendo encontrada, espontaneamente, em áreas de tipo climático Ami (Mesquita, 1996) e, no seu habitat natural, vegeta em solos de baixa fertilidade, por isso é indicada para cultivo em áreas alteradas da Amazônia (Alencar et al. 1991).

A pimenta longa é uma planta rústica e de fácil manejo, que pode ser cultivada com a adoção de sistema de produção simples, sendo adequada a sua exploração comercial por pequenos agricultores reunidos em associações e cooperativas (Santiago, 1999). Dentre as espécies da biodiversidade amazônica em processo de domesticação, a pimenta longa é uma alternativa potencialmente viável para ocupar as áreas desmatadas e em processo de degradação. Soma-se a isso, a vantagem comparativa em relação a outras espécies aproveitadas para a obtenção do safrol, cuja exploração se caracteriza pelo caráter destrutivo das plantas, enquanto a pimenta longa, após o corte da biomassa, tem fácil rebrota, o que permite explorá-la por vários anos consecutivos.

Da biomassa, folhas e talos finos, dessa planta aromática extrai-se o óleo essencial rico em safrol. O safrol é um éter fenólico, importante matéria-prima para a indústria química, da qual se obtêm a heliotropina, agente fixador de fragrância, e o butóxido de piperonila, ingrediente essencial na composição de inseticidas piretróides (Pescador et al. 2000).

O objetivo deste estudo foi o de analisar a eficiência do processo de extração de óleo essencial de pimenta longa, a partir de diferentes cargas de biomassa aérea.

Metodologia

Este estudo avalia o processo de extração de óleo essencial de diferentes cargas da biomassa aérea de pimenta longa. As extrações foram realizadas na Usina de Destilação Raymundo Moura Rabelo, da Associação Comunitária Rural de São Jorge do Jabuti (Acorda Jabuti), Município de Igarapé-Açu, PA.

As planilhas que constituíram as bases de dados analisadas referem-se a dois ciclos de extrações de biomassa (folhas e talos finos), produzida por agricultores do Projeto Piloto de Pimenta Longa, financiado pelo Department from International Development - DFID, órgão do Governo do Reino Unido, entre os meses de abril de 1998 e dezembro de 2001.

No 1º ciclo de extrações, foram aproveitados os resultados correspondentes a lotes de biomassa com teores de umidade de 40% (400 e 350 kg), 37% (300 kg), 35% (250 kg) e 32% (200 kg), após terem sido submetidos ao período máximo de 10 dias de desidratação em secador solar, com 2 reviramentos diários de folhas e talos finos, como prática para evitar a fermentação da biomassa. No 2º ciclo, os resultados foram obtidos de destilações de biomassa com teores de umidade de 26% (400 kg), 18% (350 kg), 16% (300 kg), 19% (250 kg) e 25% (200 kg), após exposição à secagem por 7 dias e com 3 reviramentos diários de biomassa (9h/10h; 13h/14h e 17h/18h).

A capacidade de extração da Usina é de até 400 kg de biomassa seca por etapa de destilação. O tempo máximo de extração foi de 240 minutos, com amostragens de óleo a cada 30 minutos, para a determinação do rendimento de extração, do teor de safrol, da densidade e do índice de refração.

Em cada etapa da extração, foram utilizados 700 litros de água na caldeira e o aquecimento produzido pela fornalha promovia a destilação de 60 a 90 litros de água por hora. Quando do carregamento do tanque de extração, somente a carga de biomassa de 400 kg foi devidamente compactada, de acordo com a recomendação técnica praticada naquela usina.

Na determinação do teor de umidade da biomassa, foram utilizados 10 g de biomassa, misturados com 70 mL de tolueno, em balão volumétrico para 250 mL e completou-se com 30 mL do solvente para garantir o refluxo do sistema. O processo de extração da água da biomassa foi conduzido em manta aquecedora, à temperatura de ± 120 °C, utilizando o aparelho Dean & Stark (DS) e, ao final de 90 minutos, foi feita a leitura da quantidade de água extraída. O cálculo do teor de umidade foi feito com base na equação:

$$U = \frac{V_a}{P_a} \times 100,$$

onde U = porcentagem de umidade de biomassa; V_a = volume de água extraído (mL.g⁻¹ de biomassa) lido na escala volumétrica do DS; P_a = peso da amostra de biomassa (10 g) e 100 = fator de conversão para porcentagem.

O rendimento da extração de óleo essencial da biomassa foi calculado em base livre de umidade e utilizou-se a equação:

$$RO = \frac{V_o}{B_m - \frac{(B_m \times U)}{100}} \times 100,$$

onde RO = teor de óleo (mL.100 g⁻¹ biomassa) ou rendimento de extração (%); V_o = volume de óleo extraído (mL) lido diretamente na escala do tubo separador; B_m = biomassa em gramas; U = % umidade da biomassa e 100 = fator de conversão para porcentagem (Santos et al. 2004).

No Laboratório de Agroindústria da Embrapa Amazônia Oriental, foram realizadas as determinações de teor de safrol, densidade e índice de refração do óleo essencial. O teor de safrol no óleo essencial foi determinado em cromatógrafo a gás Shimadzu, modelo GC-14A, à temperatura de 220 °C e "split" de aproximadamente de 1:100, sendo feita a quantificação pelo método de normalização de área, utilizando-se o integrador Shimadzu, modelo C-R5A, Chromatopac. A densidade do óleo essencial de pimenta longa foi determinada em densímetros e o índice de refração em refratômetro do tipo Bausch & Lomb (Shimadzu Corporation), ambos sob a temperatura de 25 °C.

Resultados

Primeiro Ciclo de Destilação

Nas Fig. 1 e 2, representam-se as frações de óleo essencial extraídas da biomassa de pimenta longa e os totais médios dessas frações a cada intervalo do progresso da extração, respectivamente.

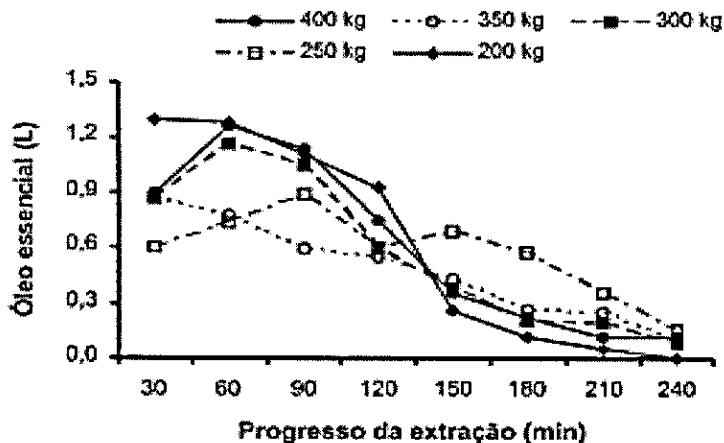


Fig. 1. Fração de óleo essencial coletada no decorrer da destilação de cargas da biomassa aérea de pimenta longa.

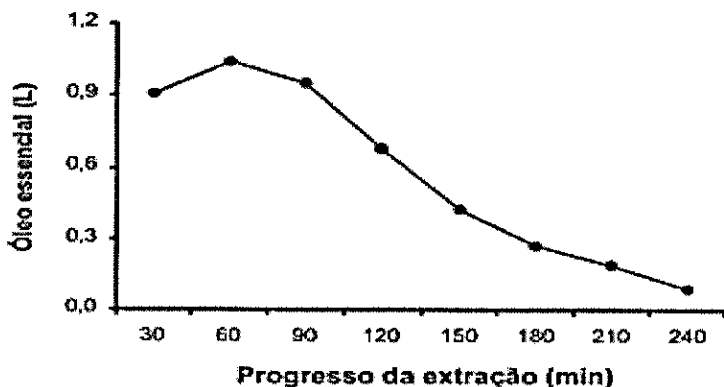


Fig. 2. Fração média de óleo essencial coletada no decorrer da destilação da biomassa aérea de pimenta longa.

De acordo com os resultados, observou-se que foi maior a eficiência da extração de óleo essencial de pimenta longa, quando houve a redução da carga de biomassa no tanque de destilação. Na comparação entre os volumes de óleos extraídos de cargas de 400 e 200 kg, verificou-se que nos primeiros 30 minutos do processo de extração, a menor quantidade de biomassa extraiu 44% a mais de óleo. O tempo de extração, independente do tamanho da carga, é um importante aspecto na avaliação da eficiência das usinas. Pimentel & Miranda (2001), quando trabalhando com cargas máximas de 400 a 450 kg de biomassa, extraíram cerca de 75% do óleo total, no tempo de 60 minutos.

Verificou-se que o máximo de óleo extraído foi alcançado aos 210 minutos pela carga de 200 kg e aos 240 minutos pela de 400 kg. A eficiência da extração, no entanto, pode ser influenciada por outros fatores, entre os quais a qualidade da biomassa ou pelo seu conteúdo de umidade que, para essas cargas, foi de 32% e 40%, respectivamente.

Quando se considerou as médias das frações extraídas, pôde-se perceber que a maior eficiência da destilação se concentrou até os 90 minutos, próximo de 1 litro de óleo extraído a cada intervalo de 30 minutos, seguidos de reduções gradativas até o final do processo. Pimentel & Miranda (2001) verificaram que 92% do total de óleo essencial foram extraídos até 120 minutos do progresso da extração.

Nas Fig. 3, 4 e 5 representam-se os volumes de óleo essencial obtidos de extrações de cargas de biomassa; os totais médios acumulados no decorrer do progresso da extração e os volumes médios de óleo extraídos de cargas de biomassa com diferentes teores de umidade, respectivamente.

