

Considerações sobre a cultura e processamento do açafrão.

Albano S. Pereira;¹ Paulo C. Stringheta².

¹Embrapa Hortaliças, C. Postal 218, 70.359-970 Brasília - DF; ²UFV - DTA, 36.570-000 Viçosa - MG.

RESUMO

O açafrão (*Curcuma longa* L.) é amplamente utilizado como corante natural e condimento, sendo também utilizado como agente terapêutico nos programas de saúde da Índia. É uma cultura nativa do sul da Ásia, sendo muito cultivado na Índia, China, Ilhas Caribenhas e América do Sul. Nesta revisão se apresentam os principais usos do açafrão como corante natural para alimentos, dados da planta, composição química e pigmentos presentes no rizoma, toxicologia, processamento, estabilidade, métodos de análise, extração dos pigmentos e usos comerciais.

Palavras-chave: *Curcuma longa* L., *curcumina*, pigmentos, corantes naturais.

ABSTRACT

Considerations on turmeric culture and processing.

Turmeric (*Curcuma longa* L.) is widely used as a natural food colorant and spice, and as a therapeutic in Indian medicine systems. The plant is native in southern Asia, China, the Caribbean Islands, and South America. A review of turmeric used as a natural colorant for food is presented. Data related to plants, chemical composition and pigments of rhizome, toxicology, processing, pigments extraction, stability, analytical methods for the evaluation of turmeric, and commercial use are included.

Keywords: *Curcuma longa* L., *curcuma*, pigments, natural colorants.

(Aceito para publicação em 08 de junho de 1998)

ASPECTOS CULTURAIS

A cúrcuma é o rizoma limpo, em boas condições, seco e moído da *Curcuma longa* L., uma planta herbácea da família Zingiberaceae, originária do sul da Índia e muito cultivada na China, Kuwait, Índia, Indonésia e Sri Lanka. Sua raiz é grossa e redonda com raízes laterais chamadas 'dedos'. Apresenta a vantagem de não exigir tratamentos culturais especiais, desenvolvendo-se bem em diversas condições tropicais, em altitudes que variam do nível do mar a 1.500 metros e a temperaturas de 20 a 30°C. Seu ciclo vegetativo varia de sete a nove meses e sua propagação se dá pela divisão das raízes. A planta pode atingir até 1 m de altura e a colheita é feita quando as folhas tornam-se amarelas. Os rizomas são retirados da terra, lavados e secos para serem processados (Govindarajan, 1980).

A Índia é o principal produtor mundial, com uma produtividade média de 22 toneladas de rizomas por hectare. Possui diversas cultivares, dentre elas a cultivar Alleppey com uma média de 7% de curcumina. No Brasil, a cúrcuma é

mais cultivada em Goiás, Mato Grosso e São Paulo, com produtividade média de 8 a 12 toneladas de rizomas por hectare, com teores médios de curcumina de 3,5% (Oliveira *et al.*, 1992).

UTILIZAÇÃO

Dependendo da cultivar, a cúrcuma pode apresentar cor que varia do amarelo-brilhante ao laranja-escuro. As cultivares de cor amarelo-brilhante são apreciadas nos Estados Unidos em formulações de picles e pastas de mostarda. Já as cultivares de cor laranja-escuro são preferidas pelos indianos e asiáticos em pratos típicos (Viasan *et al.*, 1989).

Atualmente são três os produtos de cúrcuma disponíveis comercialmente: o pó de cúrcuma, a oleoresina de cúrcuma e o extrato de curcumina. O pó de cúrcuma, que consiste em raízes secas e moídas contendo cor e aroma, é um componente indispensável ao 'curry' indiano. É também utilizado em pastas de mostarda e em condimentos. Nessas aplicações o aroma característico da cúrcuma é desejável.

A oleoresina da cúrcuma é obtida por extração com solventes do pó de cúrcuma, com rendimento de cerca de

12%. Apresenta teores de 30 a 40% de pigmentos expressos em curcumina e de óleo volátil entre 15 e 25%. É um produto altamente viscoso e de cor marrom alaranjada. Entretanto, quando diluído a níveis de uso, obtém-se cor amarela brilhante. Apresenta o aroma característico da cúrcuma *in natura*, pungente e de sabor amargo. A função predominante é colorir. É largamente utilizada em picles, maionese, mostarda, revestimento de filés de peixe congelado, produtos cárneos, massas alimentícias, sucos, gelatinas, queijos e manteiga (Santos & Oliveira, 1991).

