



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE  
MINAS GERAIS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
CURSO DE QUÍMICA TECNOLÓGICA**

**FUMAÇA LÍQUIDA – UMA ALTERNATIVA  
SEGURA À DEFUMAÇÃO TRADICIONAL**

**Isabela Campos Moreira**

**Belo Horizonte-MG  
2011**



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE  
MINAS GERAIS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
CURSO DE QUÍMICA TECNOLÓGICA**

## **FUMAÇA LÍQUIDA – UMA ALTERNATIVA SEGURA À DEFUMAÇÃO TRADICIONAL**

**Isabela Campos Moreira**

Monografia apresentada ao Curso de Química Tecnológica do CEFET-MG como parte das exigências da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II).

**Orientadora:** Profª Dra. Adriana Akemi Okuma

**Coorientador:** Prof. Dr. Fernando Carazza (UFMG)

**Banca Examinadora:**

**Profª Dra. Adriana Akemi Okuma (orientadora, CEFET-MG)**

**Profª Dra. Sílvia Mendonça Vieira (CEFET-MG)**

**Prof. Dr. Cleverson Fernando Garcia (CEFET-MG)**

**Belo Horizonte-MG**

**2011**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pelas oportunidades que me foram dadas e pelos momentos difíceis vitoriosamente atravessados.

Um agradecimento especial à minha orientadora Prof. Dr<sup>a</sup>. Adriana Okuma, por todo respeito e conhecimento gastos neste trabalho. E ao meu co-orientador Prof. Dr. Fernando Carazza por todos os ensinamentos transmitidos à todos os envolvidos.

Aos meus amigos Felipe Avelar, pela ajuda com os cromatogramas, e Renê Carneiro, pela ajuda na redação.

E a todos meus amigos e familiares que, mesmo indiretamente, estiveram presentes. Agradeço pela paciência.

## LISTA DE FIGURAS E FLUXOGRAMAS

Figura 1: Desenho esquemático do corte de uma madeira mostrando seus principais constituintes.....	4
Figura 2: Estrutura química da lignina.....	5
Figura 3: Esquema da produção do carvão vegetal e recuperação do alcatrão vegetal.....	6
Figura 4: Cromatograma da fração B obtida.....	8
Figura 5: Cromatograma da fração C obtida.....	9
Figura 6: Cromatograma da fração D obtida.....	9
Figura 7: Estrutura Química enol-oxo plana.....	12
Figura 8: Estruturas químicas dos HAPs mais comuns em alimentos.....	15
Figura 9: Esquema de interação HPA com DNA.....	18
Figura 10: Reação de oxidação dos compostos fenólicos.....	23
Figura 11: Estrutura química da maltodextrina.....	32
Fluxograma 1: Destilação do alcatrão vegetal.....	7
Fluxograma 2: Separação do cicloteno e do maltol a partir da fração C (óleo médio) do alcatrão vegetal.....	11

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1: Cortes e rendimentos médios em destilação de alcatrão vegetal.....	8
Tabela 2: Teores máximos de benzopireno como contaminante em alguns gêneros alimentícios destinados ao consumo humano.....	26
Tabela 3: Limite máximo de aroma adicionado com objetivo de conferir sabor defumado ao alimento.....	27
Tabela 4: Teores de compostos fenólicos encontrados em queijos defumados tradicionalmente e com aromas de fumaça.....	36
Quadro 1: Identificação dos compostos de interesse dos cromatogramas 4,5 e 6.....	10
Quadro 2: Alguns constituintes do alcatrão vegetal encontrados em alimentos.....	14
Quadro 3: Exemplos de aditivos usados na indústria alimentar.....	21
Quadro 4: Ação dos principais produtos da fumaça.....	23

## RESUMO

### **FUMAÇA LÍQUIDA – UMA ALTERNATIVA SEGURA À DEFUMAÇÃO TRADICIONAL**

***MOREIRA, I.C.; OKUMA, A.A.; CARAZZA, F.***

O presente trabalho vem contrapor o processo de defumação tradicional com a utilização da fumaça líquida. Devido à associação dos alimentos defumados com algumas substâncias cancerígenas ou potencialmente tóxicas, o presente trabalho tem como objetivo esclarecer sobre as diferenças apresentadas pelos processos de defumação tradicional e o uso da fumaça líquida como aditivo, do ponto de vista da segurança alimentar. Este trabalho visa também a divulgação do uso da fumaça líquida como aditivo natural e seguro, proveniente do beneficiamento de um co-produto da carbonização da madeira, o alcatrão vegetal. Neste contexto, realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre alimentos defumados, sendo apresentados neste trabalho os principais processos de defumação, bem como o uso da fumaça líquida como alternativa aos processos tradicionais. As origens, os princípios, as características e as aplicações desses processos e produtos são explorados, considerando a relação entre composição química e atividade, evidenciando, assim, suas vantagens e desvantagens. Do ponto de vista químico, vários trabalhos comprovam que a fumaça líquida é uma alternativa segura à defumação tradicional, além da aceitação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Palavras-chave: **Defumação, Líquido de Defumação, Alcatrão Vegetal**

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Alcatrão Vegetal.....</b>	<b>3</b>
2.1.1 Obtenção.....	3
2.1.2 Aplicações Gerais.....	11
2.1.3 Composição Química.....	13
<b>2.2 Alimentos Defumados.....</b>	<b>18</b>
2.2.1 Histórico.....	18
2.2.2 Conservação dos Alimentos.....	22
2.2.3 Segurança Alimentar.....	24
<b>2.3 Defumação Tradicional.....</b>	<b>28</b>
2.3.1 Descrição da Técnica.....	28
2.3.2 Aplicações.....	30
<b>2.4 Fumaça Líquida como Aditivo em Alimentos.....</b>	<b>30</b>
2.4.1 Descrição da Técnica.....	30
2.4.2 Aplicações.....	34
<b>2.5 Defumação Tradicional versus Fumaça Líquida.....</b>	<b>34</b>
<b>3. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES.....</b>	<b>37</b>
<b>4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>38</b>

# 1. INTRODUÇÃO

A madeira é uma importante fonte de energia no Brasil. São utilizadas no país, tanto madeiras de áreas reflorestadas quanto de florestas nativas, correspondendo a 12,9% do total da oferta de energia. Em 2008, a produção de carvão vegetal no Brasil chegou a quase 9 milhões de toneladas, sendo que cerca de 20% eram provenientes do Estado de Minas Gerais. Vale a pena destacar que grande parte desta lenha é destinada à indústria siderúrgica.

Considerado pólo siderúrgico, o Estado de Minas Gerais possui importantes jazidas de minério de ferro, que vêm sendo exploradas desde o século dezenove. O carvão vegetal é utilizado na siderurgia com duas principais finalidades: fonte de energia térmica e agente redutor na produção do ferro metálico a partir do minério de ferro.

As perdas na decomposição térmica da madeira são comuns na maioria dos setores, pois há liberação de carga poluente atmosférica e também um baixo rendimento na produção do aço no caso da siderurgia. Objetivando tanto o aumento no rendimento do processo quanto a diminuição da taxa de emissão dessas cargas poluentes, algumas siderúrgicas condensam as fumaças geradas durante a carbonização da madeira. Desta forma, no processo de recuperação dessas fumaças obtém-se, por condensação, o licor pirolenhoso. Este, após decantação, separa-se em duas fases: ácido pirolenhoso (fase aquosa) e alcatrão vegetal (fase orgânica).

O alcatrão vegetal é uma mistura complexa de compostos orgânicos das mais variadas classes. Sendo assim, na forma bruta, o alcatrão vegetal pode ser utilizado apenas como insumo energético. Entretanto, o beneficiamento do alcatrão por destilação possibilita a separação de uma fração aquosa, três frações oleosas e um resíduo (piche vegetal). Todas estas frações, incluindo o piche vegetal, apresentam várias aplicações em diferentes segmentos industriais.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo o estudo de uma das aplicações do alcatrão vegetal como insumo químico: o uso da fumaça líquida como aditivo alimentício. Algumas frações do alcatrão vegetal, obtidas por destilação fracionada do alcatrão bruto, apresentam “*flavors*”



característicos, de acordo com a composição química das mesmas. Em função do processo de beneficiamento, que inclui etapas como destilação e extração, a fumaça líquida não apresenta em sua composição substâncias potencialmente tóxicas em concentrações que comprometam a saúde humana. Sendo assim, o uso da fumaça líquida como aditivo em alimentos, em substituição aos processos tradicionais de defumação, pode ser considerado seguro.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 Alcatrão Vegetal**

#### **2.1.1 Obtenção**

A madeira, seja de origem nativa ou de reflorestamento, continua sendo uma fonte importante de energia não só no setor produtivo brasileiro como também em algumas residências. Mesmo com a grande industrialização e a introdução de outras importantes fontes de energia, como os combustíveis fósseis, a decomposição térmica da madeira representa algo próximo de 13% do total da oferta de energia, pouco menos que a produzida por hidrelétricas (HICKL *et al.*, 2001) (BRASIL, 2011).

Apesar de o consumo da lenha permanecer constante nos setores residencial, industrial e agropecuário nos últimos dez anos, no setor de transformação houve um aumento da conversão da madeira em carvão vegetal. No ano de 2005, 39,3 milhões de toneladas de, 42,8% do que foi produzido, foi convertida em carvão vegetal (ROSSI, 2008) (BRASIL, 2011).

O consumo do carvão vegetal está intimamente ligado ao setor industrial, principalmente à Indústria Siderúrgica. No setor siderúrgico, as atividades que mais consomem carvão vegetal são a produção de ferro-gusa, uma liga de ferro e carbono obtida do produto imediato da redução do minério de ferro (UHLIG *et al.* 2008) (BRITO, 1990).

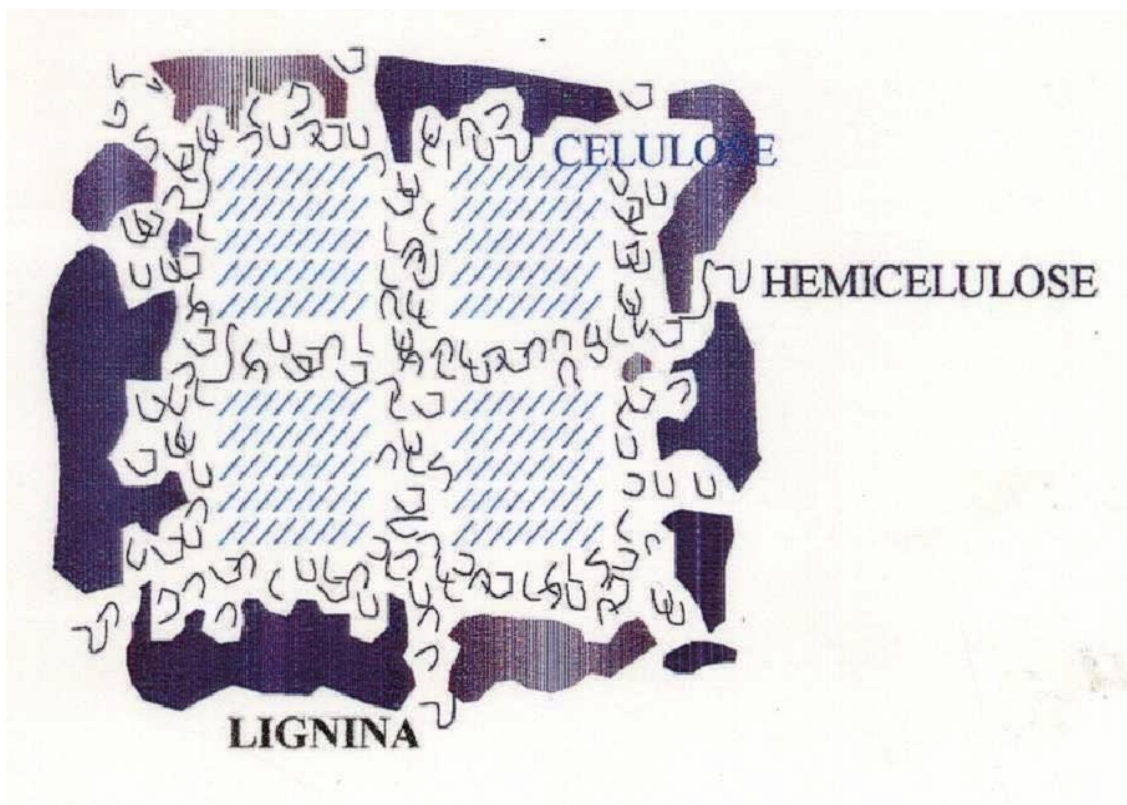
Além de ser utilizado como combustível, o carvão vegetal também é utilizado como agente redutor nos altos-fornos. É dele que provém o carbono adicionado ao minério de ferro (UHLIG *et al.*, 2008).

O carvão vegetal é produzido mediante a pirólise da madeira em grandes fornos de alvenaria, processo altamente dependente do trabalho humano. Além disso, apresenta rendimentos muito baixos, pois somente cerca de 30% do material resulta em carvão, um resíduo sólido carbonoso, enquanto que os outros 70% são liberados na atmosfera em forma de fumaça (CARAZZA *et al.*, 2000).