De acordo com os resultados obtidos, observou-se que a maior eficiência de extração ocorreu até 180 minutos do início do processo, independente da quantidade de biomassa submetida à extração. A exceção foi a carga representada por 250 kg de biomassa, que ainda obteve o incremento de 12,2% até 240 minutos, maior que os aumentos registrados para a de 350 kg (10,0%), 300 kg (6,2%), 400 kg (4,9%) e 200 kg (1,0%). Esse resultado está de acordo com as conclusões de Pimentel & Miranda (2001).

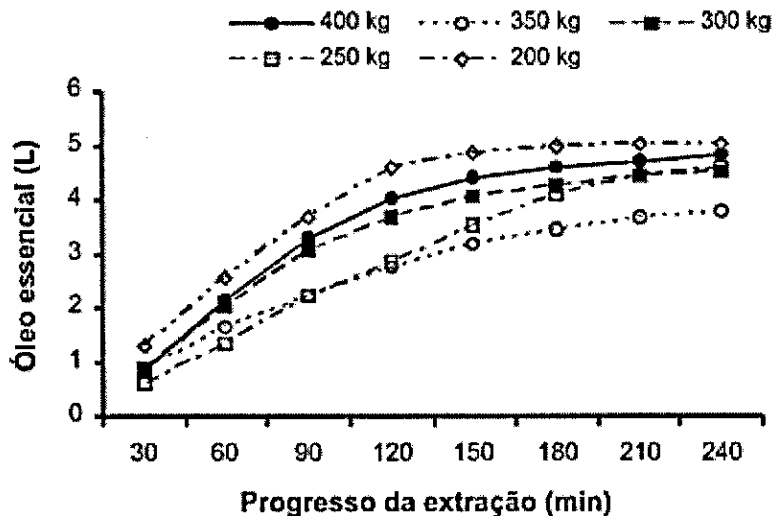


Fig. 3. Fração de óleo essencial acumulada no decorrer da destilação de cargas da biomassa aérea de pimenta longa.

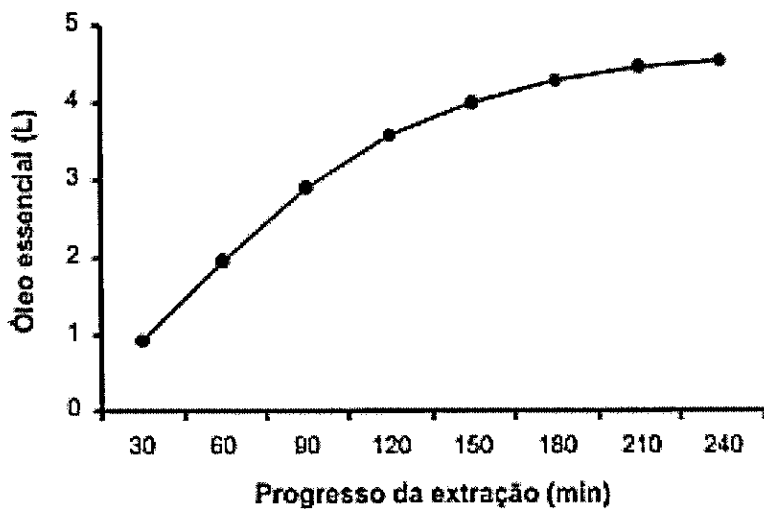


Fig. 4. Fração média de óleo essencial coletada no decorrer da destilação da biomassa aérea de pimenta longa.

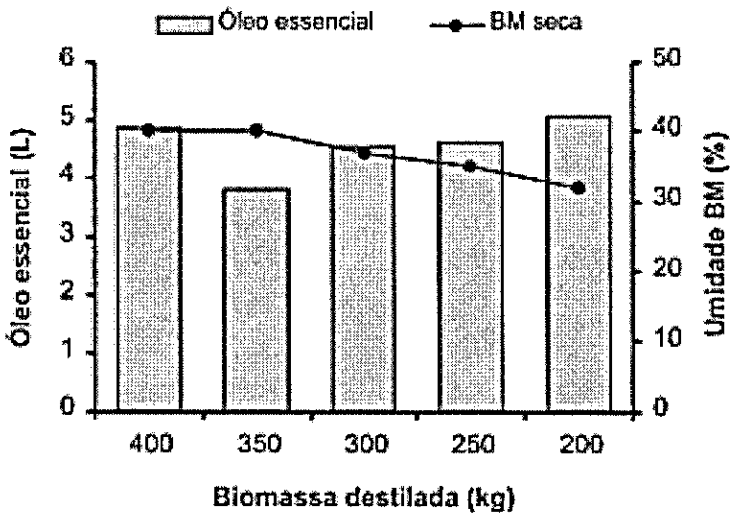


Fig. 5. Fração média de óleo essencial coletada na destilação de cargas da biomassa aérea (BM) de pimenta longa com diferentes teores de umidade.

Quando foi considerado o total médio acumulado, aos 180 e 240 minutos do progresso da extração, o incremento final no total de óleo essencial extraído foi de 6,5%, taxa que pode não compensar, em termos econômicos, a prorrogação do tempo de extração. No entanto, esse percentual foi 74% maior que a taxa obtida por Pimentel & Miranda (2001), ao final da destilação de biomassa de pimenta longa.

A maior quantidade de óleo essencial extraída pela carga de 200 kg é indicativo que a prática de redução da carga no tanque de extração foi eficiente em termos quantitativos, mas esse efeito também pode ter sido decorrente da melhor qualidade da biomassa utilizada que, mesmo com teor de umidade elevado, provavelmente não teve focos de fermentação no material, quando da secagem.

Com base nos volumes de óleos, registrados ao final das extrações, seria possível obter-se quantidades de 25,2 L (200 kg), 18,4 L (250 kg), 15,1 L (300 kg), 12,1 L (400 kg) e 10,9 L (350 kg) de óleo essencial por tonelada de biomassa seca, para as mesmas condições em que se realizaram essas extrações.

As produções foram menores que a média de 35,1 L de óleo essencial, por tonelada de biomassa seca, obtida por Miranda (2001).

Nas Fig. 6, 7 e 8, estão representados os rendimentos de óleo essencial extraído de cargas da biomassa de pimenta longa; as médias acumuladas a cada 30 minutos do progresso da extração e os obtidos de extrações de cargas de biomassa com diferentes teores de umidade, respectivamente.

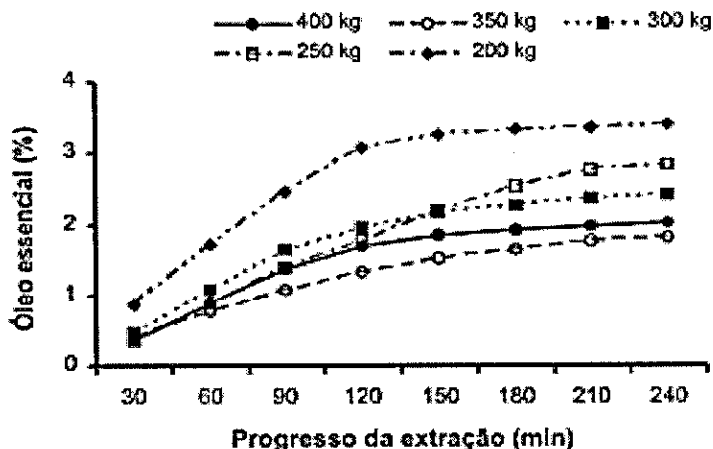


Fig. 6. Rendimento de extração de óleo essencial no decorrer da destilação de cargas da biomassa aérea de pimenta longa.

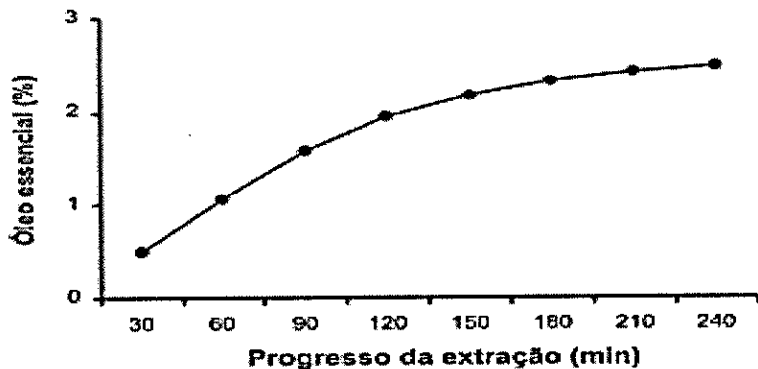


Fig. 7. Rendimento médio da extração de óleo essencial no decorrer da destilação da biomassa aérea de pimenta longa.

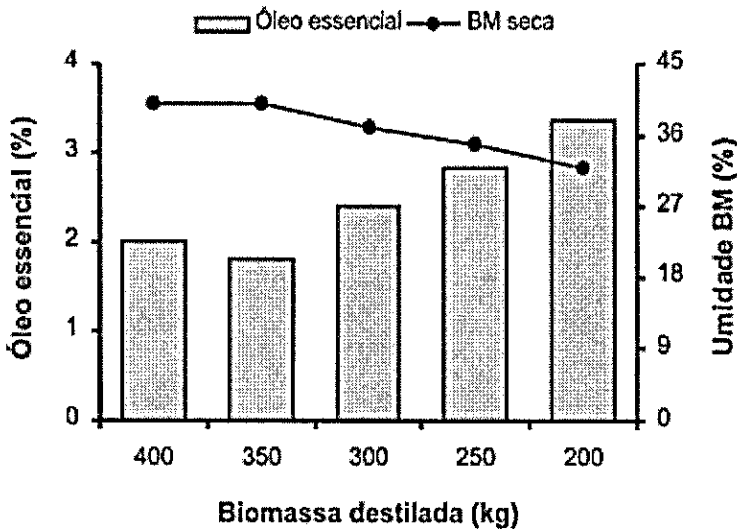


Fig. 8. Rendimento médio de extração de óleo essencial no decorrer da destilação da biomassa aérea (BM) de pimenta longa com diferentes teores de umidade.

