

Artigo

Avaliação do Potencial dos Resíduos Produzidos Através do Processamento Agroindustrial no Brasil

do Nascimento Filho, W. B; Franco, C. R.

Rev. Virtual Quim., 2015, 7 (6), 1968-1987. Data de publicação na Web: 3 de julho de 2015

<http://www.uff.br/rvq>

Potential Assessment of Waste Produced Through the Agro-Industrial Processing in Brazil

Abstract: The food industries are responsible for generating tons of waste compounds such as peels, seeds, pips and pulp depending on the type of fruit to be processed, causing serious environmental problems due to the production of organic waste. This study aimed to gather information related to the development of Brazilian agribusiness, which has been growing according to the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), reversing a decline in its agro-industrial sector in 2010. The generation of agro-industrial waste is found in several stages of the production chain, with an estimate that the use of vegetable raw materials does not exceed about 85% and that the waste can reach 30%. Brazil is in third place in the world rank in production in the food sector. The reuse of waste generated by the agricultural industry is today one of the largest centers of investments, even in countries with high technological development as France and the United States, and has been the subject of several studies which contributes to the accumulation of information about its great potential and their nutritional values. This food waste has essential nutrients, which may help to combat various degenerative diseases, improving human health. Regular consumption of fruit in food causes the smooth functioning of the body, due to the presence of bioactive compounds, however it is important to increase the studies for the use of these by-products which will help to add value to industrial biotechnology. This work presents a literature review of scientific papers published in the last 25 years, using as a means to query the various databases: Scielo, Science Direct, Scopus, Web of Science, Google Scholar and others.

Keywords: Agribusiness; Nutrients; Bioactive Compounds; Food Industry.

Resumo

As indústrias de alimentos são responsáveis por gerar toneladas de resíduos compostos de cascas, sementes, caroços e polpa dependendo do tipo de fruta a ser processada, acarretando sérios problemas ambientais devido à produção de lixo orgânico. Este trabalho buscou levantar informações relacionadas ao desenvolvimento da agroindústria brasileira, que vem crescendo segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), revertendo uma queda em seu setor agroindustrial no ano de 2010. A geração de resíduos agroindustriais encontra-se em diversas etapas da cadeia produtiva, havendo uma estimativa de que o aproveitamento das matérias-primas vegetais não ultrapasse cerca dos 85% e que os resíduos gerados possam chegar a 30%. O Brasil encontra-se em terceiro lugar do *rank* mundial em produção na área de alimentos. O reaproveitamento de resíduos gerados pela agroindústria que hoje é um dos maiores polos de investimentos, mesmo em países com alto desenvolvimento tecnológico como França e Estados Unidos, tem sido alvo de vários estudos o que contribui para o acúmulo de informações sobre o seu grande potencial e seus valores nutricionais uma vez que os mesmos apresentam uma grande taxa de nutrientes essenciais, que agem no combate contra diversas doenças degenerativas, melhorando a saúde humana. O consumo regular de frutas na alimentação humana ocasiona o bom funcionamento do organismo, devido a presença de compostos bioativos, entretanto ainda há necessidade de se efetuar estudos para potencializar o uso destes subprodutos e agregar valor à indústria biotecnológica. Este trabalho apresenta uma revisão literária de trabalhos científicos publicados nos últimos 25 anos, utilizando como meio de consulta as diversas bases de dados: Scielo, Science Direct, Scopus, Web of Science, Google Acadêmico entre outras.

Palavras-chave: Agroindústria; Nutrientes; Compostos Bioativos; Indústria de Alimentos.

* Universidade Federal de Roraima, Av. Capitão Ene Garcez, 2413, Boa Vista, CEP 69304-000, Departamento de Química, Boa Vista-RR, Brasil.

✉ wilson_botelho@hotmail.com

DOI: [10.5935/1984-6835.20150116](https://doi.org/10.5935/1984-6835.20150116)

Avaliação do Potencial dos Resíduos Produzidos Através do Processamento Agroindustrial no Brasil

Wilson B. do Nascimento Filho,* Carlos Ramon Franco

Universidade Federal de Roraima, Av. Capitão Ene Garcez, 2413, Boa Vista, CEP 69304-000, Departamento de Química, Boa Vista-RR, Brasil.

* wilson_botelho@hotmail.com

Recebido em 12 de setembro de 2014. Aceito para publicação em 26 de junho de 2015

1. Introdução
2. Metodologia
3. Uma Breve História
4. Agroindústria
 - 4.1. Produção de Resíduos Orgânicos
 - 4.2. Subprodutos e seus Potenciais
5. Considerações Finais

1. Introdução

O processamento de frutas pelas indústrias de alimentos produz ao longo de sua cadeia produtiva em todo mundo milhões de toneladas de resíduos agroindustriais, que ocasionam diversos problemas ambientais.^{1,2} Atualmente as agroindústrias têm investido cada vez mais na capacidade de processamento, gerando quantidades enormes de subprodutos, sendo parte reaproveitada como ração animal. Todavia em muitos casos os subprodutos são considerados custo operacional para as empresas, dessa forma grande quantidade é descartado e atua como fonte de contaminação.^{3,4}