A madeira obtida é mantida inicialmente ao ar livre para secagem. Em seguida é colocada no forno, sendo que a madeira não entra em contato direto com o fogo. Assim, não acontece a queima da madeira e sim a decomposição térmica da mesma, gerando um sólido carbonoso (carvão

vegetal) e uma mistura de gases condensáveis e não condensáveis (CARAZZA *et al.*, 2000) (STUCKENBRUCK *et al.*, 1989).

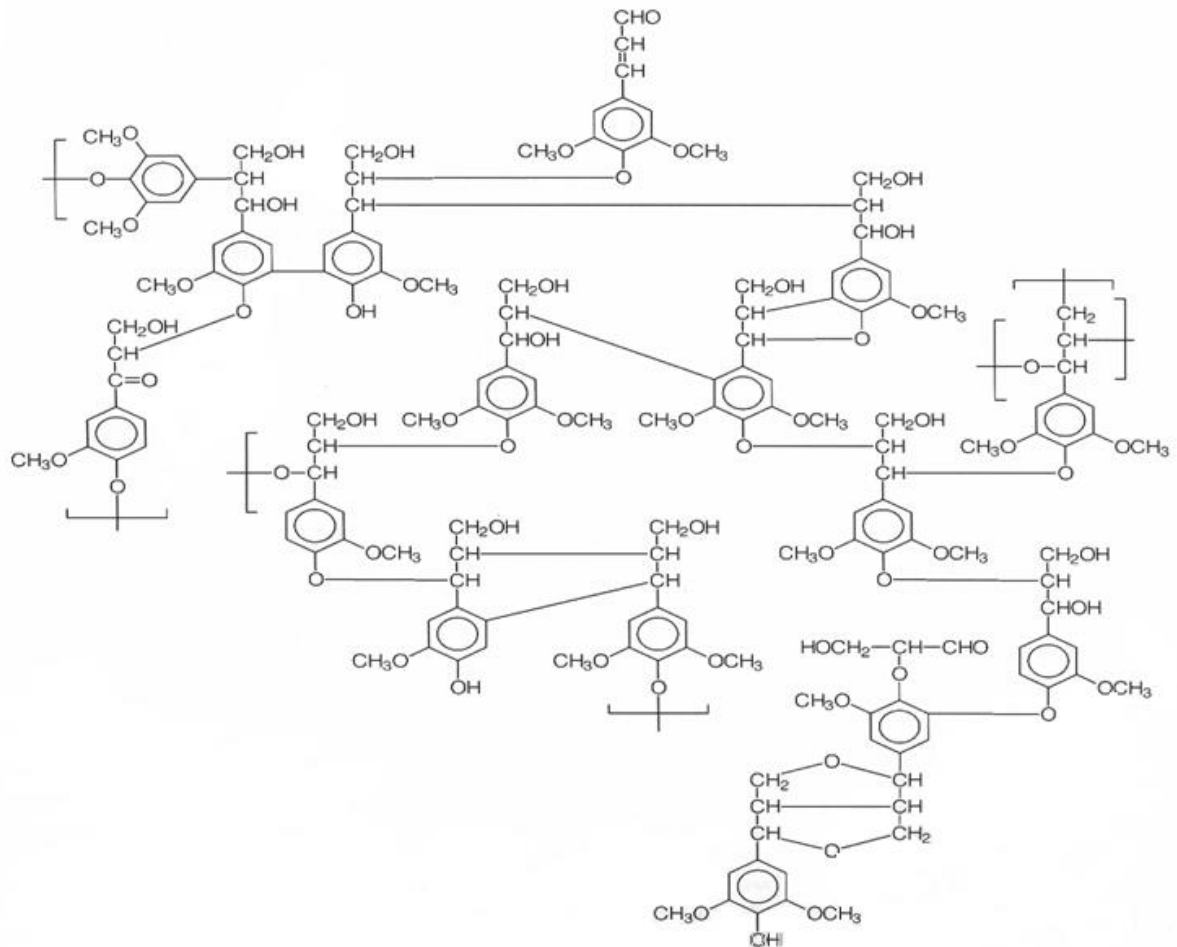
Em função da natureza da composição química da madeira (Figura 1), ao ser carbonizada, seus componentes básicos - celulose, hemicelulose, lignina - sofrem degradação térmica gerando diferentes produtos. Com temperaturas entre 250 a 315°C acontece uma rápida decomposição de hemicelulose e lignina, resultando na produção da fração pirolenhosa que contém ácido acético, metanol e muitos compostos orgânicos. Compostos fenólicos e alcatrão são formados a partir da lignina a temperaturas acima de 315°C (ROÇA, 2011).



Fonte: CARAZZA *et al.* (2000)

**Figura 1: Desenho esquemático do corte de uma madeira mostrando seus principais constituintes.**

A lignina (Figura 2, p. 5) é um polímero de natureza aromática com alto peso molecular que tem como base estrutural unidades de fenil-propanóides (KLOCK *et al.*, 2006).



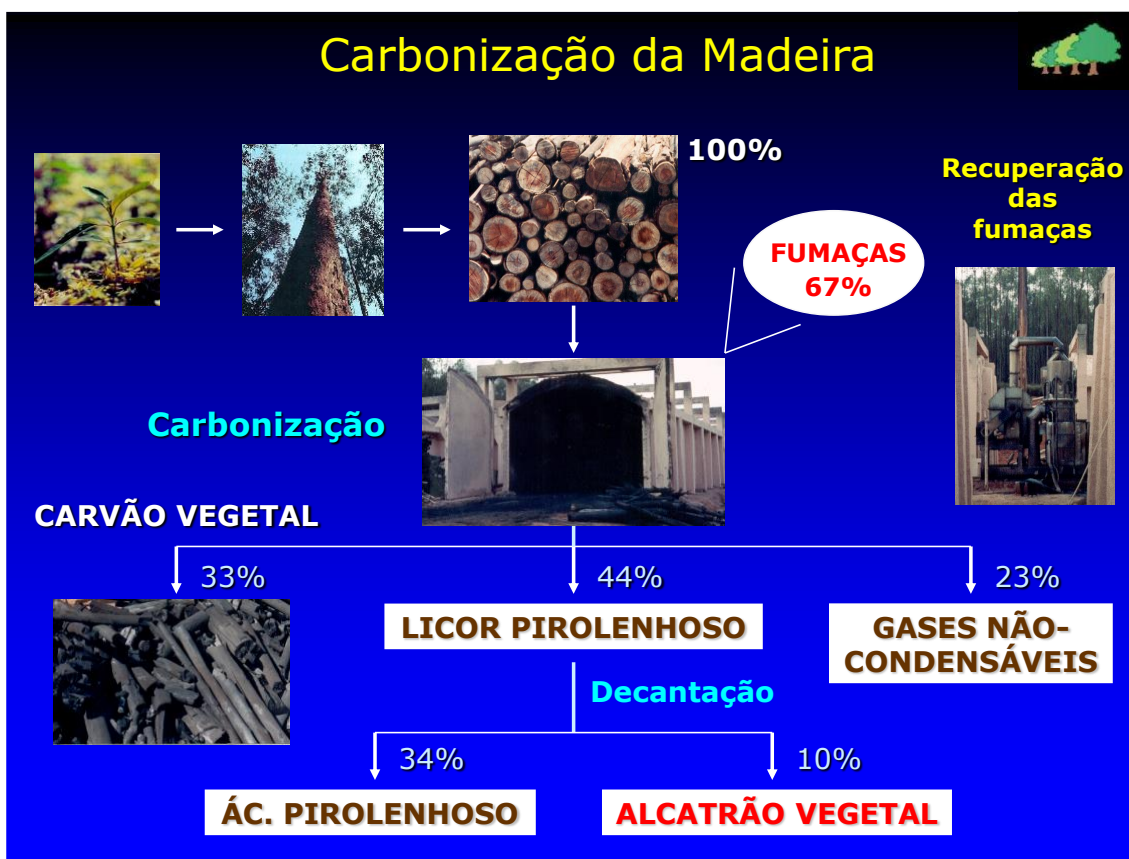
Fonte: KLOCK *et al.* (2006)

**Figura 2: Estrutura química da lignina**

Além da concentração de carbono, ocorrem várias transformações físicas e químicas, dando origem a inúmeras substâncias voláteis, que compõem as fumaças emanadas dos fornos de carbonização. Dentre as várias substâncias que compõem as fumaças líquidas, podemos destacar: dióxido de carbono, ácido acético, metanol e outros produtos de degradação. Muitas destas substâncias voláteis são facilmente condensáveis, permitindo assim a recuperação de grande parte destes subprodutos, reduzindo, assim, o impacto ambiental (STUCKENBRUCK *et al.*, 1989).

A fim de melhorar a produtividade e ainda agregar valor à produção, algumas empresas condensam os gases emitidos pela carbonização da madeira para obtenção de outros produtos.

Os gases condensáveis são captados pelo topo do forno com o auxílio de um exaustor e conduzidos até um ciclone. O choque das partículas com as paredes do vaso aberto leva à perda de energia cinética, que provoca a aglutinação das partículas, ou seja, a coalescência. O condensado obtido neste processo é chamado de licor pirolenhoso que, ao ser decantado, separa-se em uma fase aquosa, denominada de ácido pirolenhoso, e outra fase orgânica oleosa, que é denominada de alcatrão vegetal (CARAZZA *et al.*, 2000) (Figura 3).



Fonte: CARAZZA *et al.* (2000)

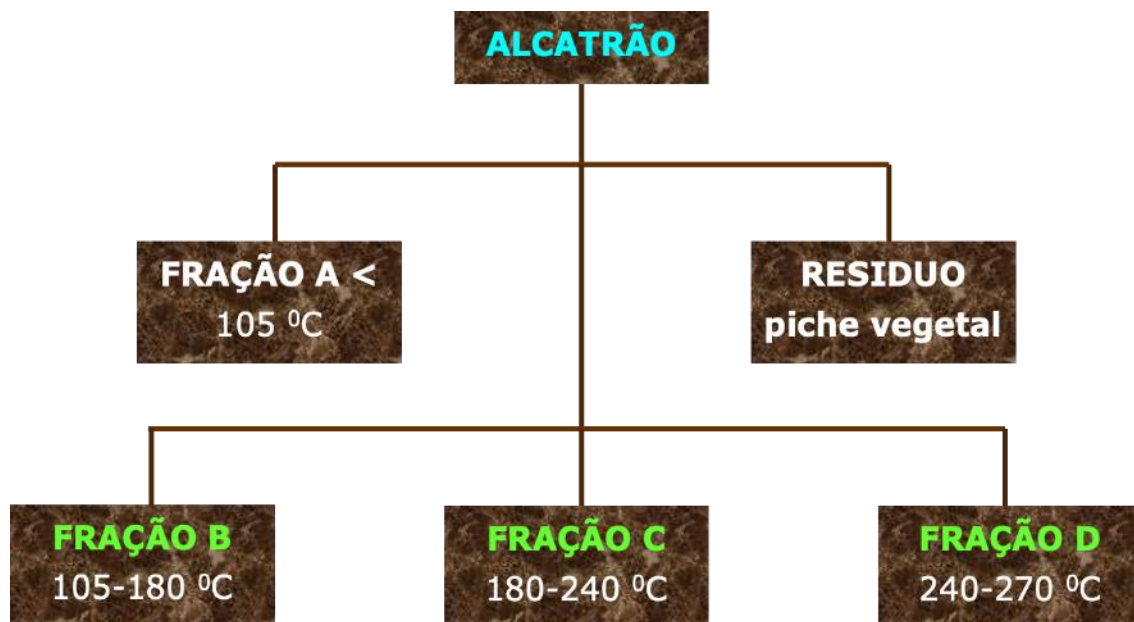
**Figura 3: Esquema da produção do carvão vegetal e recuperação do alcatrão vegetal.**

O ácido pirolenhoso é constituído principalmente por água e alguns compostos orgânicos como ácido acético, acetona e álcool metílico. Ele é utilizado para pulverizações na agricultura, na indústria alimentícia e como adubo orgânico (STUCKENBRUCK *et al.*, 1989).

O alcatrão é uma mistura de coloração negra constituída principalmente de compostos fenólicos e carbonílicos (CARAZZA *et al.*, 2000). O alcatrão *in*

*natura* praticamente não tem outra aplicação, a não ser o uso como insumo energético. Entretanto, como o petróleo, pode ser submetido à destilação para a obtenção de frações que apresentam diferentes aplicações como insumos químicos e produtos de transformação de interesse para as indústrias químicas, farmacêuticas e de alimentos (CARAZZA, 2008).

O alcatrão vegetal ao ser submetido à destilação possibilita a separação de frações com composições típicas. Inicialmente, sob temperaturas mais baixas, é separada uma fração aquosa. Em seguida, com a elevação da temperatura, são obtidas três frações oleosas e, por fim, um resíduo denominado piche vegetal (CARAZZA *et al.*, 2000)



**Fluxograma 1: Destilação do alcatrão vegetal**

Na Tabela 1, constam as frações obtidas a partir da temperatura de vapor dos destilados e os rendimentos médios obtidos nas separações (CARAZZA *et al.*, 2000).