O extrato de curcumina purificado é o corante sem aroma ou sabor residual, concentrado, obtido por extração com solventes do pó de cúrcuma seco. Em alguns produtos alimentícios como bebidas, gelatinas, queijos, sorvetes, produtos de confeitaria e manteiga, o aroma da cúrcuma é indesejável sendo preferível utilizar a curcumina purificada (Freund *et al.*, 1988; Santos & Oliveira, 1991).

A cúrcuma pode ser aplicada como possível substituto da tartrazina, em níveis de 0,002 a 0,1%, ou ainda combinada à páprica em muitos queijos processados e em produtos à base de gor-

dura. A cúrcuma tem sido utilizada para temperar aves, frutos do mar e arroz e como corante e *flavorizante* em pickles (Freund *et al.*, 1988; Milan, 1992).

Os rizomas da cúrcuma também têm sido utilizados como repelente de insetos na Índia e no Paquistão, assim a cúrcuma em pó é comumente misturada ao arroz para protegê-lo contra insetos nestes países. A ação repelente da cúrcuma tem sido atribuída às turmeronas e andarturmeronas presentes no seu óleo essencial que é odorífero e pungente (Su *et al.*, 1982). A cúrcuma tem sido amplamente utilizada na medicina indiana devido a seus efeitos antiinflamatório, antiartrítico, regulador das funções biliares e redutor dos níveis de colesterol, como remédio caseiro, como estimulante ou carminativo, por curar dispepsia e flatulência, ou, ainda, afecções de pele devido às impurezas do sangue. Os rizomas têm sido empregados, na forma de pasta para curar contusões, inflamações de juntas e arranhões (Subba Rao *et al.*, 1970; Sambaiiah *et al.*, 1982).

Os extratos da cúrcuma demonstram efeitos antiinflamatórios em estudos de inflamação induzida. Inibiram edemas causados por carragenana e formalina, de modo similar ao efeito da cortisona. Os extratos etéreos mostraram atividade antiinflamatória e reduziram os níveis de histamina em 50%, redução esta comparável ao efeito da hidrocortisona (Arora *et al.*, 1971). Atividades antimicrobiana e antiprotozoária foram demonstradas pelos extratos da cúrcuma e seus componentes inibindo o crescimento da maioria dos organismos em colecistites. Enquanto os curcuminóides foram bacteriostáticos contra *Staphylococcus*. Os óleos essenciais apresentaram atividades bactericida e fungistática. O extrato alcoólico também exibiu atividade antiprotozoária e antimicrobiana (Lutomski *et al.*, 1974; Ramprasad & Sirsi, 1994).

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PIGMENTOS PRESENTES

A cúrcuma contém em média 1,8 a 5,4% de pigmentos responsáveis pela cor amarela; 1,0 a 5,0% de óleo essencial; 25,0 a 50,0% de amido; 4,0 a 10,0% de proteínas; 2,0 a 7,0% de fibras e 3,0 a 7,0% de cinzas. O conteúdo desses componentes varia em função da culti-

var, local de plantio, práticas agrícolas, uso de fertilizantes e maturidade dos rizomas. O teor de amido possivelmente se relaciona ao grau de maturação. A cúrcuma é a fonte natural mais rica em curcumina, contendo cerca de 2,5% desse pigmento. (Krishnamurthy *et al.*, 1975; Mangalakumari & Mathews, 1988).