Com base nos resultados de rendimento de óleo essencial, obtidos na extração de diferentes cargas de biomassa, é possível inferir que o processo de extração possa ter o tempo reduzido, principalmente quando forem processadas cargas inferiores à capacidade do tanque de extração, como ocorreu com a de 200 kg de biomassa, que superou, em todos os intervalos da destilação, as outras cargas testadas.

Quando foram consideradas as médias de rendimento de óleo essencial, a cada intervalo de avaliação no decorrer do progresso da extração, pôde ser considerado desnecessário prosseguir a extração para além de 180 minutos, pois o acréscimo de 0,2% não deve justificar, em termos econômicos, estender o processo por mais 60 minutos. Além do mais, o rendimento médio (2,3%), aos 180 minutos da extração, foi inferior aos 2,7% e 3,8% obtidos por Léo et al. (2001) e Bergo & Silva (2001).

Considerando-se os resultados médios de rendimento de óleo essencial, observou-se que as maiores taxas foram alcançadas pelas menores cargas de biomassa submetidas à extração (200 e 250 kg) e, ambas, superaram a média local estimada em 2,5%. Os menores rendimentos foram obtidos pelas cargas

representadas por 350 kg (1,8%) e 400 kg (2,0%). Os baixos rendimentos registrados para as cargas de 350 e 400 kg podem ter sido decorrentes de condições inadequadas de manejo da biomassa durante a secagem. Rocha Neto et al. (2001) reportam-se sobre rendimentos superiores a 2% em extrações em usina de destilação.

Os teores de safrol contidos nas frações de óleo essencial extraído de cargas da biomassa de pimenta longa; os teores de amostras obtidas no decorrer do progresso da destilação e as médias correspondentes às cargas de biomassa com diferentes teores de umidade estão representados nas Fig. 9, 10 e 11, respectivamente.

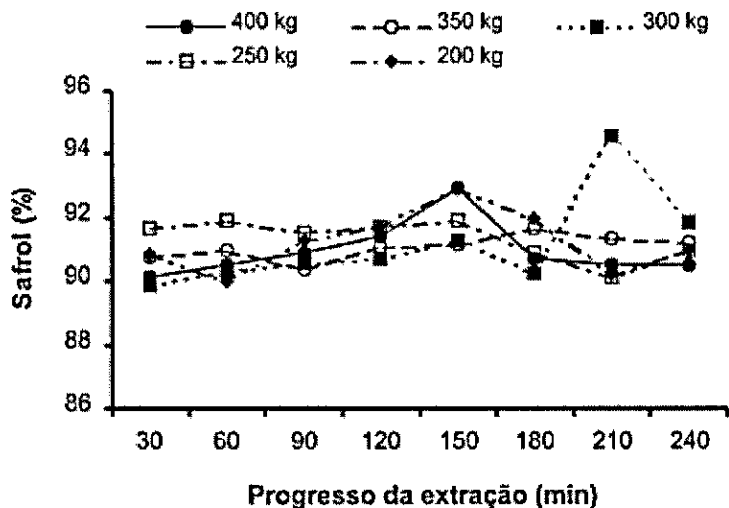


Fig. 9. Teor de safrol contido em óleo essencial coletado no decorrer da destilação de cargas da biomassa aérea de pimenta longa.

Nas frações obtidas de óleo essencial, durante o transcurso da extração, observou-se que os teores de safrol tenderam a aumentar até o intervalo de 150 minutos, para decrescerem, gradativamente, até o final da destilação, exceção ao do óleo provindo da carga de biomassa de 300 kg, com o maior pico registrado aos 210 minutos que, no entanto, não deve ser creditado à quantidade da carga. De modo geral, esses teores foram superiores a 90%. Esses resultados diferem dos obtidos por Pimentel & Miranda (2001) que só superaram os 90% de teor de safrol aos 180 minutos da extração.

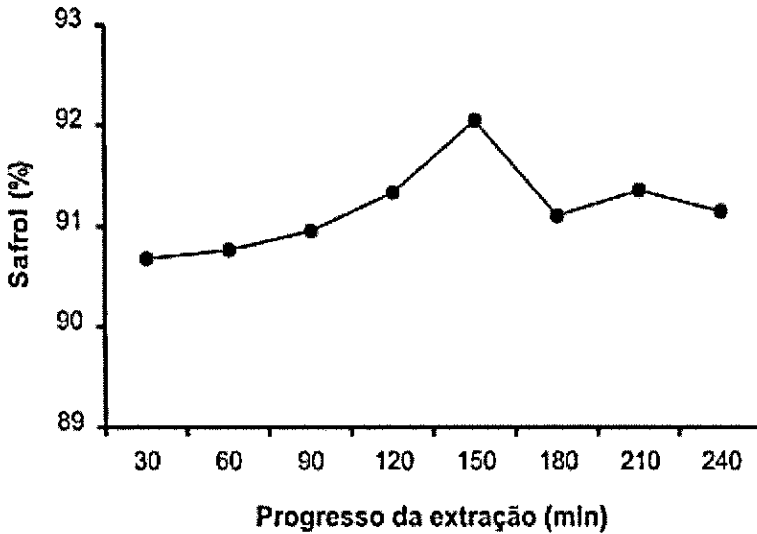


Fig. 10. Teor médio de safrol contido em óleo essencial coletado no decorrer da destilação da biomassa aérea de pimenta longa.

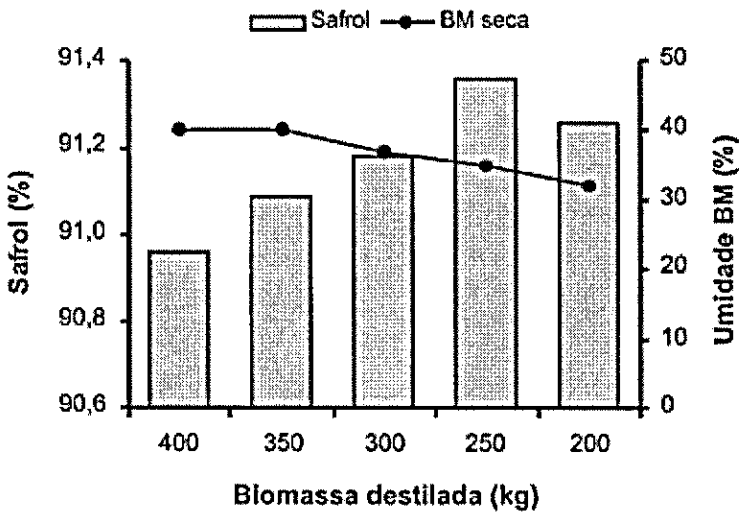


Fig. 11. Teor médio de safrol contido no óleo essencial coletado na destilação da biomassa aérea (BM) de pimenta longa com diferentes teores de umidade.

Quando foram consideradas as médias de teor de safrol nos diferentes intervalos de 30 minutos, confirmou-se a tendência observada nas diferentes cargas submetidas à extração, que superaram os 90%, mas os aumentos só ocorreram até 150 minutos do progresso da destilação.

Quanto aos teores de safrol correspondentes ao óleo essencial obtido de diferentes cargas de biomassa, observou-se que as médias também foram superiores a 90%, mas com variações inferiores a 0,5%. A média de safrol foi de 91,2% inferior aos 95,2% obtidos por Maia et al. (2001).

Nas Fig. 12, 13 e 14, representam-se os resultados de densidade de óleo essencial extraído de cargas da biomassa de pimenta longa; a média do óleo recolhido no decorrer do progresso da extração e as correspondentes a cargas de biomassa com diferentes teores de umidade, respectivamente.

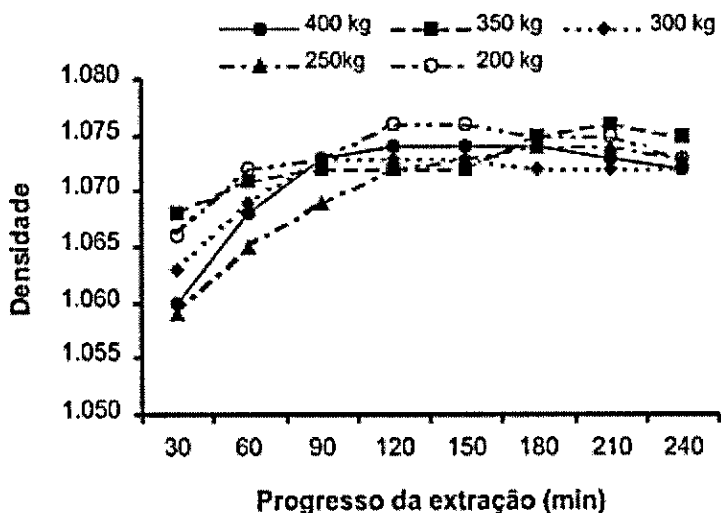


Fig. 12. Densidade do óleo essencial coletado no decorrer da destilação de cargas da biomassa aérea de pimenta longa.