**Tabela 1: Cortes e rendimentos médios em destilação de alcatrão vegetal.**

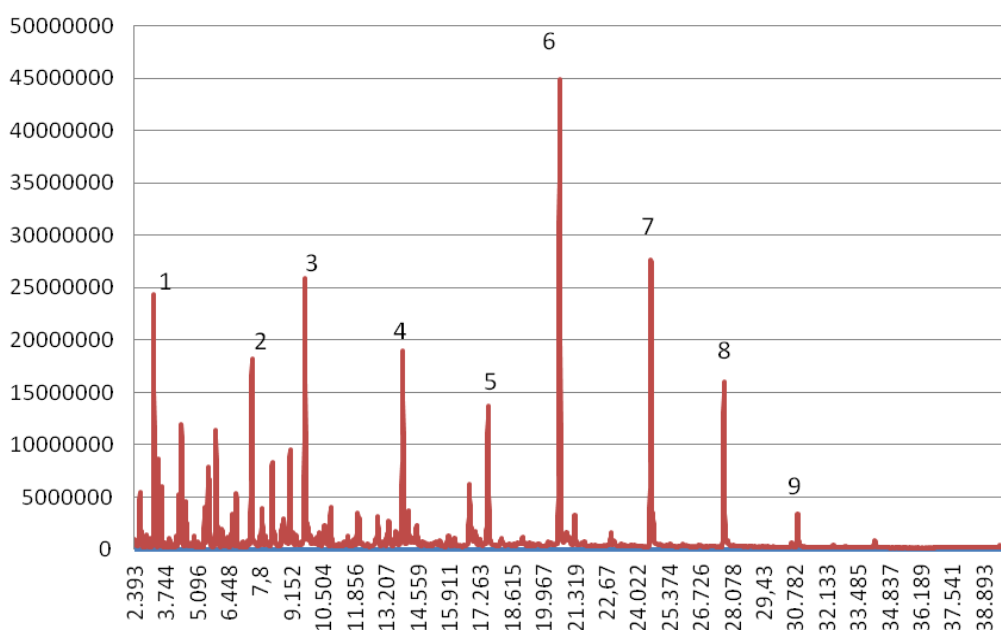
<i>DESCRIÇÃO</i>	<i>%DO ALCATRÃO BRUTO</i>
<b>Fração A:</b> até 105 °C - fração aquosa	10,4
<b>Fração B:</b> 105-180 °C - óleo leve	10,6
<b>Fração C:</b> 180-240 °C - óleo médio	20,9
<b>Fração D:</b> acima de 240 °C - óleo pesado	4,6
<b>Piche</b> - Resíduo	44,0
Perdas	9,5
Total	100,0

Fonte: CARAZZA *et al.* (2000) modificado.

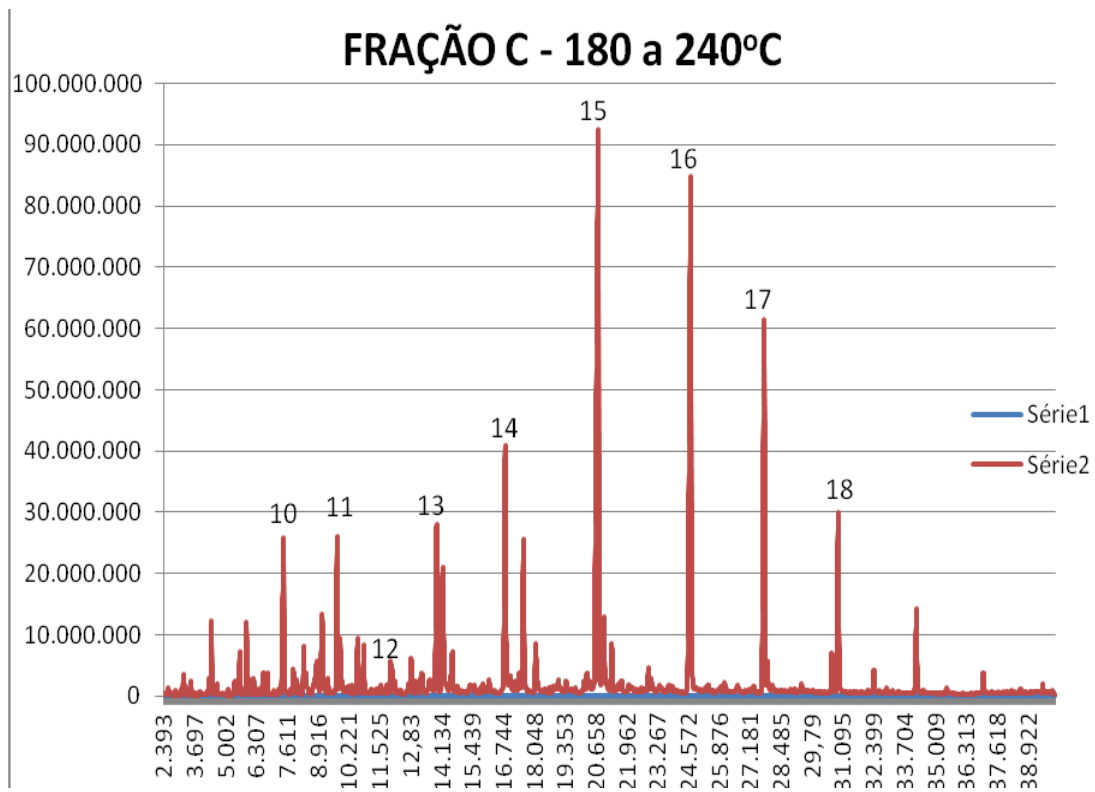
A caracterização das frações oleosas foi feita mediante análises por Cromatografia Gasosa de Alta Resolução com Detector de Ionização em Chama (CGAR-DIC) e Cromatografia Gasosa de Alta Resolução acoplada à Espectrometria de Massas (CGAR-EM) (CARAZZA *et al.*, 2000).

As figuras 4, 5 e 6 apresentam os cromatogramas obtidos nas análises químicas realizadas, e na Tabela 2 são apresentados os compostos de interesse identificados.

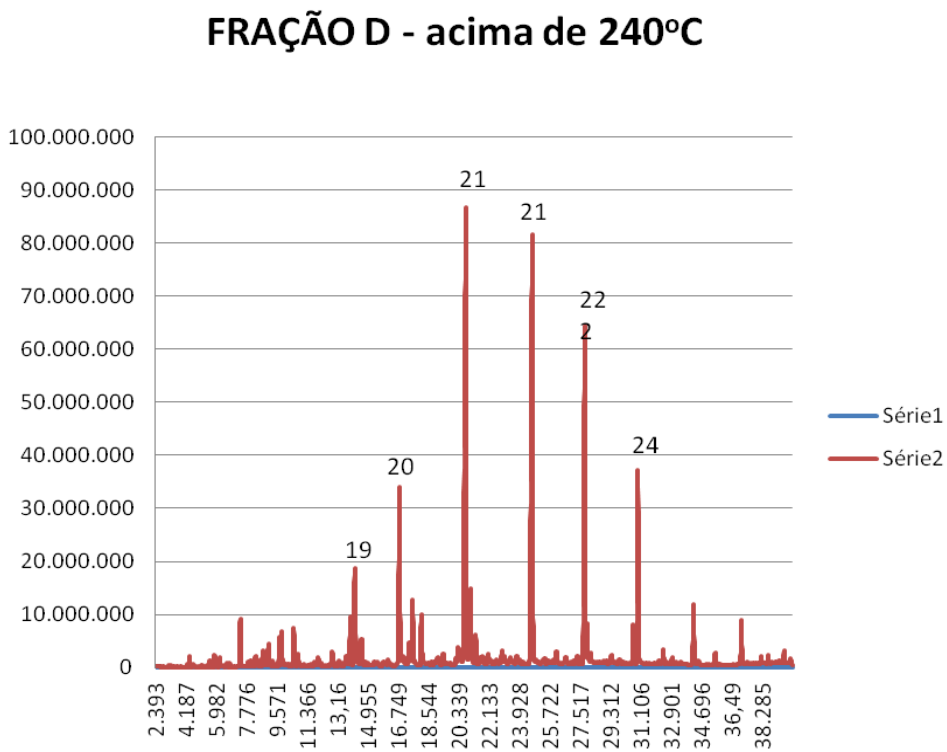
### FRAÇÃO B - 105 a 180°C



**Figura 4: Cromatograma da fração B obtida.**



**Figura 5: Cromatograma da fração C obtida.**



**Figura 6: Cromatograma da fração D obtida.**



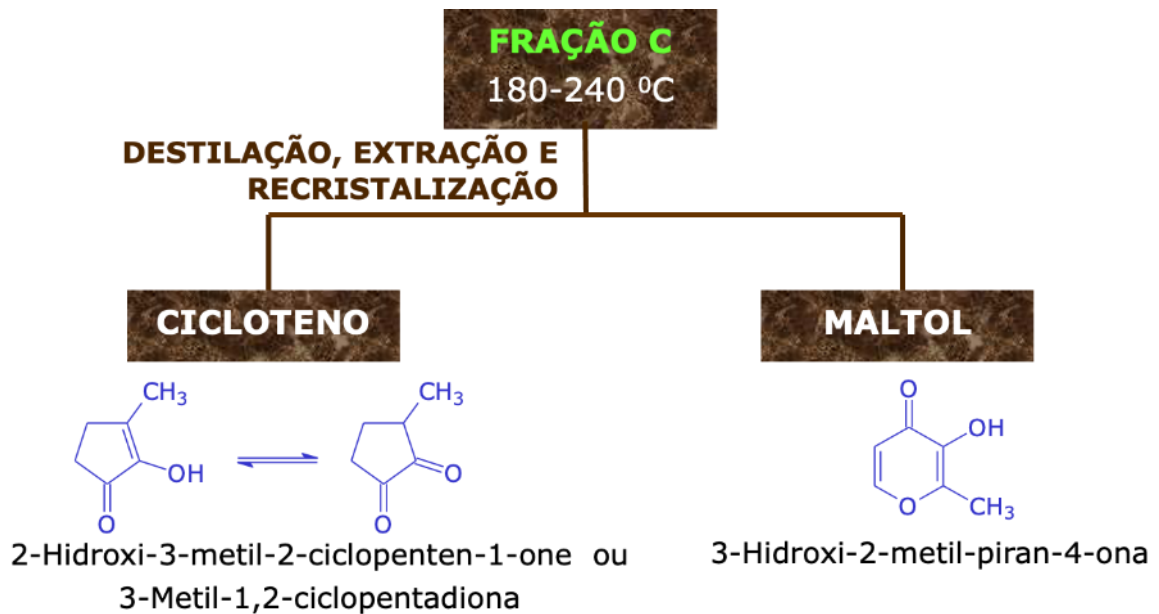
**Quadro 1: Identificação dos compostos de interesse nos cromatogramas 5,6 e 7.**

<b>NÚMERO DO PICO</b>	<b>SUBSTÂNCIA</b>
1	2-Ciclopenten-1-ona
2	3-Metil-1,2-pentenodiona
3 - 11	2-Metoxifenol (Guaiacol)
4 - 13	2-Metoxi-4-metilfenol (4-Metil-guaiacol)
5	4-Etil-2-metoxifenol (4-Etil-guaiacol)
6 – 15 - 21	2,6-Dimetoxifenol (Siringol)
7 – 16 - 22	4-Metil-2,6-dimetoxifenol (4-Metil-siringol)
8 – 17 - 23	4-Etil-2,6-dimetoxifenol (4-Etil-siringol)
9 – 18 - 24	4-Propil-2,6-dimetoxifenol (4-Propil-siringol)
11	2-Hidroxi-3-metil-2-ciclopenten-1-ona (Cicloteno)
12	3-Hidroxi-2-metil-piran-4-ona (Maltol)
14 - 20	3-Metoxi-1,2-benzenodiol
19	1,2-Benzenodiol

A partir da identificação dos constituintes do alcatrão vegetal, foi observado que alguns destes constituintes também estão presentes na natureza e podem ser utilizados como aditivos, flavorizantes, em alimentos industrializados (CARAZZA *et al.*, 2000).

Estes produtos flavorizantes – os aromas de fumaça ou fumaça líquida - são retirados das frações B, C e D, que podem ser redestilados para produzir outros aromas de fumaça, dependendo da aplicação de interesse.

A redestilação da fração C possibilita a separação de uma fração conhecida como creosoto, rica em compostos fenólicos que apresentam atividade contra insetos xilófagos e fungos, utilizada como medicamento no Japão. Ainda a partir da fração C, por meio de extração com água, seguida de recristalização, são isolados o maltol e o cicloteno, utilizados como flavorizantes em alimentos (CARAZZA *et al.*, 2000) (MARIA *et al.*, 2003).