A curcumina é um pó cristalino, amarelo, inodoro, pertencente à classe diferolulimetano e de fórmula empírica $C_{21}H_{20}O_6$. A cúrcuma contém além da curcumina outros dois pigmentos, desmetoxicurcumina e bisdesmetoxicurcumina, que podem ser separados por cromatografia em coluna utilizando sílica gel como fase estacionária e benzeno e metanol (80:20) como fase móvel. Esses constituintes reagem de maneira similar à curcumina com cloreto férrico e outros reagentes, sendo análogos estruturalmente. A curcumina possui dois grupos metoxila, a desmetoxicurcumina um e a bisdesmetoxicurcumina nenhum. Esses pigmentos apresentam ponto de fusão de 184, 173 e 224°C, absorção molar máxima de 429, 424 e 419 nm, respectivamente. Apresentam fluorescência amarela sob luz ultravioleta e o espectro de fluorescência apresenta excitação a 434 nm e emissão a 520 nm. (Krishnamurthy *et al.*, 1976; Govindarajan, 1980; Bhavanishankar & Sreenivasa Murthy, 1987; Verghese, 1989).

O óleo essencial obtido pela destilação da cúrcuma em pó varia de amarelo pálido a alaranjado, com odor residual dos rizomas da cúrcuma. O aroma da cúrcuma é devido a cetonas sesquiterpênicas formadas por aproximadamente 59% de arturmerona, dehidroturmerona e turmerona, numa proporção de 40 e 60%, respectivamente. O óleo essencial da cúrcuma contém a-d-felandreno (1%), d-sabineno (0,6%), ceneole (1%), borneol (0,5%), zingibereno (25%), turmeronas (58%). A cúrcuma contém ainda cerca de 6% de álcool sesquiterpênico (Krishnamurthy *et al.*, 1976).

TOXICOLOGIA

A cúrcuma e seus derivados, quando adicionados diretamente a culturas de células de hamsters e ratos, promoveram mitose e alterações morfológicas de cromossomos sugerindo interferência na progressão do ciclo das células. Esta tendência, entretanto, não foi observada *in vivo* (Bhavanishankar *et al.*, 1986).

Estudos toxicológicos de dietas diárias contendo 500 mg de cúrcuma e 50 mg de seu extrato alcoólico por kg de peso corpóreo, foram feitos em macacos e ratos por nove a doze meses, respectivamente. Avaliações do crescimento, utilização dos alimentos e calorias, peso dos órgãos e análises de componentes do sangue e da urina não indicaram diferença significativa entre os tratamentos e o controle (Bhavanishankar *et al.*, 1986).

Estudos desenvolvidos por Bhavanishankar & Sreenivasa Murthy (1987) em grupos de ratos submetidos a dietas diárias contendo 500 mg de cúrcuma e 60 mg de seu extrato alcoólico por kg de peso corpóreo, por três gerações, mostraram não haver diferenças significativas nos índices de fertilidade, gestação, variabilidade, lactação e na média do número de filhotes vivos entre os tratamentos e o controle.

Estudos com porcos submetidos a dietas diárias contendo 60, 296 e 1551 mg de oleoresina de cúrcuma por kg de peso corpóreo, por quinze semanas, mostraram que o grupo que recebeu dose mais alta apresentou redução significativa no ganho de peso e na eficiência de conversão dos alimentos. Para todos os níveis foram observados aumentos significativos no tamanho do fígado e da tireóide (Bille *et al.*, 1985).

A FAO/WHO aprovou a cúrcuma e a curcumina como corante em alimentos, estabelecendo Ingestões Diárias Aceitáveis (IDA) de 2,5 e de 0,1 mg/kg de peso corpóreo, respectivamente.

PROCESSAMENTO

A colheita dos rizomas da cúrcuma é feita manual ou mecanicamente quando a parte aérea da planta começa a secar, geralmente sete a oito meses pós-plantio. Após o corte das folhas e do caule, os rizomas são retirados da terra e lavados com água (Govindarajan, 1980; Oliveira *et al.*, 1992).

A cura, que consiste em um processo de cozimento dos rizomas, facilita o processo de secagem, por promover a gelatinização do amido e a difusão dos pigmentos uniformizando a cor do produto. Alguns sais alcalinos, como o carbonato de sódio, têm sido adicionados à água de cocção, a níveis de 0,05 a 0,1%, com o objetivo de intensificar a cor (Govindarajan, 1980).