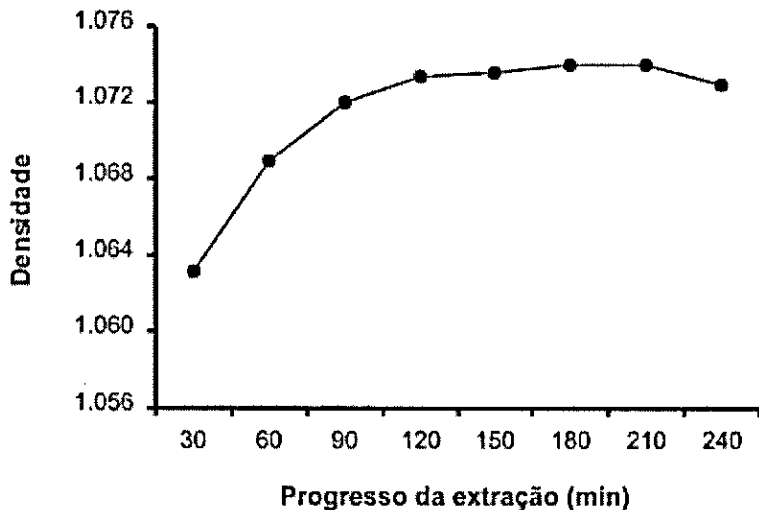


Fig. 13. Densidade média do óleo essencial coletado no decorrer da destilação da biomassa aérea de pimenta longa.

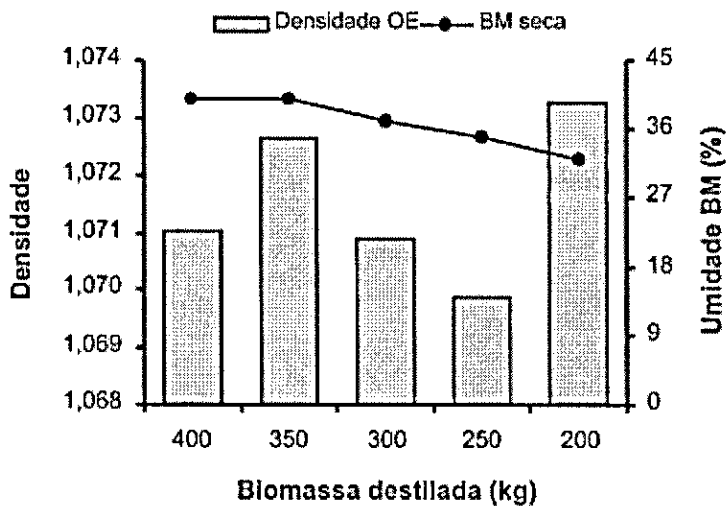


Fig. 14. Densidade média do óleo essencial coletado da destilação de cargas da biomassa aérea (BM) de pimenta longa com diferentes teores de umidade.

Ao serem avaliadas as amostras de óleo essencial, observou-se que a densidade variou de 1,059 (250 kg/30 minutos) a 1,076 (300 kg/210 minutos). Pôde-se perceber, também, que a densidade aumentou a partir dos 30 minutos iniciais do progresso da extração, mas as variações diminuíram nas amostras após os primeiros 120 minutos. O aumento da densidade não depende do tamanho da carga de biomassa, mas ao fato de que, quando da extração de óleos essenciais, primeiramente são destilados os compostos mais leves, seguindo-se dos de maior densidade.

Por outro lado, quando foi considerado o total de óleo essencial acumulado, a cada intervalo de 30 minutos, a variação foi de 1,063 (30 minutos) a 1,074 (150, 180 e 210 minutos) e, entre a biomassa com diferentes umidades, a densidade variou de 1,070 (250 kg) a 1,073 (200 kg). Os resultados obtidos possibilitam inferir que a densidade média do óleo essencial da biomassa de pimenta longa gira em torno de 1.072, diferente da densidade de 1 kg.L^{-1} obtida por Miranda (2001).

Nas Fig. 15, 16 e 17 estão representados os índices de refração de frações de óleo essencial coletadas na destilação de diferentes cargas da biomassa de pimenta longa; os valores médios para as frações acumuladas no decorrer do progresso da extração e os índices de refração correspondentes ao óleo extraído de cargas de biomassa com diferentes teores de umidade, respectivamente.

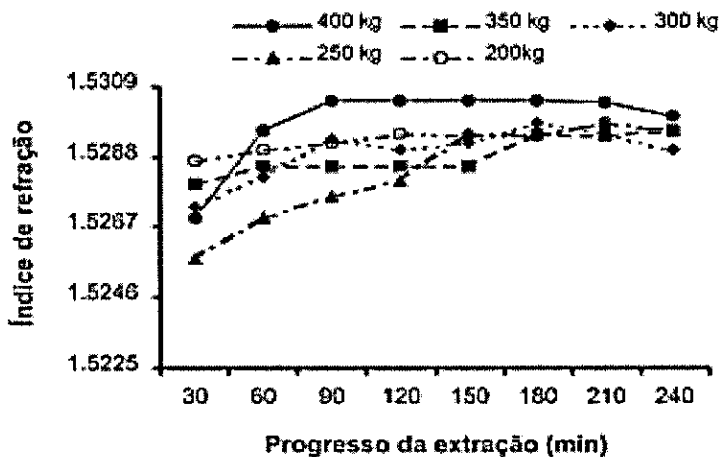


Fig. 15. Índice de refração do óleo essencial coletado no decorrer da destilação de cargas da biomassa aérea de pimenta longa.

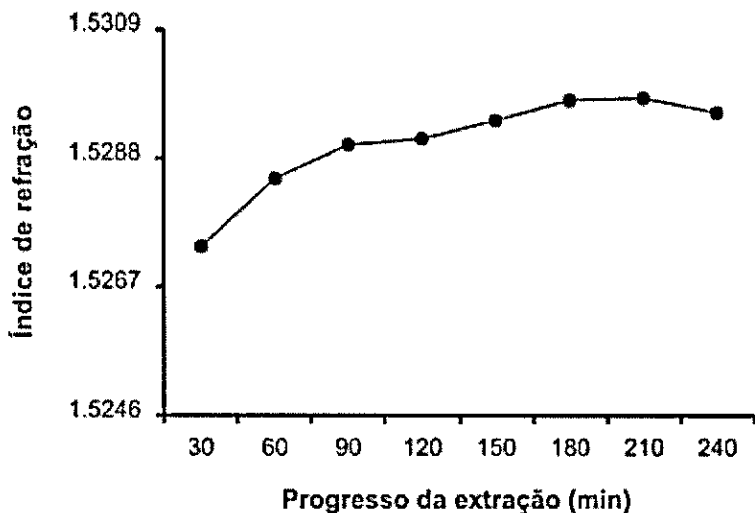


Fig. 16. Índice de refração do óleo essencial obtido no decorrer da destilação da biomassa aérea de pimenta longa.

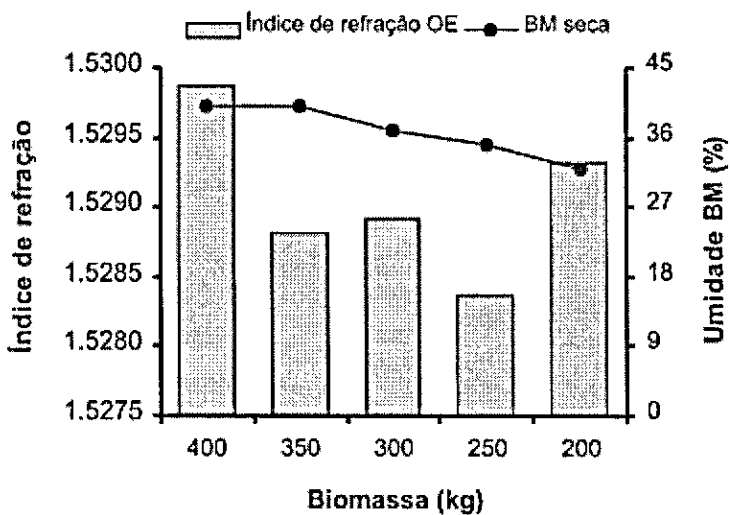


Fig. 17. Índice de refração do óleo essencial coletado na destilação de cargas da biomassa aérea (BM) de pimenta longa com diferentes teores de umidade.

Quando foram avaliadas as amostras de óleo essencial obtido de extrações de diferentes cargas da biomassa de pimenta longa, observou-se que o índice de refração oscilou a partir dos extremos de 1,5258 (250 kg/30 minutos) a 1,5305 (400 kg/90, 120, 150 e 180 minutos). Entretanto, quando foram considerados os totais acumulados a cada intervalo de 30 minutos, a variação do índice de refração foi de 1,5274 (30 minutos) a 1,5298 (210 minutos) e, entre as cargas de biomassa com diferentes teores de umidade, variou de 1,5284 (250 kg) a 1,5299 (400 kg). Os resultados obtidos permitiram concluir que o índice de refração de óleo essencial da biomassa de pimenta longa deve girar em torno da média de 1,5291.

Segundo Ciclo de Destilação

Nesta fase do estudo, as frações de óleo essencial obtidas no decorrer do progresso da extração de diferentes cargas da biomassa de pimenta longa e as frações médias de óleo acumulado a cada 30 minutos da extração estão representadas nas Fig. 18 e 19, respectivamente.

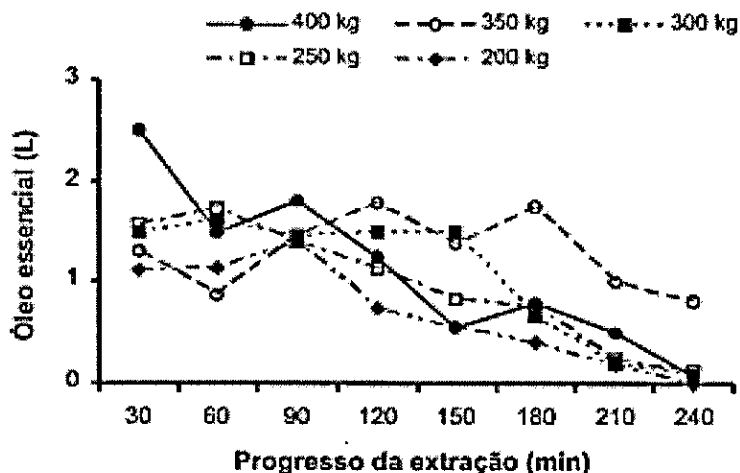


Fig. 18. Fração de óleo essencial coletada no decorrer da destilação de cargas da biomassa aérea de pimenta longa.