**Fluxograma 2: Separação do cicloteno e do maltol a partir da fração C (óleo médio) do alcatrão vegetal**

### 2.1.2 Aplicações Gerais

O alcatrão *in natura* é utilizado como óleo combustível, podendo substituir o óleo diesel na geração de energia. Porém, a presença elevada de compostos oxigenados limita seu potencial calorífico. Assim, sua competitividade frente ao óleo combustível na obtenção de energia em usinas, caldeiras e termelétricas é bastante reduzido (STUCKENBRUCK *et al.*, 1989)

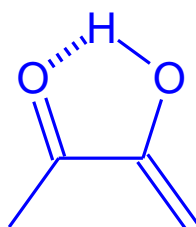
De 15% a 25% da destilação do alcatrão corresponde a uma fração aquosa - denominada ácido pirolenhoso - que apresenta cerca de 3% de matéria orgânica formada por várias outras substâncias químicas. Esta diversidade química é responsável pela potencialização de algumas propriedades terapêuticas nas plantas, além de possuir estruturas moleculares bem próximas a dos componentes dos tecidos vegetais. Utilizado como fertilizante foliar, regula o pH do solo, facilita a absorção de nutrientes, estimula os mecanismos de defesa da planta, reduz o uso de agrotóxicos. Além de resultar no crescimento de plantas mais vistosas e saudáveis, proporciona maior quantidade de folhas, sendo estas mais espessas, frutos com maior durabilidade e maior grau brix (teor de açúcar). Este produto é

comercializado como agrofertificante, biofertilizante ou fertilizante orgânico natural (BIOCARBO).

O alcatrão vegetal possui efeitos germicida, desinfetante (interno e externo), protetor e repelente dos insetos. Seu poder germicida é devido aos seus princípios ativos, dentre os quais se destacam o fenol, cresol, benzeno, tolueno, xilol, naftalina e outras substâncias fenólicas e balsâmicas (PAES *et al.*, 2002).

Algumas frações do alcatrão vegetal são comercializadas para laboratórios fabricantes de medicamentos veterinários como antissépticos, usados no tratamento de bicheiras e feridas em geral, e na hidratação de cascos de eqüinos, ovinos e bovinos. Outras frações são utilizadas como medicamentos humanos, como é o caso do creosoto vegetal, que é utilizado no Japão para tratamentos de distúrbios intestinais. Além disso, centenas de novas substâncias potencialmente bioativas já foram obtidas em laboratório a partir do alcatrão (CARAZZA, 2008) (PAES *et al.*, 2002).

O maltol é um sólido branco cristalino, solúvel em água quente, clorofórmio e outros solventes polares, com *flavor* intenso de algodão doce e caramelo, usado para conferir *flavor* ou odor doce às essências, tanto alimentícias quanto na perfumaria. Maltol e cicloteno são utilizados como potencializadores do gosto doce e flavorizantes em produtos de confeitaria, biscoitos, balas e doces em geral. Também são utilizados como atenuadores do gosto amargo em algumas bebidas como a cerveja (MARIA *et al.*, 2003). Apresentam-se na forma enol-oxo plana (Figura 7) e possuem odor de caramelo (BELITZ, 1999).



Fonte: BELITZ. (1999).

**Figura 7: Estrutura Química enol-oxo plana**

Dentre as inúmeras aplicações do piche vegetal, podemos destacar: matéria-prima na produção de elastômeros, espumas flexíveis, fibras de carbono, refratários, ligantes, aglomerantes, impermeabilizantes ou selantes, revestimentos, tintas e vernizes, resinas fenólicas do tipo baquelite (utilizadas em cabos de panela e peças internas para automóveis) (SEBRAE, 1999).

O piche vegetal vem sendo comercializado e utilizado como liga de massa refratária em fornos de indústrias siderúrgicas. O material não contém enxofre, além de possuir uma quantidade consideravelmente menor de substâncias carcinogênicas quando comparado aos produtos similares oriundos do alcatrão mineral ou petroquímico (SEBRAE, 1999).

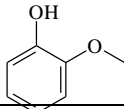
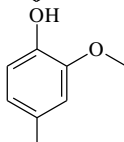
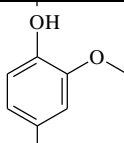
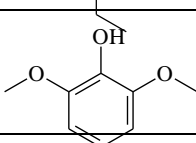
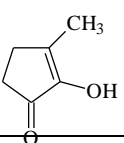
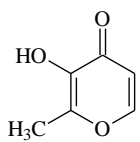
As frações oleosas possuem aromas característicos e seus constituintes são de ocorrência natural, podendo ser utilizados como aditivos, flavorizantes, em alimentos industrializados. Conferem *flavor*, coloração, textura, dentre outras características típicas de alimentos defumados tradicionalmente.

### 2.1.3 Composição Química

Os compostos fenólicos englobam desde moléculas simples até outras com alto grau de polimerização, que lhe confere o poder antioxidante. Nos vegetais apresentam-se na forma livre ou ligados a carboidratos e proteínas. São substâncias químicas que apresentam grupos hidroxila ligados a anéis aromáticos, podendo ser sintéticos ou naturais (ANGELO *et al.*, 2006).

Uma variedade de compostos fenólicos é encontrada naturalmente nos alimentos, sendo importante a presença dos mesmos. No caso dos alimentos defumados, a presença dos compostos fenólicos é indispensável, pois eles são responsáveis pela cor e *flavor* característicos deste tipo de produto (ANGELO *et al.*, 2006).

**Quadro 2: Alguns constituintes do alcatrão vegetal encontrados em alimentos**

COMPOSTOS	ESTRUTURA	"FLAVOR"	PRODUTOS ONDE SÃO ENCONTRADOS
2-Metoxifenol (Guaiacol)		Fumaça, doce, queimado	Café, chá preto, manteiga, leite
4-Metil - 2-metoxifenol (4-Metilguaiacol)		Doce, fenólico, baunilha	Defumados
4-Etil - 2-metoxifenol (4-Etilguaiacol)		Fumaça, bacon	Defumados
2,6-Dimetoxifenol (Siringol)		Fumaça, bacon	Defumados
2-Hidroxi-3-metil-2-ciclopenten-1-ona (Cicloteno)		Caramelo, Doce	Café
2-Hidroxi-3-metil-4(H)-piran-4-ona (Maltol)		Caramelo, Doce	Cacau, Café

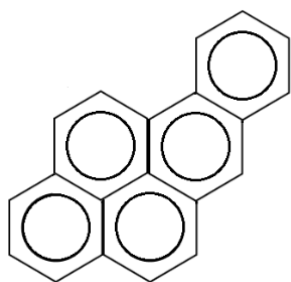
Fonte: BELITZ *et al.* (1999) modificado.

Os *flavors* característicos de cada fração oleosa do alcatrão vegetal estão diretamente relacionados com a composição química das mesmas. Assim, a presença de ácido acético na fração destilada entre 105-180 °C, fração B, resulta em um acentuado *flavor* de vinagre. A fração C, contendo 2-metoxifenol (guaiacol) e 4-metil-2-metoxifenol (4-etilguaiacol), apresenta um *flavor* de bacon levemente adocicado. A fração D, constituída principalmente por 2,6-dimetoxifenol (siringol), apresenta o *flavor* característico de bacon (CARAZZA *et al.*, 2000)

Apesar da grande difusão e consumo dos alimentos defumados, há uma associação deste tipo de alimento com algumas substâncias potencialmente cancerígenas, principalmente os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, conhecidos como HPA's. Em função disso, os HPA's têm sido objeto de estudo em muitas pesquisas envolvendo alimentos de diversos tipos e

origens, pois pode haver incorporação destas substâncias em diferentes estágios da produção, acondicionamento etc. Em termos de segurança alimentar, os alimentos devem conter teores muito pequenos ou, de preferência, não apresentarem HPA's em sua constituição (NETTO *et al.*, 2000)

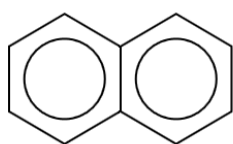
Os HAPs são substâncias químicas caracterizadas por possuírem dois ou mais anéis benzênicos condensados em sua estrutura, dispostos de forma linear, angular ou agrupada. São produtos primários de processos de combustão incompleta a diferentes temperaturas. Com base no peso molecular, os HPA's podem ser divididos em dois grupos: aqueles com baixo peso molecular, que possuem dois ou três anéis aromáticos, e os de alto peso molecular, compostos por quatro ou mais anéis aromáticos (Figura 7, p. 15) (CELINO *et al.*, 2006).



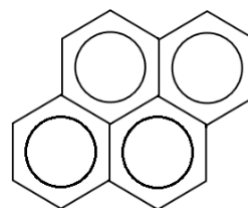
Benzopireno



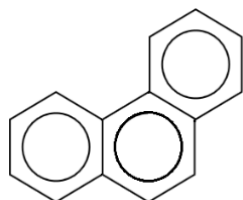
Antraceno



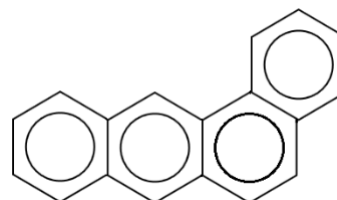
Naftaleno



Pireno



Fenantreno



Benzoantraceno

**Figura 8: Estruturas químicas dos HPA's mais comuns em alimentos**

Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos podem ser introduzidos no ambiente através das mais variadas fontes: os motores de exaustão a gasolina e especialmente os de combustão a diesel; o alcatrão da fumaça do cigarro; a superfície dos alimentos chamuscados, queimados ou defumados; fumaça da queima de madeira ou carvão; e outros processos de combustão parcial, nos quais o carbono ou combustível não são convertidos em CO ou CO<sub>2</sub> (BAIRD, 2002).

As propriedades físico-químicas são importantes para percebermos o comportamento ambiental e biológico destes compostos. São sólidos à temperatura ambiente, tem altos pontos de ebulição e de fusão, baixa solubilidade em água, são solúveis em solventes orgânicos e altamente lipofílicos. Devido ao seu caráter lipofílico, podem ser absorvidos pela pele, além de serem absorvidos por ingestão ou por inalação, sendo rapidamente difundidos pelo organismo (NETTO *et al.*, 2000).

Além de serem encontrados na natureza como contaminantes de solos e ar, o potencial carcinogênico apresentado por alguns HPA's, tem estimulado o desenvolvimento de pesquisas no sentido de identificar e quantificar a presença destes compostos em alimentos. Logo, também são contaminantes alimentares (CAMARGO *et al.*, 2000).

Excluindo as vias de exposição ocupacional, a dieta é a principal fonte de exposição em pessoas não fumantes. Os HPA's podem ser encontrados tanto em alimentos brutos como nos processados. O grau de contaminação depende do modo de processamento, preservação e armazenamento dos mesmos. São encontrados principalmente em carnes defumadas, peixes, frutas, vegetais e folhas, óleos e gorduras vegetais (REMIÃO, 2008).

A presença de HPA's em alimentos processados está associada a alguma etapa de processamento, como é o caso da defumação, fritura ou aquecimento em fornos, além de poderem ser formados durante o cozimento dos alimentos. No caso de grãos, vegetais e frutas, a presença destes compostos ocorre pela deposição atmosférica, secagem de cereais pela combustão direta de gases e durante a torrefação de café (NETTO *et al.*, 2000).

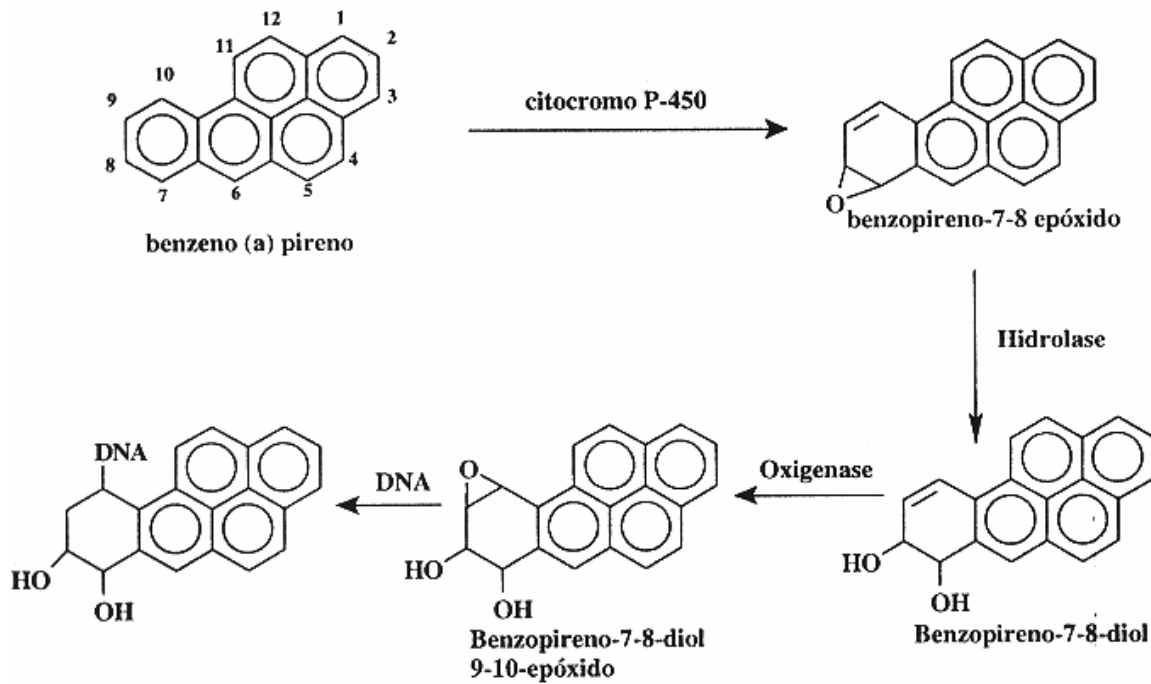
Quando ingeridos, os HPA's são captados por compostos lipofílicos. A absorção gastrointestinal é rápida e aumentada na presença de óleos no

trato intestinal, além de ser influenciada pela solubilidade do composto e da presença da bile (REMIÃO, 2008).