A secagem dos rizomas é feita geralmente ao sol. O material cozido é espa-

lhado em áreas cimentadas ou de terra batida. De tempos em tempos os rizomas são revolvidos para se garantir a uniformidade do processo. A secagem é lenta, dez a quinze dias, e os rizomas ficam adequadamente secos quando se apresentam duros e quebradiços. Processos de secagem utilizando secadores com circulação de ar promovem a secagem dos rizomas frescos em 75 horas e dos rizomas curados em 48 horas à temperaturas médias de 65 a 68°C (Govindarajan, 1980; Oliveira *et al.*, 1992).

O processo de cura tem sido controverso, uma vez que pode levar a uma perda de substâncias voláteis. Estudos mais detalhados foram feitos na Índia por Krishnamurthy *et al.* (1975). Amostras submetidas à cocção a 80°C, por 30 minutos a três horas e ao vapor d'água por 20 minutos, descascadas ou fatiadas na presença de carbonato de sódio 0,1%, foram comparadas a amostras não tratadas. Dois processos de secagem foram utilizados: ao sol e em secador com circulação de ar. As características utilizadas para efeito de comparação foram os teores de umidade, óleo essencial e pigmentos. Os resultados obtidos confirmaram as observações anteriores de que a cura reduz o tempo de secagem, tanto ao sol como no secador. Não ocorreram diferenças significativa entre os teores de pigmentos e óleo essencial. O fatiamento forneceu um produto com teor de umidade mais baixo, o que é favorável para obtenção do pó da cúrcuma e curcumina. O processo de cura quando utilizado com o objetivo de diminuir o tempo de secagem e fornecer um produto de melhor aparência é desejável, sendo dispensado quando o objetivo é a obtenção da oleoresina (Govindarajan, 1980).

A cúrcuma, como outras especiarias, encontra-se disponível comercialmente nas formas de rizomas secos, pó de cúrcuma e como oleoresina. Os rizomas secos e inteiros são estocados em sacos de polietileno duplos. O pó de cúrcuma é empacotado a granel em recipientes de fibra de vidro ou de metal para evitar a perda da cor, óleos essenciais, substâncias voláteis e absorção de umidade. No varejo o pó de cúrcuma é encontrado em embalagens de vidro ou plásticas. A oleoresina é estocada em recipientes de poliolefinas, ao abrigo da luz e do calor (Souza, 1993).

EXTRAÇÃO

A oleoresina é obtida do pó de cúrcuma por extração com solventes. A escolha destes solventes está condicionada à sua pureza e à permissão de uso para fins alimentícios pela legislação vigente a nível nacional e internacional. A eficiência da extração, facilidade e economia na recuperação do solvente, de modo a deixar níveis residuais mínimos no produto final, também são levadas em conta (Martins, 1994). Álcool etílico e acetona têm sido indicados como bons solventes. A acetona apresenta alguns problemas com relação à inflamabilidade e alto custo de recuperação, entretanto tem sido o solvente mais utilizado. O uso de dicloro etileno tem a vantagem de ser mais seletivo, imiscível em água, não inflamável e apresentar ponto de ebulição relativamente baixo, porém suas impurezas podem causar problemas de *off-flavor* (Govindarajan, 1980; Martins, 1994).

Krishnamurthy *et al.* (1976) estudaram processos de extração dos curcuminóides com acetona, etanol e dicloro etileno. A extração com acetona em extrator Soxhlet por quatro a cinco horas apresentou-se mais eficiente do que o etanol e o dicloro etileno, fornecendo um produto contendo 42% de curcuminóides. Estes autores estudaram também o tamanho das partículas, 30 a 60 mesh, e o efeito da temperatura de extração. Observaram que a produção de oleoresina e a eficiência da extração, tanto a quente (Soxhlet) como a frio (percolação) foram maiores quando as partículas tinham tamanhos menores. Os pigmentos compõem cerca de 33% de uma boa oleoresina. Para o uso comercial a oleoresina é misturada a um veículo ou solubilizada com propilenoglicol, polissorbatos ou óleo vegetal para tornar o manuseio mais fácil (Milan, 1992).