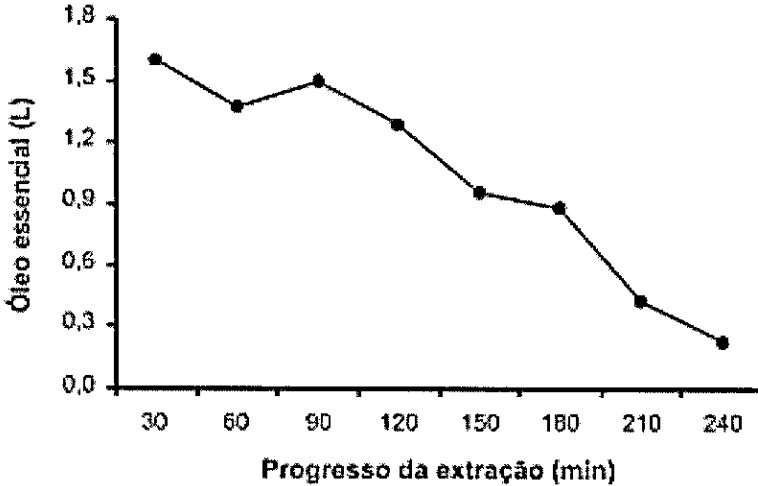


Fig. 19. Fração média de óleo essencial coletado no decorrer da destilação da biomassa aérea de pimenta longa.

Em termos absolutos, a maior eficiência do processo de extração, ao compararem-se os volumes de óleos extraídos nos primeiros 30 minutos, foi registrada para a carga de 400 kg, mas, em termos proporcionais, a quantidade extraída foi equivalente à de 200 kg. Esses resultados, a princípio, traduzem a idéia que a eficiência de destilação esteve associada ao teor de umidade da biomassa, que se situou em torno de 25%. No entanto, a partir de 120 minutos, predominaram as frações de óleos extraídas de 350 kg de biomassa com 18% de umidade.

Quando foi analisado o conjunto desses resultados com os do 1º ciclo de destilação, pôde-se deduzir que a umidade da biomassa foi fator fundamental para a melhor performance das extrações do 2º ciclo, pois houve, até 180 minutos do processo, superioridade em volume de óleo extraído, para todas as cargas utilizadas, exceção para a de 200 kg. O manejo da biomassa durante a secagem pode ter influenciado, também, esses resultados, pois a carga de 200 kg, com umidade de 25%, teve a menor fração de óleo que a carga correspondente do 1º ciclo, com 32% de umidade.

Na comparação dos volumes médios de óleo essencial, obtidos a cada intervalo de 30 minutos do progresso da extração, foi possível observar, pelas quantidades médias de óleo extraído, que os maiores volumes extraídos se concentraram, apesar das perdas graduais, até 180 minutos da destilação, mas a decisão de prorrogar até o máximo de 240 minutos, deve considerar que a redução pode chegar, entre esses pontos, a algo em torno de 75%.

Ao serem comparadas as médias observadas no 1º ciclo com as do 2º, tem-se a dimensão da qualidade das biomassas destiladas nesse ciclo, pois as quantidades de óleo essencial, extraído no decorrer do progresso da extração, acusaram superioridades que variaram de 31% (60 minutos) a 223,6% (180 minutos).

Nas Fig. 20, 21 e 22, representam-se os volumes de óleo essencial obtidos de extrações de cargas da biomassa de pimenta longa; os totais médios acumulados no decorrer do progresso da extração e as médias de óleo essencial correspondentes às cargas de biomassas com diferentes teores de umidade, respectivamente.

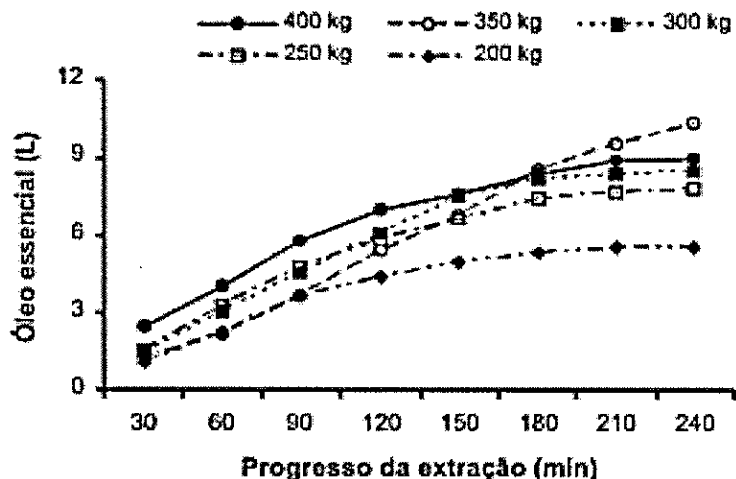


Fig. 20. Volume de óleo essencial acumulado no decorrer da destilação de cargas da biomassa aérea de pimenta longa.

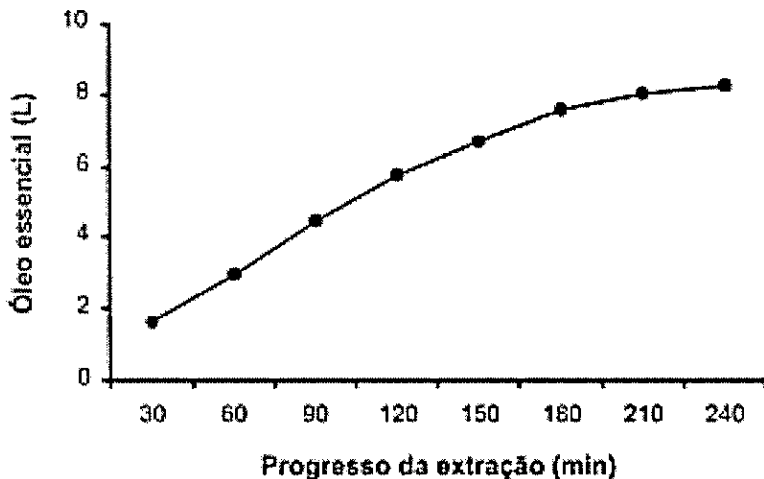


Fig. 21. Volume médio de óleo essencial acumulado no decorrer da destilação da biomassa aérea de pimenta longa

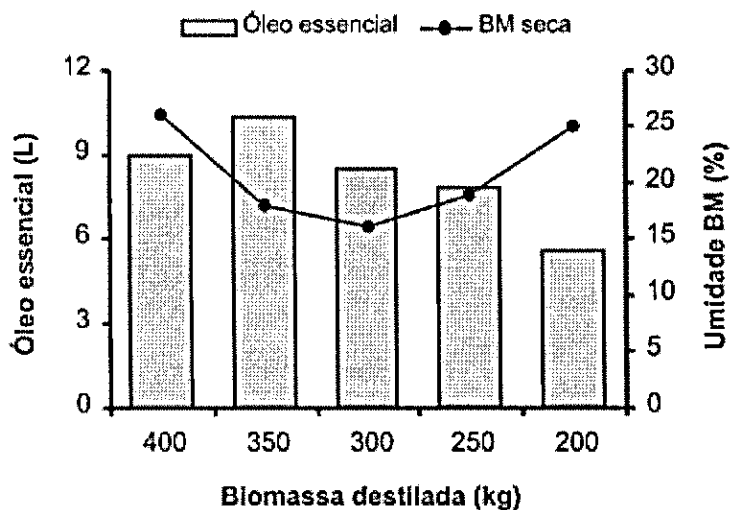


Fig. 22. Volume médio de óleo essencial coletado no decorrer da destilação de cargas da biomassa aérea de pimenta longa com diferentes teores de umidade.

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que o máximo de eficiência de extração de óleo foi alcançado a 240 minutos da destilação, exceto para a de 200 kg (210 minutos), mas incremento expressivo só ocorreu quando do processamento da carga de 350 kg de biomassa (21,3%), em relação ao período anterior de 210 minutos.

Ao se comparar os totais médios acumulados aos 180 e 240 minutos do progresso da extração, verificou-se que o aumento no total nas frações de óleo essencial foi apenas de 8% ou 0,654 L que, certamente, não cobre os custos operacionais da usina, por mais 60 minutos.

O maior volume de óleo essencial obtido ao final do progresso da extração foi registrado para a carga de 350 kg (10,4 L), mas esse fato não reflete o potencial de destilação para quantidades equivalentes de biomassa. Quando se estimou a produção de óleo, estabelecendo-se a paridade de cargas de biomassa (1 t), a maior eficiência seria da carga de 250 kg (31,2 L.t⁻¹ BM¹), seguindo-se as representadas pelas extrações de 350 kg (29,7 L.t⁻¹ BM), 300 kg (28,3 L.t⁻¹ BM), 200 kg (27,8 L.t⁻¹ BM) e 400 kg (22,4 L.t⁻¹ BM). Essas estimativas foram 70,2%, 173,2%, 87,3%, 10,4% e 83,2% maiores que as cargas correspondentes no 1º ciclo de destilação, respectivamente.