A lipofilia torna os HPA's capazes de penetrar as membranas celulares e de permanecerem indefinidamente no organismo. No entanto, o metabolismo destes compostos é capaz de torná-los mais hidrossolúveis e assim mais rapidamente excretáveis, ou convertê-los em metabólitos mais tóxicos ou carcinogênicos. A formação de cancros (doença que afeta a multiplicação de células) é o efeito tóxico mais significativo dos HPA's, sendo que a exposição crônica aumenta a probabilidade de iniciação de um cancro (REMIÃO, 2008).

Os HPA's movem-se rapidamente nas células. Quando dentro das células, estas usam seus mecanismos de desintoxicação para tentar remover o HPA's. O citocromo p450 adiciona oxigênio ao anel, tornando-o mais solúvel em água e criando âncoras para a ligação de grupos volumosos. Normalmente, estas moléculas modificadas são excretadas de forma segura do organismo. No entanto, algumas das formas intermediárias são altamente perigosas e causam dano genético antes de conseguirem ser removidas. Um bom exemplo é o benzopireno. Não é ele próprio que ataca o DNA mas sim produtos do seu metabolismo - intermediários com um anel epóxido reativo. Este epóxido passa por um processo de hidrólise se transformando em diol. Em seguida, o diol é novamente oxidado formando um diol-epóxido. É provável que o ataque eletrofílico do DNA aos diol-epóxidos ocorra *via* mecanismo do tipo SN1 e se processe mediante estados de transição nos quais os hidrocarbonetos exibem significativo caráter de carbocátion. Assim, a reatividade com o DNA e, conseqüentemente a capacidade carcinogênica destes compostos, estaria diretamente relacionada à facilidade de formação destes íons (Figura 9 p. 18) (NETTO *et al.*, 2000).





Fonte: OKUMA *et al.* (2007).

**Figura 9: Esquema de interação HPA com DNA**

Além disso, como os alimentos defumados são produtos enriquecidos em fenóis, a concentração destes compostos deve ser controlada, a fim de garantir a segurança alimentar, uma vez a concentração está relacionada com a toxidez, sendo esta afirmação válida para qualquer substância.

## 2.2 Alimentos Defumados

### 2.2.1 Conservação dos Alimentos

A multiplicação microbiana em alimentos tanto na forma *in natura* como processados industrialmente, ocorre em função do tipo de alimento e das condições ambientais. Os processos de conservação baseiam-se na destruição total ou parcial dos microrganismos capazes de alterar o alimento, ou na modificação ou eliminação de um ou mais fatores que são essenciais para a sua multiplicação, de modo que o alimento não se torne propício ao desenvolvimento microbiano. Também podem ser incorporadas aos alimentos substâncias inibidoras de microrganismos (GAVA, 2007).

As principais formas de conservação de alimentos são utilização de calor, desidratação, concentração, abaixamento da temperatura, adição de sal ou

outros solutos para reduzir a atividade da água, utilização de aditivos conservantes, irradiação, defumação, dentre outros processos (MARQUES, 2005).

O calor elimina as células dos microrganismos quando submetidos a uma temperatura letal. Esta temperatura é variável de acordo com a espécie do microrganismo e com a forma em que se encontra. A inativação das células vegetativas e dos esporos decorre, no caso do calor úmido, da desnaturação de proteínas, incapacitando as células de se multiplicar. Pasteurização e esterilização são exemplos de métodos de utilização de calor (GAVA, 2007).

A pasteurização é um tratamento térmico que elimina grande parte dos microrganismos presentes nos alimentos. Emprega temperaturas inferiores a 100°C, visando eliminar principalmente os microrganismos patogênicos. O aquecimento é feito normalmente por vapor de água, em equipamentos onde o alimento percorre em tubos e o vapor faz o aquecimento do mesmo pelo lado externo dos tubos (TAMANINI *et al.*, 2007). Já a esterilização, consiste na destruição total dos microrganismos presentes. Como isto implica na eliminação dos esporos bacterianos, são necessárias temperaturas elevadas, acima de 100 °C. Esta temperatura é conseguida, com utilização de equipamentos chamados de autoclave, que trabalham com calor de vapor sob pressão. Para a eficiência da utilização deste método, se faz necessário conhecer a resistência dos microrganismos a serem eliminados (KALIL *et al.*, 1994).

A desidratação de alimentos consiste na retirada da água, com a utilização de ar aquecido, que irá passar através dos alimentos, fazendo a evaporação da água. São empregadas para este método, temperaturas entre 45-85°C para massas alimentícias, vegetais e carnes, e temperaturas de 180-230 °C para a produção de leite e café em pó (MARQUES, 2005).

A desidratação por atomização ou "*Spray-Drying*", é um processo contínuo onde o alimento líquido ou em pasta, recebe continuamente fluxo de ar quente evaporando desta forma a água em sua composição. Outro método que também utiliza ar aquecido é o Leite Fluidizado, onde os alimentos são colocados em uma esteira perfurada, recebendo ar aquecido pela parte inferior, adquirindo uma agitação semelhante a uma ebulição. Neste processo, o tempo é relativamente longo (GAVA, 2007).

A concentração é um processo que remove somente parte da água (30 a 50%) dos alimentos, diminuindo, portanto, a atividade de água do mesmo. Na evaporação, são utilizados evaporadores, que trabalham sob vácuo. A destruição total dos microrganismos depende da temperatura empregada. Nos evaporadores a vácuo, nos quais são utilizadas temperaturas relativamente baixas, entre 60 a 70°C, bactérias termófilas poderão, inclusive, se multiplicar. Já a 100°C, os esporos não são destruídos, ocorrendo somente a destruição de células vegetativas (MARQUES, 2005). O "frio", abaixamento da temperatura, é bastante utilizado na conservação dos alimentos perecíveis, tanto os de origem animal como os de origem vegetal. Basicamente, o frio conserva os alimentos porque retarda ou inibe a multiplicação microbiana. Isto ocorre porque o metabolismo microbiano é efetuado através de reações enzimáticas as quais são influenciadas, em suas velocidades, pela temperatura. Na refrigeração, é utilizada temperatura acima do ponto de congelamento. Não ocorre eliminação dos microrganismos, eles apenas ficarão com o seu ciclo de reprodução inibido, retardando a deterioração dos alimentos pelo seu ataque ao mesmo. No congelamento são utilizadas temperaturas abaixo de zero. Na prática, as temperaturas empregadas na conservação dos alimentos, situam-se entre -10 a -40°C. Neste processo de conservação, ocorre uma redução da população microbiana. A morte dos microrganismos decorre, principalmente, devido aos cristais de gelo formados na célula; à desnaturação de enzimas; à perda de gases da célula; ao abaixamento da atividade de água (GAVA, 2007) (PFAFFENBACH *et al.*, 2003) (COLLA *et al.*, 2003).

O sal provoca a diminuição da atividade da água nos alimentos, que é um fator necessário para a reprodução microbiana, aumentando, desta forma, a conservação dos alimentos. Os alimentos salgados podem, assim, ser mantidos à temperatura ambiente. É o caso do charque, do bacalhau, sardinhas e de outros pescados. A salga dos alimentos pode ser feita a seco ou através de salmoura. Na salga a seco, o sal é aplicado na superfície da carne e tende a retirar umidade, e penetrar até que a concentração de sal seja praticamente uniforme em todo o produto (em média cerca de 4,5 %). Na salga em salmoura, usa-se imersão do produto em solução salina. Pode-se também, usar o sistema misto (passar o alimento em uma salmoura

primeiro, e em seguida utilizar a salga a seco). Os microrganismos mais problemáticos para os alimentos salgados são os halofílicos, estas bactérias vêm com o próprio sal utilizado e produzem nos alimentos o "vermelhão". É importante, portanto, a utilização de um sal de boa qualidade (EVANGELISTA, 2000).

A adição de conservantes químicos aos alimentos apresenta diversas finalidades (Quadro 3), como melhorar a sua coloração e/ou *flavor*, bem como aumentar o tempo de prateleira (MARQUES, 2005).

**Quadro 3: Exemplos de aditivos usados na indústria alimentar**

<b>TIPO DE ADITIVO</b>	<b>FINALIDADE</b>	<b>EXEMPLOS</b>
Antioxidantes	Previnem a oxidação de gorduras	Vitamina C
Corantes	Melhoram o aspecto	Carotenos, sais de ferro
Emulsificantes	Modificam textura e estabilizam mistura de água e óleo	Dextrina
Intensificadores de sabor	Adicionam ou realçam o sabor	Glutamato de monossódico
Conservantes	Previnem a ação de microrganismos	Nitratos, nitritos, dióxidos de enxofre, ácido benzóico e ácido desenvolveu-se ascórbico
Adoçantes	Conferem gosto doce	Aspartame, frutose
Reguladores de acidez	Regulam o pH	Ácidos acético, láctico, cítrico

Fonte: MARQUES. (2005) modificado.

No caso específico da conservação por defumação, ocorre a secagem (desidratação) pelo calor e incorporação dos componentes da fumaça ao alimento. A defumação pode ser feita com diferentes técnicas, sendo aplicada principalmente em carnes, peixes, queijos e derivados.

Atualmente, o maior interesse no processo de defumação não está no seu efeito conservante, mas sim na incorporação de propriedades sensoriais aos alimentos, principalmente cor e "*flavor*", melhorando a aceitação e agregando valor ao produto final (CARAZZA *et al.*, 2000).

### 2.2.2 Histórico da Defumação

A química dos alimentos é de origem obscura, porém marcada por descobertas relevantes (FENNEMA, 1996)

No final do século XVIII aconteceram os primeiros isolamentos de substâncias como lactose, ácido cítrico no suco de limão, ácido málico na maçã. No início do século XIX despertou-se o interesse público pela qualidade e segurança dos alimentos. Porém, foram desenvolvidas também técnicas de adulteração dos alimentos, que no início do século XX passaram a ser uma preocupação por causa da contaminação por subprodutos indesejáveis em alimentos extensivamente processados (FENNEMA, 1996).

Ainda no século XX muitas das substâncias essenciais das dietas foram descobertas e caracterizadas, incluindo vitaminas, minerais, ácidos graxos e alguns aminoácidos, assim como substâncias químicas usadas como aditivos para vários fins passaram a ser utilizadas extensivamente (FENNEMA, 1996).

A origem dos defumados é do tempo em que o homem sentiu necessidade de conservar a carne por longos períodos de tempo. A descoberta do fogo foi o primeiro passo para uma conservação mais eficiente. A caça era colocada próxima ao fogo, talvez para protegê-la de outros animais, porém foi observado que, após este tratamento, a carne demorava mais a se deteriorar. Surgiu, então, um novo modo de conservação: a defumação (DIONYSIO *et al.*, 2008).

Coultate relata a origem do processo de defumação como “a arte de secar a caça sobre o fogo de madeira” pelos homens pré-históricos, os *homo-sapiens*, que já comiam de tudo, inclusive o cérebro e a carcaça de animais. Segundo Coultate (1984), a defumação, que apresentava como objetivo inicial a conservação, passou a ser utilizada com a finalidade de conferir aos alimentos a cor e o *flavor* típico dos alimentos defumados, em detrimento da sua função original. Este fato pode ser atribuído ao desenvolvimento de métodos modernos e mais eficientes de conservação, particularmente a refrigeração.

Assim, podemos afirmar que a defumação dos alimentos proporciona o efeito preservativo, a coloração e o *flavor* aos produtos processados.