Em alguns alimentos o aroma e o sabor amargo da cúrcuma são indesejáveis, devido à presença de substâncias voláteis e não voláteis que só são removidas dos pigmentos mediante cristalização. Solventes seletivos como o hexano têm sido usados para retirada dos óleos essenciais que arrastam as substâncias responsáveis pelo aroma e sabor indesejáveis. Assim, o hexano tem sido sugerido para remover o princípio amargo da cúrcuma sem afetar o conteúdo de curcuminóides (Govindarajan, 1980).

Um processo para isolar curcumina da cúrcuma pela extração com os solventes: hexano, heptano ou éter de petróleo, seguido de uma nova extração com metanol, isopropanol removendo os solventes utilizados foi patenteada por Goldscher (1993). Como a curcumina é insolúvel em água e éter, e solúvel em etanol e ácido acético glacial, uma maneira eficiente de se isolar os curcuminóides, seria extraí-los da cúrcuma em pó com etanol a quente, lavar com éter de petróleo e cristalizar (Govindarajan, 1980). Um outro método de extração da curcumina do pó de cúrcuma, capaz de extrair as substâncias voláteis com vapor d'água, extração do pigmento com etanol, tratamento com éter de petróleo e cristalização proposto por Zhang & Yang (1988), permite obter 5 kg de curcumina, para cada 100 kg de cúrcuma em pó. Para os mesmos autores o óleo essencial pode ser extraído utilizando-se solventes seletivos como hexano ou éter de petróleo, podendo ainda ser empregada a destilação por arraste de vapor. Os pigmentos e óleo essencial da cúrcuma são estáveis à temperatura moderada e seu processamento não afeta muito esses componentes como ocorre com a pimenta e o gengibre onde há perda de substâncias voláteis.

A influência da luz, oxigênio e pH na estabilidade dos três maiores constituintes do pigmento da cúrcuma foi investigada por Price & Buescher (1992). Eles observaram que a estabilidade na presença de luz e ar foi, em ordem decrescente: curcumina, desmetoxicurcumina e bisdesmetoxicurcumina. A cinética de degradação desses pigmentos devido à fotoxidação foi de primeira ordem. Verificaram ainda que, em atmosfera de nitrogênio, a desmetoxicurcumina foi a mais estável. Com relação à influência do pH, foi constatado que a bisdesmetoxicurcumina apresentou maior estabilidade em meio alcalino seguida da desmetoxicurcumina e curcumina. Uma instabilidade maior foi detectada na faixa de pH de 9 a 11. Segundo os autores, a degradação dos curcuminóides em meio alcalino foi de pseudo primeira ordem e a curcumina exibe baixa estabilidade à luz e às condições alcalinas.

Soluções aquosas de oleoresina de cúrcuma contendo 1,20 a 1,46 mg/ml de curcumina foram utilizadas por Rusig & Martins (1992) para determinar os

efeitos da temperatura (50 a 125°C), pH (2,4 a 7,7) e luz (1.220 lux) sobre sua estabilidade. A luz foi o agente mais destrutivo, seguido de pH (maior que 7) e temperatura (125°C). Estes autores relataram que a cinética de degradação desses pigmentos foi de primeira ordem.

MÉTODOS DE ANÁLISE

O método mais utilizado na quantificação dos pigmentos da cúrcuma (curcuminóides expressos em curcumina) é o espectrofotométrico. Neste métodos os pigmentos são extraídos com etanol absoluto, o extrato é filtrado em placa porosa nº 2, transferido quantitativamente para um balão de 100 ml e diluído adequadamente para leitura em espectrofotômetro no visível a 425 nm Takahashi & Yabiku (1992). Para se quantificar os pigmentos presentes na cúrcuma isoladamente, pode-se utilizar a cromatografia em coluna, cromatografia em camada delgada - TLC e cromatografia líquida de alta eficiência - HPLC (Tonnesen & Karlsen, 1983; Diaz & Peinado, 1992).

Krishnamurthy *et al.*, (1976) recomendaram o uso da cromatografia em camada delgada com sílica gel - TLC para separar os pigmentos da cúrcuma. A quantificação, neste caso, é muito demorada pois é acompanhada da raspagem da mancha, redissolução, centrifugação ou filtração e medida da absorbância a 425 nm.