Os rendimentos de óleo essencial obtido na extração de cargas da biomassa de pimenta longa; as médias observadas nos intervalos da extração e os rendimentos médios correspondentes a cargas de biomassa com diferentes teores de umidade estão representados nas Fig. 23, 24 e 25, respectivamente.

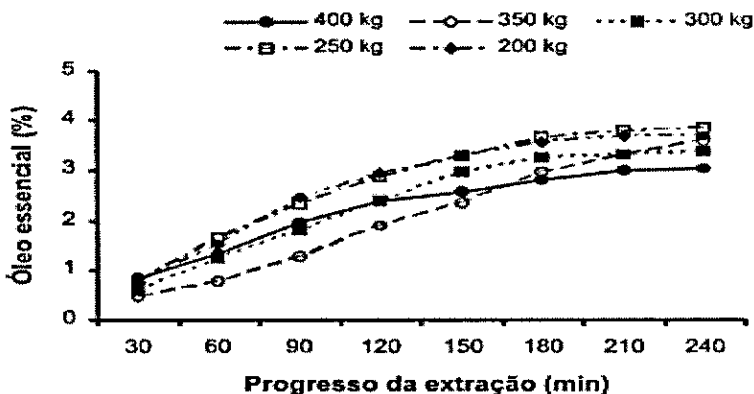


Fig. 23. Rendimento de extração de óleo essencial no decorrer da destilação de cargas da biomassa aérea de pimenta longa.

¹Biomassa seca de pimenta longa.

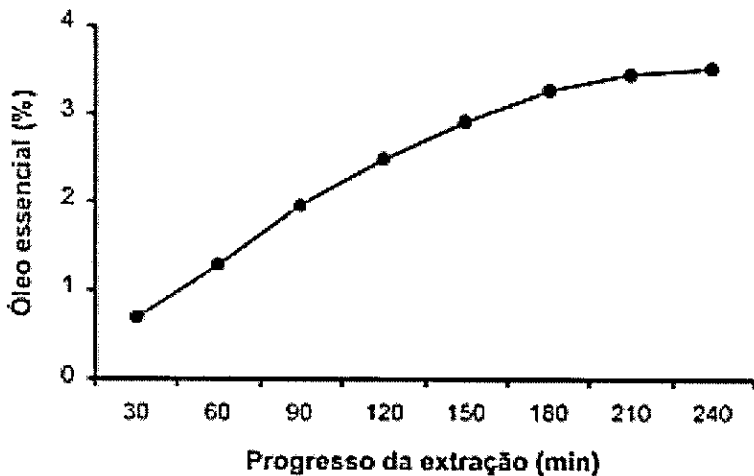


Fig. 24. Rendimento médio de extração de óleo essencial no decorrer da destilação da biomassa aérea de pimenta longa.

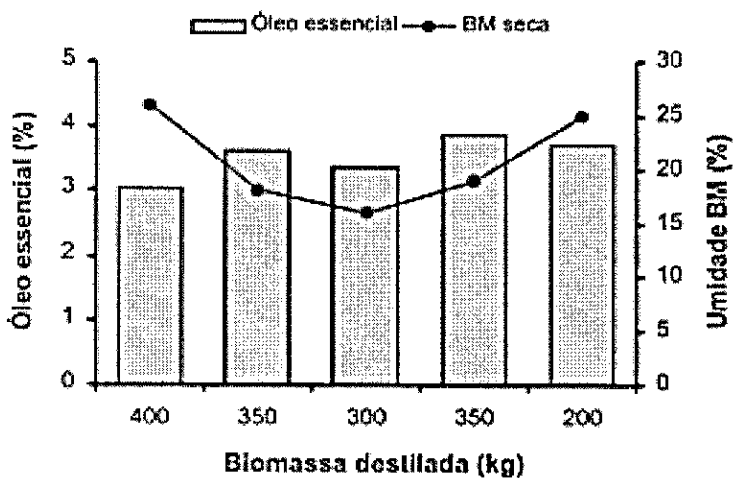


Fig. 25. Rendimento médio de extração de óleo essencial de cargas da biomassa aérea (BM) de pimenta longa com diferentes teores de umidade.

Nos primeiros 30 minutos, o rendimento de extração de óleo essencial foi inferior a 1% em todas as cargas processadas e a média regional (2,5%) só foi atingida aos 120 minutos do progresso da extração pelas cargas de 250 e 200 kg. A partir de 180 minutos, exceção à de 400 kg de biomassa, todos os rendimentos foram superiores a 3,0%, e, ao final do processo, as maiores taxas de óleo essencial, 3,9% e 3,7%, foram alcançadas pelas cargas de 250 e 200 kg, respectivamente. Esses resultados superaram os alcançados no 1º ciclo de destilação e foram maiores que os rendimentos médios obtidos por Silva et al. (2001).

O comportamento variável de rendimento de extração de óleo essencial, na destilação de diferentes cargas de biomassa, possibilita concluir que o tempo de processamento possa ser reduzido, principalmente, quando forem processadas cargas inferiores à capacidade do tanque de extração. Com a carga de 200 kg de biomassa seca, com o rendimento máximo de óleo foi alcançado aos 210 minutos do progresso da extração. Nas destilações das cargas avaliadas, os ganhos de rendimentos de óleo foram de, no máximo, 0,2% após 180 minutos de extração, exceção à extração de 350 kg de biomassa seca, que chegou a 0,6%, semelhante ao que ocorreu no 1º ciclo de destilação.

Quando foram consideradas as médias de rendimento de óleo essencial, a cada período de avaliação, no decorrer do progresso da extração, pôde-se inferir ser desnecessário prosseguir com a extração para além de 180 minutos, pois o acréscimo de 0,2% não deve justificar, em termos econômicos, a prorrogação do processo por mais 60 minutos.

Os menores rendimentos de extração de óleo foram obtidos pelas cargas de 400 kg (3,0%) e 300 kg (3,4%), enquanto no 1º ciclo de destilação, foram alcançados pelas cargas de 350 kg (1,8%) e 400 kg (2,0%). Os resultados médios de rendimento, a partir de diferentes cargas de biomassa, superaram de 20% (400 kg) a 56% (250 kg) a média regional, estimada em 2,5%.

Nas Fig. 26, 27 e 28, estão representados os teores de safrol contidos em óleo essencial extraído de cargas da biomassa de pimenta longa; os teores médios acumulados no decorrer do progresso da extração e os conteúdos médios correspondentes à destilação de cargas de biomassa com diferentes teores de umidade, respectivamente.

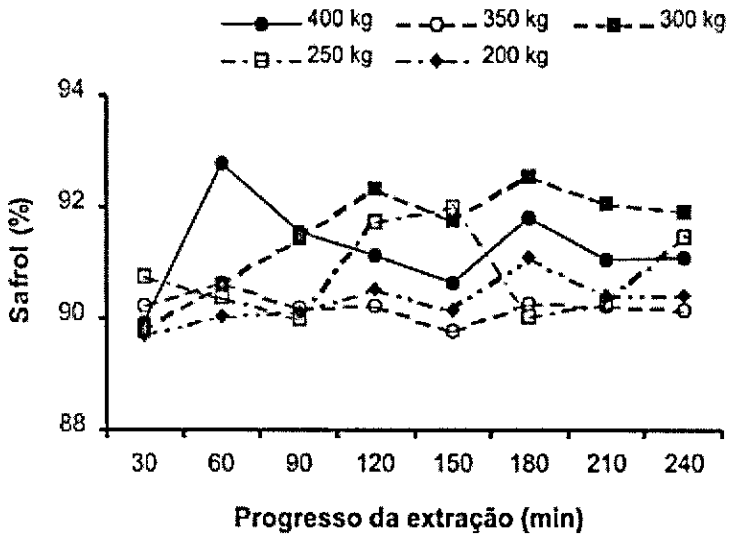


Fig. 26. Teor de safrol contido no óleo essencial coletado no decorrer da destilação de cargas da biomassa aérea de pimenta longa.

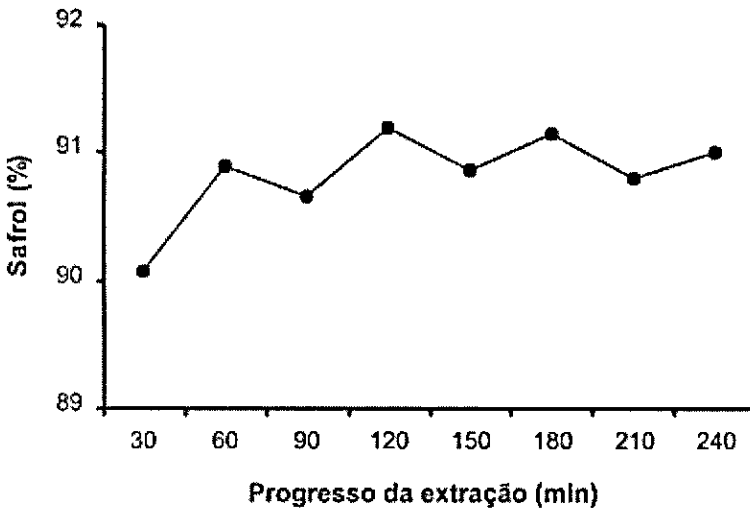


Fig. 27. Teor médio de safrol contido no óleo essencial coletado no decorrer da destilação da biomassa aérea de pimenta longa.