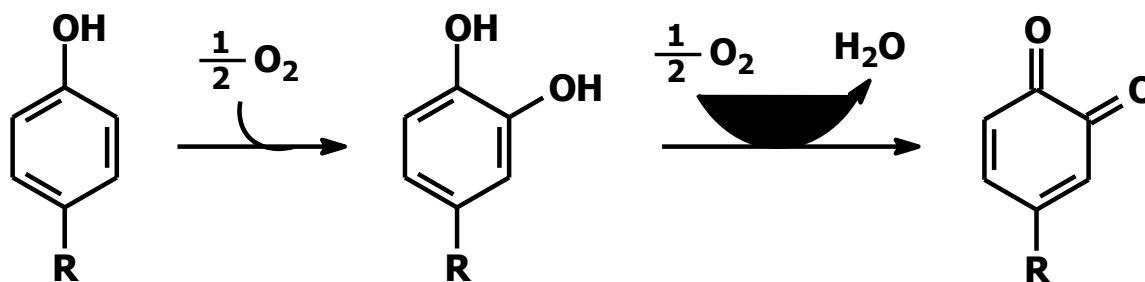
**Quadro 4: Ação dos principais constituintes da fumaça**

<b>PRODUTO</b>	<b>AÇÃO</b>
álcool metílico	antisséptica
ácido pirolenhoso	abaixa o pH e produz ésteres com o metanol
aldeídos	antisséptica
cetonas	antisséptica
ésteres	aromatizante
fenóis e cresóis	antisséptica e aromatizante; desenvolvem a cor característica de caramelo*
3,4-benzopireno e 1,2,5,6-fenantreno	carcinogênicos produzidos em temperaturas altas de combustão

Fonte: ROÇA. (2011) modificado.

\*As cores dos alimentos defumados devem-se principalmente a dois tipos de reações:

- Reação de oxidação dos compostos fenólicos: envolve inicialmente a hidroxilação de monofenóis a difenóis, oxidação dos difenóis a quinonas e polimerização das quinonas formando as melanoidinas.



Fonte: COULTATE. (1984)

**Figura 10: Reação de oxidação dos compostos fenólicos**

- Reação de Mailard: reação complexa entre carboidratos ou compostos carbonílicos com proteínas, formando também melanoidinas (polímeros escuros) (COULTATE, 1984).

Os alimentos, quando defumados, ficam menos suscetíveis à contaminação do que os alimentos não defumados, como resultado de uma combinação de fatores. A desidratação superficial priva o crescimento dos microrganismos de umidade essencial. Compostos fenólicos e formaldeído, quando depositados na superfície dos alimentos, apresentam propriedades bacteriostáticas, assim como os fenóis conferem uma proteção contra oxidação da gordura, evitando o sabor de ranço. Porém, os processos sanitários, a refrigeração e o uso de embalagem a vácuo reduziram o uso da defumação para fins de preservação dos alimentos (ROÇA, 2011).

### 2.2.3 Segurança Alimentar

A produção de alimentos envolve várias reações químicas, dentre as quais muitas ainda não são conhecidas. Mesmo assim, sabe-se que, durante tais reações, substâncias tóxicas ao organismo humano podem ser formadas ou podem ter sua toxicidade intensificada. Assim, torna-se indispensável observar a relação entre o consumo dessas substâncias por longos períodos e o desenvolvimento de neoplasias, ou seja, proliferação celular anormal (MARQUES *et al.*, 2009).

O desenvolvimento de substâncias tóxicas nos alimentos pode acontecer de diferentes formas, mas a principal delas ocorre quando o produto é submetido a altas temperaturas (CAMARGO *et al.*, 2000).

Entre as principais reações na formação de compostos tóxicos destaca-se a pirólise. Neste contexto, atenção especial tem sido direcionada aos alimentos defumados, uma vez que no processo de defumação são formados os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, que apresentam toxicidade característica, causando maior ou menor dano à saúde, dependendo da dose, do período e da frequência de exposição (CAMARGO *et al.*, 2000)

O desenvolvimento do câncer é influenciado direta ou indiretamente pela qualidade e tipo do alimento, assim como pelo emprego de técnicas inadequadas de preparo e de conservação dos produtos (CARÓFOLO *et al.*, 2004).

Nos processos tradicionais de defumação, os alimentos são submetidos à pirólise, gerando HPA's carcinogênicos, assim como a queima da serragem também gera tais compostos. Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, que passam a compor a fumaça gerada, são absorvidos e se depositam na camada mais externa dos alimentos. A concentração de HPA's varia de acordo com as quantidades de gordura e de fumaça, mas pode alcançar valores de até 50 ppm de benzopireno em carnes defumadas. Essa substância já foi encontrada em outros alimentos submetidos ao mesmo tratamento térmico (MARQUES *et al.*, 2009).

O estabelecimento de limites máximos de HPA's em alimentos vem acontecendo em alguns países. O Brasil ainda não limitou tais valores. Porém países como Alemanha, Áustria e Polônia estabeleceram que 1 µg/Kg seria o valor máximo de benzopireno em carnes defumadas (CAMARGO *et al.*, 2000).

Um regulamento da União Européia determina os limites legais no que diz respeito aos gêneros alimentícios que podem conter HPA's em sua composição (CE 1881).



**Tabela 2: Teores máximos de benzopireno como contaminante em alguns gêneros alimentícios destinados ao consumo humano**

<i>PRODUTO</i>	<i>NÍVEL MÁXIMO DE BENZOPIRENO (µg/Kg de peso de produto fresco)</i>
Óleos e gorduras destinadas ao consumo direto ou a utilização como ingredientes	2,0
Alimentos destinados a lactantes e crianças jovens	
Gêneros alimentícios para bebês e à base de cereais destinados a bebês e a crianças jovens	1,0
Fórmulas para lactantes e fórmulas de leite para bebês	
Alimentos dietéticos destinados a fins medicinais específicos destinados a lactantes	
Carnes defumadas e produtos defumados à base de carne	5,0
Parte comestível do peixe defumado e produtos defumados da pesca	5,0
Parte comestível de peixes, excluindo peixe defumado	2,0
Crustáceos, cefalópodes, exceto defumados	5,0

Fonte: COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS. CE 1881: 2006

A defumação tradicional vem sendo substituída por aditivos que apresentam menor risco para a saúde humana, proporcionando ainda a cor e o *flavor* característico de alimentos defumados. Porém, alguns líquidos de defumação utilizados como aditivos apresentam certa quantidade de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, mesmo que em quantidades bastante reduzidas (MARQUES *et al.*, 2009).

De acordo com a RESOLUÇÃO CNS/MS N.º 04, DE 24 DE NOVEMBRO DE 1988 da Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os valores máximos de líquidos de defumação utilizados como aromas são aqueles descritos na Tabela 3.

**Tabela 3: Limite máximo de aroma adicionado com objetivo de conferir sabor defumado ao alimento**

<b>ALIMENTOS AROMATIZADOS COM AROMAS DE FUMAÇA</b>	<b>LIMITE MÁXIMO g/100g – g/100mL</b>
Alimentos processados a base de cereais	0,006
Balas	0,006
Biscoitos e similares	0,006
Condimentos preparados	0,0015
Molhos	0,0015
Produtos cárneos defumados	0,009
Produtos de pescado defumado	0,009
Preparados desidratados e concentrados para sopas e caldos	0,006 (no produto a ser consumido)
Queijos defumados	0,009

Fonte: RESOLUÇÃO CNS/MS N.º 04, DE 24 DE NOVEMBRO DE 1988 da ANVISA

## **2.3 Defumação Tradicional**

### **2.3.1 Descrição da Técnica**

A defumação tradicional consiste em expor os alimentos à fumaça produzida pela combustão incompleta da madeira. A produção de fumaça por queima da serragem é uma técnica popular. A composição da fumaça depende dos seguintes fatores: temperatura de queima; presença de ar; tipo e quantidade de madeira queimada; tempo de exposição; distância do produto à fonte de fumaça (DINONYRIO *et al.*, 2008) (PARDI *et al.*, 2006).

Para uma melhor densidade e composição da fumaça, serragem úmida e verde é preferida. Baixa umidade – de 10 a 15% - origina uma maior temperatura de queima, enquanto que 25 a 30% de umidade estabelece uma temperatura menor e uma fumaça mais densa. Aumentando o volume e a velocidade do ar aumenta o volume da fumaça (DIONYSIO *et al.*, 2008).

As peças devem ser “penduradas” no defumador, mantendo-se certa distância entre elas, bem como da parede, a fim de garantir a circulação da fumaça e do calor. A produção de fumaça é feita normalmente com serragem de eucalipto, que é um produto mais fácil de ser encontrado no mercado. De modo geral, madeiras nobres como peroba, cedro e pau-marfim são boas para o processo de defumação. A serragem de pinus não é indicada por causa da possibilidade de apresentar resina (SIC) (SBRT).

O processo de defumação de alimentos pode ser feito a quente, para carnes como de suíno, de bovino, de peixe e de ave, com utilização de fogo e fumaça. Pode-se, ainda, defumar queijos em processo a frio ou eletrostático (EVANGELISTA, 2000).

Na defumação quente a temperatura da fumaça alcança de 70 a 100 °C. O equipamento para defumação quente é feito de câmaras dispostas em série, feitas de chapas de aço, capazes de refletir fortemente o calor. Ou ainda em forma de torre de chapa de aço, ou revestida por chapa de aço, com vários níveis. A fumaça é fornecida pela queima de serragem ou aparas de madeira e o calor, por gás (EVANGELISTA, 2000).

Na defumação a frio, destinada à defumação de embutidos cozidos e conservas, a temperatura da fumaça chega a aproximadamente 18 °C, obtida geralmente da combustão de serragem. A fumaça é produzida em pontos centrais distribuidores, normalmente em câmaras de alvenaria

construída em torre com vários níveis. O tempo de duração do processo de defumação à frio é de um a quatro dias (TAPIA, 2006).

No processo de defumação por ionização, o alimento é conduzido através de um túnel equipado com ionizadores nas laterais. As partículas de fumaça percorrem o túnel recebem uma carga elétrica. O alimento, sendo "terra", atrai as partículas de fumaça carregando cargas opostas. O controle é feito regulando-se a densidade da fumaça, a tensão dos ionizadores e a velocidade da esteira, determinando-se assim tempo de exposição do alimento (TAPIA, 2006).

Após o processo de defumação, o alimento adquire uma coloração e textura superficiais atrativas, sendo esta textura resultado do efeito secante da fumaça. Os pigmentos dos componentes da fumaça e a formação das resinas contribuem para a formação da coloração. Porém, coloração escura não é desejável, pois é resultante da reação dos compostos da fumaça com as proteínas da carne, além de excessivo acúmulo de constituintes do alcatrão (GAVA, 2007).

As substâncias presentes na fumaça exibem diferentes contribuições para o *flavor*. Também é possível que constituintes da fumaça apresentem interação com alguns constituintes da carne para formar compostos flavorizantes. Condições ambientais de temperatura e tempo afetam bastante o desenvolvimento do *flavor*. Um *flavor* típico - rico, pungente, aromático - é o resultado de uma combinação de muitos constituintes individuais do *flavor* como ácidos orgânicos, fenóis e compostos carbonílicos, incluindo as cetonas (DIONYSIO *et al.*, 2008).

Basicamente, a fumaça é constituída por duas fases: uma fase de partículas e uma fase de vapor, que é a fase mais depositada no alimento quando defumado. O *flavor* conferido ao alimento defumado é proveniente da fase de vapor (CAMARGO *et al.*, 2000).

### 2.3.2 Aplicações

Carnes, embutidos, pescados e queijos são exemplos de alimentos que podem ser defumados.

Exemplo são toucinho, lombo, costelas, orelhas, pés e paio. Carnes bovinas, de aves e ovinos também podem ser defumadas.

Produto embutido é todo aquele elaborado com carnes ou órgãos comestíveis, condimentado, cozido ou não, defumado e dessecado ou não, tendo como envoltório tripas, bexigas ou outras membranas. Exemplos são linguças, salames, salsichas, mortadelas e presuntos (MARQUES *et al.*, 2009).

Os peixes mais gordurosos são os melhores para a técnica de defumação. O salmão é exemplo de peixe nobre defumado (COSTA *et al.*, 2008).

Os queijos, após serem produzidos e obterem o formato adequado, são submetidos ao processo de defumação dentro de uma câmara fechada, com temperatura controlada. Este tratamento permite a formação de uma casca externa e *flavor* característico do processo. Um exemplo típico é o queijo provolone (COELHO *et al.*, 2009).

## 2.4 Aroma de Fumaça como Aditivo em Alimentos

### 2.4.1 Descrição da Técnica

Com a grande quantidade e variedade de produtos disponíveis no mercado, são as características diferenciais, como o *flavor*, que vão garantir a aceitação do produto pelo consumidor (NITZKE *et al.*, 2001).

A exploração das propriedades sensoriais está intimamente ligada ao prazer de comer e beber, satisfazendo algum desejo, ou a até mesmo contribuindo para a ingestão de alimentos de alto valor nutritivo, porém, de *flavor* não muito agradável (NITZKE *et al.*, 2001).

O termo *flavor* apresenta um significado complexo. Representa a percepção de várias propriedades sensoriais - odor, gosto, aroma, textura, temperatura e som - pelo ser humano quando um alimento é ingerido. *Flavor* pode ser definido como um conjunto de sensações de natureza psico-fisiológica decorrente do reconhecimento de substâncias bioativas,

presentes nos alimentos, pelos receptores sensoriais gustativos, olfativos, visuais e auditivos (PORTO *et al.*, 1998). Na Língua Portuguesa, o termo que mais se aproxima do significado de *flavor* é a palavra sabor. A palavra sabor apresenta significado mais restrito do que o termo *flavor*, pois envolve apenas as sensações resultantes da interação entre as substâncias bioativas com os receptores gustativos e olfativos.