Um método mais rápido para separação dos pigmentos da cúrcuma consiste em utilizar a cromatografia líquida de alta eficiência - HPLC com um detector de fluorescência como descrito por Tonnesen & Karlsen (1983). Esta metodologia oferece solução a problemas de decomposição fotoquímica e oxidativa. A decomposição fotoquímica é eliminada pois a separação ocorre em colunas de aço inoxidável. A decomposição oxidativa é minimizada pois a separação ocorre com relativa rapidez e o oxigênio da fase móvel é removido por degaseificação. Rouseff (1988) utilizou coluna C₁₈ de fase reversa como fase estacionária pois os pigmentos de cúrcuma são razoavelmente hidrofóbicos e são retidos na fase não polar. A fase água tetrahidrofurano na proporção de 58:42 em fluxo isocrático de 1 ml/min possibilitou excelente resolução dos picos com um tempo de separação de 10

min. O detector utilizado foi do tipo fluorescente. A determinação quantitativa do óleo essencial é feita por destilação pelo método Clevenger (AOAC, 1984). A identificação dos componentes é feita por cromatografia gasosa e o resultado é expresso em ml/100 g de amostra seca.

LITERATURA CITADA

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 14. ed., Washington, D.C., 1984. 1141 p.
- ARORA, R.B.; BASU, N.; KAPOOR, M.K.; JAIN, A.P. Anti-inflammatory studies on *Curcuma longa* L. (turmeric). *Indian Journal of Medical Research*, v. 59, p. 1.289 -1.291, 1971.
- BHAVANISHANKAR, T.N.; NARASIMHA MURTHY, K.; SREENIVASA MURTHY, V. Toxicity studies on turmeric (*Curcuma longa* L.) - long term toxicity studies in albinos rats and monkeys. *Journal of Food Science and Technology*, v. 23, p. 287 - 290, 1986.
- BHAVANISHANKAR, T.N.; SREENIVASA MURTHY, V. Reproductive response of rats feed turmeric (*Curcuma longa* L.) and its alcoholic extract. *Journal of Food Science and Technology*, v. 24, p. 45 - 49, 1987.
- BILLE, N.; LARSEN, J.C.; HANSEN, E.V.; WURTZEN, G. Subchronic toxicity of turmeric oleoresin in pigs. *Food and Chemical Toxicology*, v. 23, n. 11, p. 967 - 973, 1985.
- DIAZ, A.N.; PEINADO, M.C.R. Determination of curcumin in turmeric (*Curcuma longa* L.). *Journal Agricultural Food Chemistry*, n. 40, p. 56 - 59, 1992.
- FREUND, R.P.; WASHAW, J.C.; MAGGION, M. Natural color for use in foods. *Cereal Foods World*, v. 33, n. 7, p. 553 - 556, 1988.
- GOLDSCHER, K. Turmeric coloring. Patent n. 4 163 803 USA 1979. In: *Handbook of colorants patents*. Westport: Food & Nutrition Press, 1993. 163 p.
- GOVINDARAJAN, V.S. Turmeric - chemistry, technology and quality. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 12, n. 3, p. 199 - 301, 1980.
- KRISHNAMURTHY, N.; MATHEW, A.G.; NAMBU DIRI, E.S.; SHIVASHANKAR, S.; LEWIS, Y.S. & NATARAJAN, C.P. Oil and oleoresin of turmeric. *Tropical Science*, v. 18, n. 37, p. 37 - 45, 1976.
- KRISHNAMURTHY, N.; PADMABAI, R.; NATARAJAN, C.P.; KUPPUSWAMU, S. Colour content of turmeric varieties and studies on its processing. *Journal of Food Science and Technology*, v. 12, n. 1, p. 12 - 14, 1975.
- LUTOMSKI, J.; KEDZIA, B.; DEBSKA, W. Effect of an alcohol extract and active ingredients from turmeric on bacteria and fungi. *Planta Medica*, v. 26, n. 1, p. 9, 1974.
- MANGALAKUMARI, C.K.; MATHEWS, A.G. Significant constituents of turmeric. *Journal of Food Science and Technology*, n. 23, p. 93 - 96, 1988.