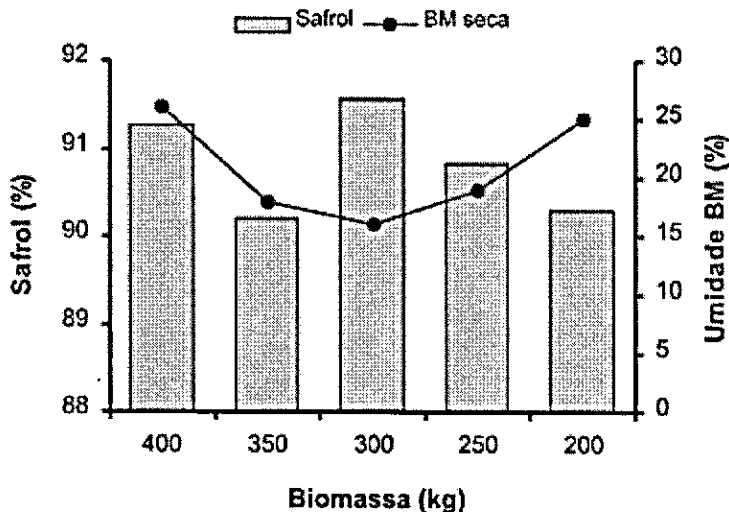


Fig. 28. Teor médio safrol contido no óleo essencial de cargas da biomassa aérea (BM) de pimenta longa com diferentes teores de umidade.

Nas frações de óleo obtidas no transcurso da extração, observaram-se que os teores de safrol tenderam a aumentar até os intervalos de 150 minutos (200 e 250 kg) e 180 minutos (400, 350 e 300 kg), para decrescerem gradativamente até o final do processo. De modo geral, esses teores foram superiores a 90%, mas porcentagens inferiores só foram observadas nas amostragens processadas aos 30 minutos do progresso da extração, nas cargas representadas por 400 kg (89,9%), 300 kg (89,8%) e 200 kg (89,7%). Pimentel & Miranda (2001) observaram que o teor de safrol aumentou com o tempo de extração, essa tendência também foi verificada no 1º ciclo de destilação.

Quando foram consideradas as médias de teor safrol em óleo essencial de amostras tomadas a cada intervalo de 30 minutos da extração, observaram-se valores superiores a 90%, mas a maior taxa média ocorreu aos 120 minutos do início da destilação. Comportamento semelhante foi observado quando se interpretaram os resultados de teores de safrol, correspondentes ao óleo essencial obtido de biomassas com diferentes teores de umidade, cujas médias foram superiores a 90%. Por outro lado, verificou-se que a maior média de safrol foi obtida pelo óleo extraído da carga de 300 kg (91,5%), com o menor teor de umidade da biomassa (16%).

Nas Fig. 29, 30 e 31, representam-se as densidades de frações de óleo essencial obtido de cargas da biomassa de pimenta longa; as médias correspondentes ao acúmulo de óleo recolhido no decorrer do progresso da destilação, e as médias correspondentes aos óleos extraídos de cargas de biomassa com diferentes teores de unidade, respectivamente.

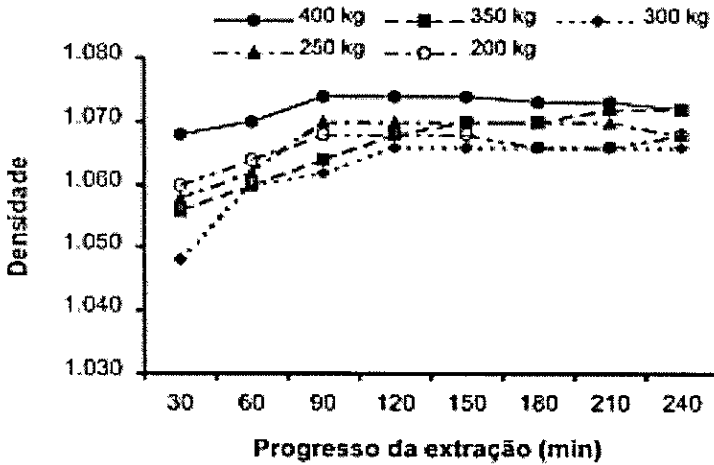


Fig. 29. Densidade do óleo essencial coletado no decorrer da destilação de cargas da biomassa aérea de pimenta longa.

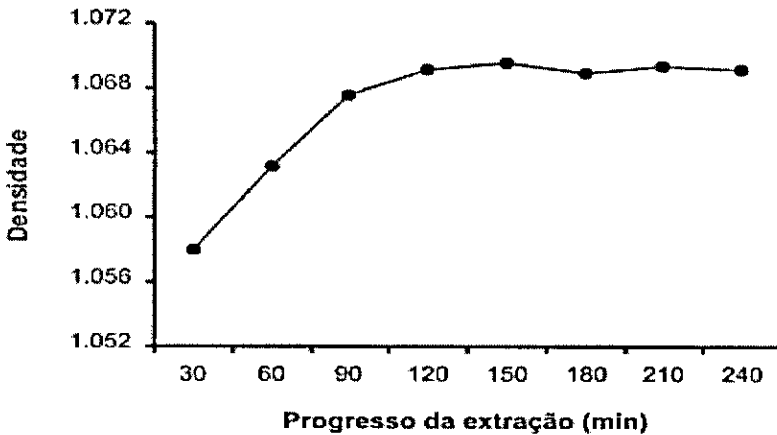


Fig. 30. Densidade média do óleo essencial coletado no decorrer da destilação da biomassa aérea de pimenta longa.

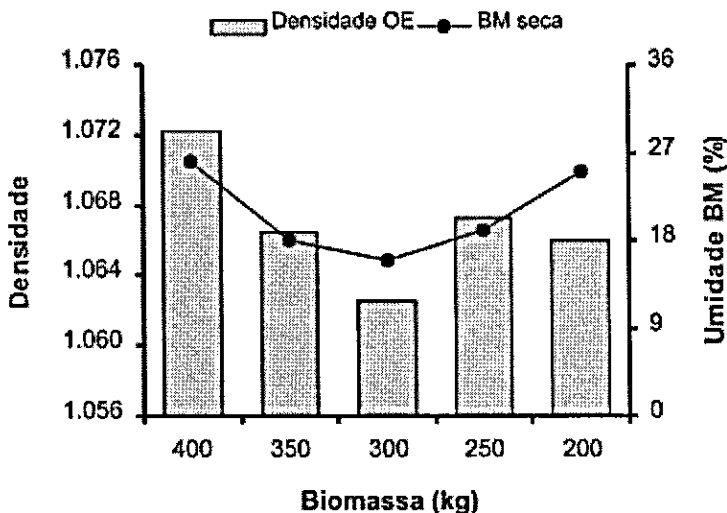


Fig. 31. Densidade média do óleo essencial de cargas da biomassa aérea (BM) de pimenta longa com diferentes teores de umidade.

De acordo com os resultados obtidos em amostras de óleo essencial, extraído de diferentes cargas da biomassa de pimenta longa, observou-se que a densidade variou 1,048 (300 kg/30 minutos) a 1,077 (400 kg/90, 120 e 150 minutos). Assim como na avaliação do 1º ciclo de destilação, verificou-se que a densidade do óleo aumentou no decorrer do progresso da extração, pois inicialmente são destilados os componentes mais leves, que tende a estabilizar-se entre 120 e 150 minutos.

Quando foi levado em consideração o total de óleo essencial acumulado, a cada intervalo de 30 minutos, a variação foi de 1,048 (30 minutos) a 1,070 (150 minutos). Entre as cargas de biomassas com diferentes teores de umidade, a densidade variou de 1,063 (300 kg) a 1,072 (400 kg). Esses resultados permitem informar que a densidade média do óleo essencial de pimenta longa se situou entre os extremos de 1,063 (300 kg) a 1,072 (400 kg), com média de 1,067, no 1º ciclo de destilação a média foi de 1,072. Observou-se, também, que a densidade tendeu a diminuir com a redução do teor de umidade da biomassa, da qual foi extraído o óleo essencial.

Os índices de refração de óleo essencial extraído de cargas da biomassa de pimenta longa; as médias correspondentes ao óleo acumulado no decorrer do progresso da extração e os índices de refração médios de óleo provenientes de cargas de biomassa com diferentes teores de umidade estão representados nas Fig. 32, 33 e 34, respectivamente.

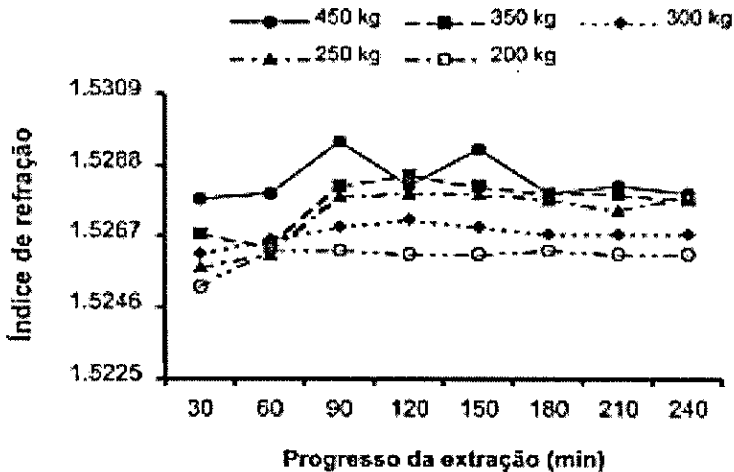


Fig. 32. Índice de refração do óleo essencial coletado no decorrer da destilação de cargas da biomassa aérea de pimenta longa.