As substâncias bioativas presentes nos alimentos que interagem com as papilas gustativas, localizadas dentro da boca e do estômago, são denominadas de substâncias sápidas ou saporíferas. Geralmente são substâncias não-voláteis, polares e solúveis em água (PICCINI *et al.*, 2002). As substâncias odoríferas são aquelas que interagem diretamente com os receptores olfativos. São substâncias de baixa massa molar, voláteis e pouco polares (PORTO *et al.*, 1998).

Já as substâncias aromatizantes são aquelas liberadas dentro da boca, durante a mastigação do alimento. A percepção destas substâncias ocorre indiretamente, ou seja, após a liberação no ato da mastigação, elas percorrem o canal que interliga a boca ao olfato, para então atingirem os receptores olfativos (PICCINI *et al.*, 2002).

Os aditivos aromatizantes são constituídos principalmente por uma parte ativa, que são as substâncias responsáveis pela aromatização, e outra parte de veículos ou suportes, que são os solventes (PORTO *et al.*, 1998).

A parte ativa pode ser classificada como pertencente a uma das principais categorias: matéria-prima aromatizante natural, produto aromatizante natural, substância aromatizante natural, substância aromatizante idêntica à natural, substância aromatizante artificial, aromatizantes sintéticos (PICCINI *et al.*, 2002).

A matéria-prima aromatizante natural é um produto de origem animal ou vegetal, utilizado para consumo humano. Exemplos: frutas, suco de frutas, vinhos, queijos, castanhas (PICCINI *et al.*, 2002).

O Produto aromatizante natural é um concentrado obtido a partir de matérias-primas aromatizantes naturais por processos físicos adequados. Exemplos: infusões, extratos, óleos essenciais, óleos (NITZKE *et al.*, 2001).

A Substância aromatizante natural é uma substância quimicamente definida, dotada de propriedades organolépticas, obtida a partir de matéria-

prima ou produto aromatizante natural por processo físico adequado. Exemplos: citral, mentol, vanilina (PORTO *et al.*, 1998).

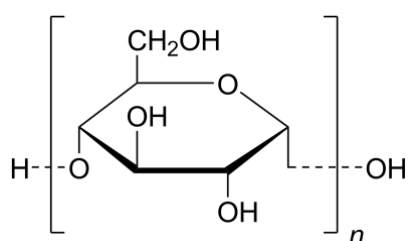
A Substância aromatizante idêntica a natural é uma substância quimicamente definida, com propriedades organolépticas, obtida por síntese ou outro processo químico adequado, e que apresenta estrutura idêntica à da substância aromatizante natural. Exemplo: vanilina sintética.

A Substância aromatizante artificial é uma substância quimicamente definida, com propriedades organolépticas, obtida por síntese ou outro processo químico adequado, e que ainda não foi encontrada na natureza. Exemplo: etil-vanilina (NITZKE *et al.*, 2001).

Aromatizantes sintéticos são compostos quimicamente definidos, encontrados na natureza, mas obtidos por processos químicos (PICCINI *et al.*, 2002).

Os aromas de fumaça podem ser classificados como produto aromatizante natural ou como aromatizante sintético, dependendo da natureza de suas matérias primas e/ou processos de elaboração. Podem ser obtidos por diferentes processos (PICCINI *et al.*, 2002).

Uma suspensão previamente preparada e homogeneizada, contendo os princípios aromáticos, água e suporte, é colocada em uma câmara de secagem contra uma corrente de ar quente. A água evapora-se instantaneamente e um pó fino é coletado em um ciclone. A grande maioria dos aromas em pó comercializados atualmente é produzida por este processo. O suporte mais utilizado no Brasil é a maltodextrina (PORTO *et al.*, 1998).



Fonte: Revista Suplementação

**Figura 11: Estrutura química da maltodextrina.**

Outra forma de obtenção dos aromas de fumaça é por dispersão. Um aroma líquido é pulverizado sobre um veículo ou um suporte comestível e inerte, envolvendo agitação mecânica e passagem por uma peneira, para quebrar possíveis aglomerados e garantir o tamanho da partícula desejado, seguindo para imediata embalagem. Os principais produtos comerciais preparados dessa forma são as misturas de condimentos utilizados pelas indústrias de embutidos cárneos e produtos expandidos de cereais (*snacks*). Entre os suportes mais utilizados estão o amido, o açúcar, o sal e o glutamato monossódico (PORTO *et al.*, 1998).

Após a obtenção dos aromas de fumaça, a aplicação do produto no alimento, principalmente produtos cárneos, pode ser de diferentes maneiras.

O processo de imersão consiste em colocar a carne imersa em salmoura contendo o aroma de fumaça de interesse com uma determinada concentração. Em seguida é necessário um tempo de descanso, para a saída do excesso de salmoura. Após este procedimento, a carne segue para o cozimento. Também denominada de “Chuveiro”, esta é a forma mais moderna e eficiente de uso do líquido de defumação (COSTA *et al.*, 2008).

O processo de atomização ou aspersão consiste em borrifar a fumaça líquida por toda superfície cárnea durante o seu processo de cozimento. Esta é a forma mais antiga do uso dos aromas de fumaça (COSTA *et al.*, 2008).

A fumaça líquida também pode ser adicionada diretamente na composição do alimento durante a sua produção, como é o caso de biscoitos, sopas (CARAZZA *et al.*, 2000).

A intensidade de defumação poderá ser regulada pelo tempo de exposição do produto com o líquido de defumação (TAPIA, 2006).



## 2.4.2 Aplicações

Os consumidores estão cada vez mais interessados em produtos saudáveis, e tendo cada vez mais acesso a maior variedade de produtos. Portanto, o diferencial é fundamental para a aceitação no mercado.

Por isso, diversas indústrias estão utilizando aromas de fumaça na fabricação de seus alimentos, tais como: laticínios (queijos), Confeitaria (doces, balas, biscoitos, goma de mascar), Culinária (sopas, caldos, *snaks*, salgados), Bebidas (chimarrão), Carnes (embutidos em geral, produtos processados), pescados (peixes, mariscos).

Além disso, podem ainda ser utilizados na indústria Farmacêutica (pastilhas, xaropes) e cosmética (batons, xampus).

Diferentemente da defumação tradicional, os líquidos de defumação podem ser aplicados aos mais diferenciados produtos. E não apenas em carnes, pescados e queijos.

## 2.5 Defumação Tradicional *versus* Fumaça Líquida

O processo de defumação, além de transmitir ao produto sabor agradável, retarda a oxidação das gorduras impedindo o aparecimento do sabor rançoso (DIONYSIO *et al.*, 2008).

O processo confere um acentuado poder conservador. A combinação da fumaça e do elevado grau de calor pode diminuir cerca de dez mil vezes a população bacteriana da superfície. Durante o processo, os componentes da fumaça ficam impregnados na camada superficial do produto, dando certa proteção contra os microrganismos. O sal presente e a desidratação resultante também ajudam na conservação do alimento. Além disso, quase todas as bactérias não esporuladas são destruídas pela defumação (EVANGELISTA, 2000).

Porém, algumas desvantagens também estão presentes no processo. Uma delas consiste na perda de peso do produto, que varia de 5 a 10%, dependendo do corte escolhido e do tempo de defumação. Mas a mais importante é a impregnação de compostos indesejados da fumaça no alimento. Como a superfície do alimento entra em contato direto com toda a fumaça produzida, todos os compostos poderão ou não fixar nesta

superfície. Como exemplo de produtos indesejados que serão incorporados, temos os hidrocarbonetos poliaromáticos que são potencialmente carcinogênicos. Estes compostos são liberados durante a queima da madeira, serragem, ao longo do processo. A deposição destes compostos ocorre quando a distância entre a fonte de calor e o produto for pequena, menor que 40 centímetros, além de também ser favorecida com a queima incompleta da madeira (EVANGELISTA, 2000).

Atualmente, as indústrias de alimentos têm utilizado a fumaça líquida por várias razões, como uniformidade facilidade de aplicação, teores reduzidos de substâncias cancerígenas e minimização de problemas ambientais. A fumaça líquida pode ser aplicada diretamente ao produto, fora do fumeiro, por adição ou imersão ou dentro do fumeiro, por pulverização (GAVA, 2007).

Uma grande vantagem da utilização dos líquidos de defumação é que a textura, sabor e aroma dos alimentos defumados não se restringe à superfície dos mesmos. Podendo ser adicionado durante a sua produção, essas características se distribuem uniformemente ao longo de todo produto.

Além disso, o método garante uma padronização nos produtos defumados, pois se adiciona a quantidade adequada de aroma de fumaça em cada tipo de alimento para a obtenção das características de interesse no produto final.

Além disso, a defumação com aromas de fumaça é considerada ecologicamente correta, pois não existe liberação de fumaça para o ambiente. Pelo contrário, a utilização da fumaça líquida como aditivo alimentar vem reduzir o impacto ambiental e agregar valor à produção do carvão vegetal, que constitui parte importante no ciclo produtivo do segmento siderúrgico nacional (CARAZZA *et al.*, 2000).

Porém, a principal vantagem da utilização do aroma de fumaça como aditivo consiste na redução significativa de compostos potencialmente tóxicos, particularmente os HPA's (REMIÃO, 2008).

Na produção dos aromas de fumaça, o alcatrão vegetal é submetido à destilação fracionada, extração com água e diluição. Após o preparo dos aromas de fumaça, estes são submetidos ao controle de qualidade para

padronização e segurança alimentar. Antes de serem adicionados aos alimentos, os aromas de fumaça ainda são diluídos nas indústrias e, por fim, diluídos novamente no produto final. Como os HPA's apresentam elevada massa molar e são substâncias pouco solúveis em água, após as etapas mencionadas, eles são praticamente eliminados da constituição dos aromas de fumaça (OKUMA *et al.*, 2007).

Além disso, os alimentos defumados com aromas de fumaça apresentam teores reduzidos de compostos fenólicos, abaixo dos valores preconizados pela legislação nacional vigente (OKUMA *et al.*, 2007).

A tabela 4 mostra os resultados obtidos em um trabalho sobre o Teor de compostos fenólicos em queijos defumados. Sendo as amostras de 1 a 4 queijos provolone defumados tradicionalmente adquiridos no comércio local de Belo Horizonte. Enquanto que a amostra 5 é uma amostra de queijo prato, também adquirida no mercado, defumada com aroma de fumaça na proporção de 0,2% (v/m) na massa do queijo (OKUMA *et al.*, 2007).

**Tabela 4: Teores de compostos fenólicos encontrados em queijos defumados tradicionalmente e com aromas de fumaça**

<b>AMOSTRA</b>	<b>RESULTADO (mg/kg)</b>
1	732
2	537
3	356
4	540
5	66

Fonte: OKUMA *et al.* (2007) modificado.

Diante do exposto, podemos dizer que os alimentos defumados produzidos com aromas de fumaça são mais seguros do que aqueles obtidos por defumação tradicional.

### **3. CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS**

Do ponto de vista da segurança alimentar, a utilização dos aromas de fumaça em substituição aos processos tradicionais de defumação possibilita a produção de alimentos mais seguros, tanto em relação à presença de HPA's, quanto à redução do teor de compostos fenólicos no produto final.

O controle de qualidade e padronização dos aromas de fumaça permite a sua utilização adequada em diferentes produtos alimentícios, ao contrário dos processos tradicionais de defumação.

Além disso, com relação à questão ambiental, a utilização dos aromas de fumaça na produção de alimentos defumados é vantajosa, pois reduz o impacto ambiental gerado pelos processos tradicionais de defumação. Reduz também o impacto ambiental gerado na produção do carvão pelas indústrias siderúrgicas, pois utiliza um de seus co-produtos, o alcatrão vegetal. Neste último caso, proporciona ainda a agregação de valores ao ciclo produtivo do segmento siderúrgico e promove o desenvolvimento de uma indústria de Química Fina baseada em biomassa renovável – a madeira proveniente de reflorestamento.

Finalmente, o presente trabalho apresenta como perspectivas a divulgação e difusão da aplicação dos aromas de fumaça na produção de alimentos defumados, proporcionando assim alimentos mais seguros, provenientes de processos ambientalmente corretos. Desta forma, este será um exemplo efetivo de contribuição da ciência e da tecnologia para a sociedade: a produção de alimentos seguros com as propriedades sensoriais desejadas pelo consumidor.

## 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. 2006. Disponível em: <[http://www.polo.ibilce.unesp.br/departamentos/eng/njorge/RIALA\\_1095.pdf](http://www.polo.ibilce.unesp.br/departamentos/eng/njorge/RIALA_1095.pdf)>. Acessado em: 05 out. 2011.

BAIRD, C. Química Ambiental. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. (02\_11\_09\_ArtigoHPAs)

BELITZ, H.D.; GROSH, W. Food chemistry. 2ª ed. Berlin: Springer-Verlag, 1999.