- MARTINS, C.M. Obtenção e avaliação de curcumina a partir de rizomas secos de cúrcuma (*Curcuma longa* L.). Campinas: Universidade de Campinas, 1994. 83 p. (Tese mestrado).
- MILAN, D.R. Cúrcuma, produção e utilização como ingrediente na indústria de alimentos. *Revista Brasileira de Corantes Naturais*, v. 1, n. 1, p. 248 - 249, 1992.
- OLIVEIRA, V.P.; GHIRALDINI, J.E.; SACRAMENTO, C.K. O cultivo de plantas produtoras de corantes. *Revista Brasileira de Corantes Naturais*, Vitória da Conquista, v. 1, n. 1, p. 232 - 237, 1992.
- PRICE, L.C.; BUESCHER, R.W. Turmeric pigments: stability characteristics and mechanism of photooxidation and alkaline degradation. In: IFT 92 ANNUAL MEETING FOOD EXPO, 1992, New Orleans. *Proceedings...*New Orleans, 1992. p. 376.
- RAMPRASAD, C.; SIRSI, M. Studies in Indian plants (*Curcuma longa* L.). - Antibacterial activity of curcumin and the essential oil. *Journal of the Scientific Research Institute*, n. 15, p. 239 - 242, 1994.
- ROUSEFF, L. High performance liquid chromatographic separation and spectral characterization of the pigments in turmeric and annatto. *Journal of Food Science*, v. 53, n. 6, p. 1.823 - 1.826, 1988.
- RUSIG, O.; MARTINS, M.C. Efeito da temperatura, do pH e da luz sobre extratos de oleoresina de cúrcuma (*Curcuma longa* L.) e curcumina. *Revista Brasileira de Corantes Naturais*, Vitória da Conquista, v.1, n. 1, p.158 -164, 1992.
- SAMBALIAH, K.; RATANKUMAR, S.; KAMANNA, V.S.; SATYARANAYANA, M.N.; RAO, M.V.L. Influence of turmeric and curcumin on growth, blood constituents and serum enzymes in rats. *Journal of Food Science and Technology*, v. 19, p. 187, 1982.
- SANTOS, A.B.; OLIVEIRA, S.P. Utilização de açafrão (*Curcuma longa* L.) como corante natural para alimentos. *Boletim da SBCTA*, Campinas, v.2, n. 25, p. 90, 1991.
- SOUZA, C.R.A. *Cúrcuma*: caracterização, extração e estabilidade. Belo Horizonte: UFMG - Faculdade de Farmácia, 1993. 79 p. (Tese mestrado)
- SU, H.C.F.; ROBERT, H.; JILANE, G. Isolation and characterization of insect repellents from turmeric. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, v. 30, p. 290 - 292, 1982.
- SUBBA RAO, D.; CHANDRASEKHARA, N.; SATYANARAYANA, M.N.; SRINIVASAN, M. Effect of curcumin in serum and liver cholesterol levels in rats. *Journal of Nutrition*, v. 100, p. 1.307 - 1.310, 1970.
- TAKAHASHI, M.Y.; YABIKU, H. Corantes naturais: usos, restrições e perspectivas. *Revista Brasileira de Corantes Naturais*, Vitória da Conquista, v. 1, n. 1, p. 246 - 247, 1992.
- TONNESEN, H.H.; KARLSEN, J. High performance liquid chromatography of curcumin and related compounds. *Journal of Chromatography*, v. 259, p. 367 - 371, 1983.
- VERGHESE, J. Isolation of coloring matter from dried turmeric (*Curcuma longa* L.). *Flavor Fragrance Journal*, v. 4, n. 1, p. 31 - 32, 1989.
- VIASAN, A.C.; NIRMALAMENON, A.; MADHUSUDHANA RAO, J.; NARAYANAN, C.S.; MATHEWS, A.G. Chemical analysis of some cultivars of *Curcuma longa* Linn. *Journal of Food Science*, v. 26, n. 5, p. 293 - 295, 1989.
- ZHANG, L.; YANG, Z. CN patent n. 87 101 355, 1988. In: MARTINS, M.C.; RUSIG, O. Cúrcuma: um corante natural. *Boletim da SBCTA*, Campinas, v.26, n. 1, p. 53 - 65, 1992.