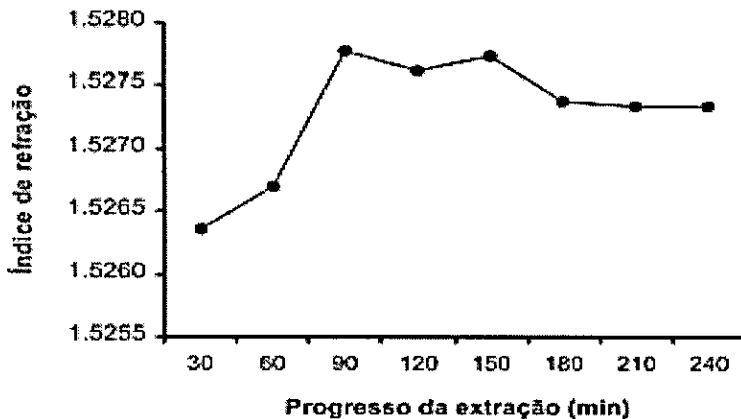


Fig. 33. Índice de refração do óleo essencial coletado no decorrer da destilação da biomassa aérea de pimenta longa.

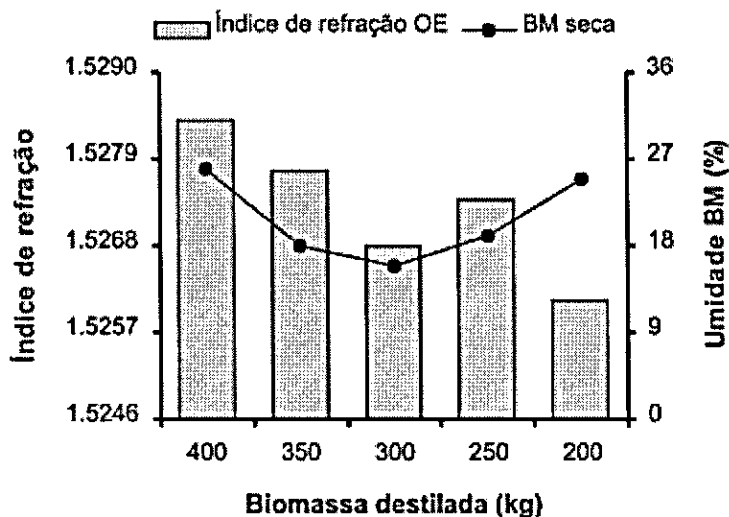


Fig. 34. Índice de refração do óleo essencial de cargas da biomassa aérea (BM) de pimenta longa com diferentes teores de umidade.

Nas frações de óleo, obtidas durante a extração, observou-se que houve a tendência do índice de refração aumentar até aos 150 minutos do progresso da destilação, para em seguida estabilizar-se até o final do processo, independente do tamanho da carga. O índice de refração das amostras de óleos variou de 1,5252 (30 minutos/200 kg) a 1,5295 (90 minutos/400 kg), com amplitude 0,0043. Na 1ª fase, a amplitude foi de 0,0047, para os extremos 1,5258 e 1,5305.

Os valores médios de índice de refração, entre os diferentes intervalos do progresso da extração, variaram de 1,5264 (30 minutos) a 1,5278 (90 minutos) e, a partir desse ponto, houve ligeiros decréscimos, diferentemente do que ocorreu no 1º ciclo de destilação, quando o índice de refração aumentou até os 210 minutos da extração.

Quando foi considerado o índice de refração médio, para as amostras totais de óleo essencial correspondentes às diferentes quantidades de biomassa, com diferentes teores de umidade, existiu a propensão de redução desse índice, que

variou de 1,5284 (400 kg) a 1,5261 (200 kg), na medida que diminuiu a carga. No 1º ciclo, houve a mesma tendência, principalmente, quando se compararam os valores relativos às cargas extremas (1,5299/400 e 1,5293/200 kg). Considerando-se os valores médios obtidos nos 2 ciclos de destilação avaliados, o índice de refração deve oscilar a partir dos extremos de 1,5261 a 1,5299.

Considerações Finais

De acordo com os resultados apresentados, pode-se afirmar que a exaustão da extração econômica ocorre antes do tempo máximo de 240 minutos, mas o processo é influenciado pela qualidade da biomassa, que tem estreita relação com o conteúdo de umidade. Também, é possível inferir que maior eficiência na extração pode ser obtida em destilações de cargas inferiores à capacidade máxima do tanque de extração e, para as características da Usina de Destilação da Acorda Jabuti, podem ser processadas cargas em torno de 250 kg da biomassa aérea seca. O rendimento de óleo essencial, o teor de safrol, sua densidade e o índice de refração não têm relação direta com o tamanho da carga, mas a qualidade da biomassa, que pode ser avaliada com base no teor de umidade, pode influenciar os resultados finais.

Referências Bibliográficas

- ALENCAR, R.; LIMA, R. A.; CORRÊA, R. G. C.; GOTTLIEB, O. R.; MARX, M. C.; SILVA, M. L.; MAIA, J. G. S.; MAGALHÃES, M. T.; ASSUMPÇÃO, R. M. V. Óleos essenciais de plantas brasileiras. *Acta Amazonica*, v.1, n.3, p. 41-43, 1971.
- BARROS, L. S.; OLIVEIRA, M. N. de. Avaliação da variabilidade genética em populações naturais de pimenta longa (*Piper hispidinervium*) no Estado do Acre. Rio Branco: Embrapa -CNPAP Acre; 1997. 2p. (Embrapa-CNPAP Acre. Pesquisa em Andamento, 114).
- BERGO, C. L.; SILVA, M. R. da. Efeito da época e da frequência de corte da pimenta longa (*P. hispidinervium*) no rendimento de óleo essencial. In: WORKSHOP DE ENCERRAMENTO DO PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS PARA A PRODUÇÃO DE SAFROL A PARTIR DE PIMENTA LONGA (*PIPER HISPIDINERVUM*), 1., 2001, Rio Branco, AC. Anais ... Rio Branco: Embrapa Acre; Belém: Embrapa Amazônia Oriental : DFID, 2001. p.52-56. (Embrapa Acre. Documentos, 75).

LÉDO, F. J. da S.; MENDONÇA, H. A. de; SOUSA, J. A. de. Seleção de progênies de polinização aberta e estimativas e parâmetros genéticos em pimenta longa (*Piper hispidinervum* C.DC.). In: WORKSHOP DE ENCERRAMENTO DO PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS PARA A PRODUÇÃO DE SAFROL A PARTIR DE PIMENTA LONGA (*PIPER HISPIDINERVUM*), 1., 2001, Rio Branco, AC. **Anais ...** Rio Branco: Embrapa Acre; Belém: Embrapa Amazônia Oriental :DFID, 2001. p.22-27. (Embrapa Acre. Documentos, 75).

MAIA, J. G. S.; ZOGHBI, M. das G. B.; ANDRADE, E. H. de A. **Plantas aromáticas na Amazônia e seus óleos essenciais**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001. 173p. (Coleção Adolpho Ducke).

MESQUITA, C.C. de. **O clima do Estado do Acre**. Rio Branco: IMAC, 1996. 539p.

MIRANDA, E. M. de. Caracterização e avaliação produtiva de uma população nativa de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C.DC.) no Seringal Cachoeira, AC. In: WORKSHOP DE ENCERRAMENTO DO PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS PARA A PRODUÇÃO DE SAFROL A PARTIR DE PIMENTA LONGA (*PIPER HISPIDINERVUM*). (1. 2001: Rio Branco, AC). **Anais ...** Rio Branco: Embrapa Acre; Belém: Embrapa Amazônia Oriental : DFID, 2001. p.45-50. (Embrapa Acre. Documentos, 75).

PESCADOR, R.; ARAÚJO, P. S.; MAAS, C. H.; REBELO, R. A.; GIOTO, C. R.; WENDHAUSEN Jr., R.; LARGURA, G.; TAVARES, L. B. B. Biotecnologia da *Piper hispidinervium* – Pimenta longa. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v.3, n.15, p.18-23. 2000.

PIMENTEL, F. A.; MIRANDA, E. M. de. Efeito do tempo de destilação comercial de biomassa de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) na concentração de safrol. In: WORKSHOP DE ENCERRAMENTO DO PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS PARA A PRODUÇÃO DE SAFROL A PARTIR DE PIMENTA LONGA (*PIPER HISPIDINERVUM*), 1., 2001, Rio Branco, AC. **Anais ...** Rio Branco: Embrapa Acre; Belém: Embrapa Amazônia Oriental : DFID, 2001. p.180-183. (Embrapa Acre. Documentos, 75).

ROCHA NETO, O. G. da; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; BAKER, D.; SANTOS, A. da S. **Beneficiamento de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C.DC.)**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 19p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 98).

SANTOS, A.S.; ALVES, S.de M.; FIGUEIREDO, F.J.C.; ROCHA NETO, O.G. da **Descrição de sistemas e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. 6p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico,99). No prelo.

SANTIAGO, E. J. A., PINTO, J. E. B. P.; CASTRO, E. M. de; LAMEIRA, O., A.; CONCEIÇÃO, H. E. O. da; GAVILANES, M. L. Aspectos da anatomia foliar da pimenta longa (*Piper hispidinervium* C. DC.) sob diferentes condições de luminosidade. *Ciências e Agrotecnologia*, Lavras, v.25, n.5, p.1035-1042, 2001.

SILVA, E. S. de A., ROCHA NETO, O. G. da; FIGUEIRÊDO, F. J. C. Crescimento e produção de óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C.DC.) sob diferentes condições de manejo, no Município de Igarapé-Açu, PA. In: **WORKSHOP DE ENCERRAMENTO DO PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS PARA A PRODUÇÃO DE SAFROL A PARTIR DE PIMENTA LONGA (*PIPER HISPIDINERVUM*)**, 1., 2001, Rio Branco, AC. *Anais* Rio Branco: Embrapa Acre; Belém: Embrapa Amazônia Oriental : DFID, 2001. p.90-95. (Embrapa Acre. Documentos, 75).

Embrapa

Amazônia Oriental

E 4964

Patrocínio:



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