BRASIL. Ministérios das Minas e Energia. Balanço Energético Nacional, 2006. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/sem/ben>>. Acesso em: 01 out. 2011.

BRITO, J. O. Carvão vegetal no Brasil: gestões econômicas e ambientais. Estudos Avançados. v. 4 ,n. 9 , p. 221-227, 1990.

CAMARGO MSFO, TOLEDO MCF. Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos em margarinas, creme vegetal e maionese. Ciência Tecnologia de Alimentos. v. 20, n. 1 p. 51-55, 2000.

CAMARGO, M.; SÍLVIA, F. O.; TOLEDO, M.; CECÍLIA, de F. Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos em margarina, creme vegetal e maionese. Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos. v. 20, n. 1, 2000.

CARAZZA, F. As riquezas das fumaças do carvão vegetal. Revista de Opiniões, São Paulo, junho – agosto, 2008. Disponível em <<http://www.revistaopinioes.com.br/cp/materia.php?id=252>>. Acessado em: 01 out. 2011.

CARAZZA, F.; M.E.A., PASA, V.M.D. & LESSA, A. Fractiontion of Wood tar, In; Bridgwater, A.V. ed. Advances in Thermochemical Biomass Conversion, London, Blackie Academic & Professional, v. 2, p. 1474 (1994) ISBN 0751401714 [Chemical Abstract: 122:190777s-1995]

CARAZZA, F.; OKUMA, A. A. Alcatrão de Eucalyptus: Fonte de Aromas e Sabores. Associação Brasileira de Metalurgia e Materias. v.1, p. 271 - 279, 2000

CELINO, J. J.; QUEIROZ, A. F. S. Fonte e grau da contaminação por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) de baixa massa molecular em sedimentos da baía de Todos os Santos, Bahia. *Revista Escola de Minas*. V. 59, n. 3, 2006.

COELHO, M. I. S.; SILVA, V. O.; COELHO, M. C. S.C; LIMA, M. dos S.; SILVA FILHO, E. D. Avaliação sensorial de queijos tipo coalho defumado. In: IV CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE E NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 4., 2009, BELÉM, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, 2009. Disponível em: <[http://connepi2009.ifpa.edu.br/connepi-anais/artigos/178\\_211\\_384.pdf](http://connepi2009.ifpa.edu.br/connepi-anais/artigos/178_211_384.pdf)>. Acessado em: 31 out. 2011.

COLLA, L. M.; HERNANDEZ, C. P. Congelamento e descongelamento – sua influência sobre os alimento, 2003. Disponível em: <<http://www3.ifrn.edu.br/~katiasouza/wp-content/uploads/2011/09/congelamento.pdf>>. Acessado em: 18 out. 2011.

COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS. CE 1881: Regulamento que fixa os teores máximos de certos contaminantes presentes nos gêneros alimentícios, 2006.

COSTA, A. P. R.; ANDRADE, D. R.; VIDAL JUNIOR, M. V. V.; CORDEIRO, C. A. M.; SOUZA, G.; ERTHAL JUNIOR, M.; SOUZA, C. L. M. Defumação de filés de piau-vermelho (*Leporinus copelandii*) com o uso de fumaça líquida. *Revista Ceres*. V. 55, n. 4, p. 251-257, 2008.

COULTATE, T.P. *Food - the chemistry of its components*. London: The Royal Society of Chemistry, 1984.

DIONYSIO, R. B.; MEIRELLES, F. V. P. *Conservação de alimentos*. Disponível em: <<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/br/legalcode>>. Acessado em: 08 out. 2011.

EVANGELISTA, J. *Tecnologia de alimentos*. São Paulo: Editora Atheneu, 2000.

FENNEMA, O.R. *Food Chemistry*, 3 ed. New York: Marcel Dekker, 1996.

GARÓFOLO, A.; AVESANI, C. M.; CAMARGO, K.G.; BARROS, M. E.; SILVA, S. R. J.; TADDEI, J.A.A.C.; SIGULEM, D. M. Dieta e câncer: um enfoque epidemiológico. *Revista Nutrição*. V. 17, N. 4, P. 491-505, 2004.

GAVA, A. J. Princípios de Tecnologias de Alimentos. 2ª Ed. São Paulo: AMPUB, 2007

HICKL, A. J.; COTRUCCI, M. D. A.; D'ABREU, J. C.; COSTA, P. H. C.; MARCHEZE,, E. R.; NOLDIN JUNIOR, J. H. A Biomassa no Processo TECNORED. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON BIOMASS FOR METAL PRODUCTION AND ELETRICITY, 1. 2001, Belo Horizonte. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ), 2001. p. 8.

KALIL, E. de M.; COSTA, A. J. F. Desinfecção e Esterilização, 1994. Disponível em: <<http://people.ufpr.br/~microgeral/arquivos/pdf/pdf/Esterilizacao.pdf>>. Acessado em: 15 out. 2011.

KLOCK, U.; MUÑIZ, G. I. B.; HERNANDEZ, J. A.; ANDRADE, A. S. Química da Madeira, 2006. Disponível em: <<http://marioloureiro.net/ciencia/biomass/quimicadamadeira.pdf>>. Acessado em: 31 out. 20011.

LEMONS, J. L.S.; OLIVEIRA, S. D.; BARROS, C. A.; SCHLITTER, L. A. F. S. Hidrocarbonetos Aromáticos policíclicos (HAPs), propriedades e fatores que afetam sua degradação. Diálogos e Ciência – Revista de Rede de Ensino FTC. v. 3, n. 11, p. 79-87, 2009.

MARIA, C. A. B.; MOREIRA, R. F. A. Compostos Voláteis em Méis Florais. Química Nova. v. 26, n. 1, p. 90-93, 2003.

MARQUES, A. C.; VALENTE, T. B.; ROSA, C. S. Formação de toxinas durante o processamento de alimentos e as possíveis conseqüências para o organismo humano. Revista de Nutrição. v. 22, n. 2, 2009.

MARQUES, L. A conservação dos alimento. Disponível em: <[http://www.videos.uevora.pt/quimica\\_para\\_todos/qpt\\_conservacao\\_alimentos.pdf](http://www.videos.uevora.pt/quimica_para_todos/qpt_conservacao_alimentos.pdf)>. Acessado em: 25 out. 2011.

NETTO, A.D .P.; MOREIRA, J. C.; DIAS, A. E. X.O.; ARBILLA, G.; FERREIRA, L. F. V.; OLOVEIRA, A. S.; BAREK, J. Avaliação da contaminação humana por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HAPs) e seus derivados nitratos (NHAPs): uma revisão metodológica. Química Nova. V. 23, p.765-773, 2000.

NITZKE, J.; MELLO, C.; THOMÉ, F.; LIMA, M. Seminário: Aromatizantes. Disponível em:

<<http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=semin%C3%A1rio%3A%20aromatizantes&source=web&cd=1&ved=0CB8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ufrgs.br%2Falimentus%2Fped%2Fseminarios%2F2004%2Faroma.doc&ei=iJ6xToHpI4jJ0AGmtYStAQ&usg=AFQjCNHrF8AUEmdfJQ3XePtosUwencyYA>>. Acessado em: 01 nov. 2011.

OKUMA, A. A.; MAIA, A. B.; CARAZZA, F.; CARVALHO, M. E. M. D. de. Teor de compostos fenólicos em queijos defumados. In: ENCONTRO REGIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 21., 2002, Uberlândia: sociedade Brasileira de Química, 2007.

PAES, J. B.; VITAL, B. R.; LUCIA, R. M. D.; LUCIA, T. M. C. D. Efeitos da purificação e do enriquecimento do creosoto vegetal na preservação da madeira de *Euclayptus grandis*, após 48 meses de instalação do ensaio de campo. Revista *Árvore*. v. 26, n. 4, 2002.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDINI, H. S. Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne. 1ª ed. Goiânia: UFG, 2006

PAFFENBACH, L. B.; CASTRO, J. V.; CARVALHO, C. R. L.; ROSSETTO, C. J. Efeito da atmosfera modificada e da refrigeração na conservação pós-colheita de manga espada vermelha. Revista Brasileira de Fruticultura. v. 25, n. 3, p. 410-413, 2003.

PICCINI, A. R.; BASSO, F.; CANELLAS, L. C. Aditivos alimentares – aromatizantes e antioxidantes, 2002. Disponível em: [http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=semin%C3%A1rio%3A%20aromatizantes&source=web&cd=2&ved=0CCYQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.ufrgs.br%2Falimentus%2Fped%2Fseminarios%2Faromatizanteseantioxidantes.doc&ei=iJ6xToHpI4jJ0AGmtYStAQ&usg=AFQjCNFejC-pZvj\\_xXJOJ2138xsUtqAJyw](http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=semin%C3%A1rio%3A%20aromatizantes&source=web&cd=2&ved=0CCYQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.ufrgs.br%2Falimentus%2Fped%2Fseminarios%2Faromatizanteseantioxidantes.doc&ei=iJ6xToHpI4jJ0AGmtYStAQ&usg=AFQjCNFejC-pZvj_xXJOJ2138xsUtqAJyw). Acessado em: 02 nov. 2011.

PORTO, C.; SALIS, R.; OLIVAREZ, S. Aromatizantes em alimentos. Disponível em:

<[http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=aromas%20de%20fuma%C3%A7a&source=web&cd=1&ved=0CDcQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ufrgs.br%2Falimentus%2Fmed%2F2004-01%2Fseminarios%2Faromatizantes.doc&ei=O2moTsWpE\\_KhsQLVgrHGDw](http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=aromas%20de%20fuma%C3%A7a&source=web&cd=1&ved=0CDcQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ufrgs.br%2Falimentus%2Fmed%2F2004-01%2Fseminarios%2Faromatizantes.doc&ei=O2moTsWpE_KhsQLVgrHGDw)>



&usg=AFQjCNFMTQZuQeb6auXPpsAdDterjO6JOrw>. Acessado em: 01 nov. 2011.

REMIÃO, F. Hidrocarbonetos aromático policíclicos (HAPs). 2008. Disponível em:

<[http://www.ff.up.pt/toxicologia/monografias/ano0708/g8\\_hap/intro.html](http://www.ff.up.pt/toxicologia/monografias/ano0708/g8_hap/intro.html)>. Acessado em: 06 out. 2011.

ROÇA, S. de o. Defumação. 2005. Disponível em: <<http://pucrs.campus2.br/~thompson/Roca112.pdf>>. Acessado em: 10 out. 2011.

ROSSI, T. Carvão Vegetal - Vantagens e Impactos Ambientais. 2008. 29p. Tese (Mestrado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SBRT. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br>>. Acessado em: 21 out. 2011.

SEBRAE - Tecnologia & Inovação para a indústria, 1999, página 140. Disponível em: <<http://www.redetec.org.br/inventabrasil/rpiche.htm>>. Acessado em: 01 nov. 2011.

SIMÃO, A.M. Aditivos para alimentos sob o aspecto toxicológico. São Paulo: Nobel, 1985.

Site da Empresa Fagra. Disponível em: <<http://www.fagra.com.br/mata.htm>>. Acessado em: 05 out. 2011.

Site empresa BIOCARBO. Disponível em: <<http://www.biocarbo.com/Arquivos/Biopiche/Biopiche.htm>>. Acessado em: 01 out. 2011.

Site Revista Suplementação. Disponível em: <<http://www.revistasuplementacao.com.br/?mode=materia&id=96>>. Acessado em: 02 nov. 2011.

Site SIC - Serviço de Informação da Carne. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/carne/arquivos/material-promocional-acougues-defumando-carnes.pdf>>. Acessado em: 15 out. 2011.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. Revista de Nutrição. v. 15, n. 1, 2002.

STUCKENBRUCK, P.; AQUINO NETO, F. R.; CARAZZA, F. Análise do óleo de alcatrão de *Eucalyptus citriodora* por CGAR-EM/C. In: ENCONTRO DE CARBOQUÍMICA, 2., 1985, Salvador. Conferências... Salvador: Associação Brasileira de Metais, 1989. 408p.

TAMANINI, R.; SILVA, L. C. C.; MONTEIRO, A. A.; MAGNANI, D. F.; BARROS, M. de A. F.; BELOTI, V. Avaliação da qualidade microbiológica e dos parâmetros enzimáticos da pasteurização de leite tipo "C" produzido na região norte do Paraná. Semina: Ciências Agrárias. V. 28, n. 3, 2007.

TAPIA, T. M. Tecnologia de Produtos de origem animal, 2006. Disponível em: <<http://www.uesb.br/professor/danieltapia/tpov/Principios%20de%20Conserva%C3%A7%C3%A3o%20de%20Alimentos.pdf>>. Acessado em: 15 out. 2011.

UHLIG, A.; GOLDEMBERG, J.; COELHO, S. T. O uso de carvão vegetal na indústria siderúrgica brasileira e o impacto sobre as mudanças climáticas. Revista Brasileira de Energia. v. 14, n. 2, p. 67-85, 2008.

WONG, D.W.S. Química de los alimentos - mecanismos y teoría. Zaragoza: Acribia, 1995.