Calcula-se que o processamento de frutas para produção de sucos e polpa gera entre 30

e 40% de resíduos agroindustriais. A produção destes subprodutos gera milhares de toneladas, sendo importante agregar valor e interesse econômico a estes resíduos, que necessitam de uma investigação científica e tecnológica para possibilitar sua utilização uma vez que são ricos em compostos bioativos.^{5,6} Os resíduos originados pelas agroindústrias apresentam variações, pois dependem do tipo de fruta a ser processada podendo este subproduto ser composto por cascas, sementes, caroços e até mesmo a polpa.⁷

Estes resíduos são compostos por vitaminas, minerais, fibras, compostos antioxidantes e nutrientes essenciais para o bom funcionamento do organismo humano; no entanto eles são desperdiçados na grande parte das fábricas e indústrias. Esta realidade é preocupante visto que eles têm grande

potencial para uma nova e rica fonte alimentar, e minimizam o desperdício de alimentos.⁸

Vários estudos demonstram a presença de importantes nutrientes como vitamina C, compostos fenólicos e carotenoides nas

frutas, com maiores concentrações nas sementes e nas cascas. A ingestão regular de alimentos que têm estes compostos está associada a efeitos benéficos para a saúde humana.⁹

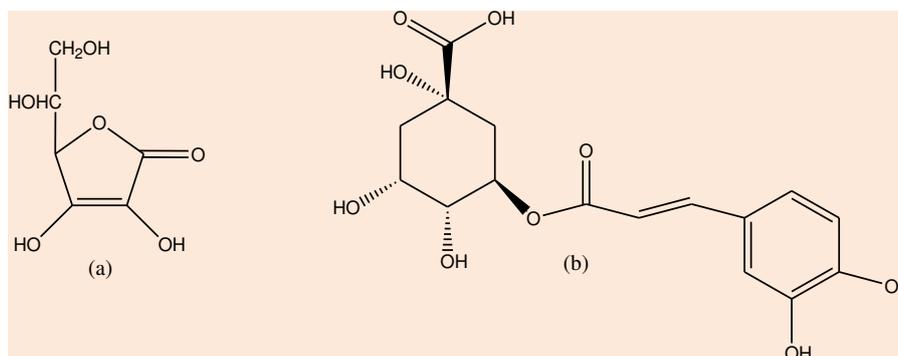


Figura 1. (a) Ácido L-ascórbico - Vitamina C, presente em frutos cítricos; (b) Ácido 5-caffeoilquinico – Ácido Fenólico encontrado no café^{10,11}

Devido às elevadas taxas de produção de resíduos agroindustriais e que estes são ricos em nutrientes e compostos essenciais para o bom funcionamento do organismo humano,¹² o objetivo deste trabalho é avaliar a produção destes resíduos e o seu potencial. Uma vez que apresentam características de uma dieta rica em nutrientes, além de conter em sua composição substâncias bioativas.

2. Metodologia

A revisão literária foi efetuada através da consulta de trabalhos científicos publicados nos últimos 25 anos em áreas afins com o tema proposto em diversas bases de dados: Scielo, Science Direct, Scopus, Web of Science, Google Acadêmico entre outras. Esse levantamento foi realizado com as palavras-chave: Compostos bioativos, propriedades farmacológicas, potencial biotecnológico, resíduos industriais, agroindústria brasileira, sempre destacando o potencial dos Resíduos agroindustriais.

3. Uma Breve História

O início da revolução industrial se deu em meados do século XVIII na Inglaterra¹³ com o surgimento da primeira máquina a vapor,¹⁴ evento que marcou os patamares do desenvolvimento tecnológico para aquela sociedade,¹⁵ pilares fundamentais que foram desenvolvidos através da revolução mercantilista e de forma mais acentuada na revolução industrial, sendo o advento destes eventos um marco no desenvolvimento sustentável de uma nação, onde a ciência e a tecnologia impulsionaram a qualidade de vida e o crescimento econômico.¹⁶

A revolução industrial marca um novo período da história da humanidade, em que a atividade industrial torna-se predominante à agrária, fenômeno que propiciou a expansão econômica e capitalista. Com o aprimoramento tecnológico veio o surgimento de novos dispositivos fabris e mecanização do trabalho manual. Novas fontes de energia inanimadas substituíram a força humana e animal, melhorou a extração de matérias-primas, sofisticou a atividade metalúrgica e os processos químicos.¹⁷

Em vista do crescimento populacional e da demanda do mercado durante a revolução industrial, o consumo de materiais industrializados tornou-se uma febre na população, o que produziu uma grande quantidade de resíduos químicos pelas indústrias,¹⁸ que foram despejados em áreas que se tornaram contaminadas devido à falta de conhecimento no manejo de substâncias perigosas, ou na ocorrência de vazamentos, ou mesmo no armazenamento de matérias-primas.¹⁹

A revolução industrial causou forte impacto ambiental, sendo observado com o uso de combustíveis fósseis.²⁰ Os resíduos orgânicos era um dos principais problemas, pois não se tinha direcionamento para seu depósito e muito menos para seu tratamento, o que resultou na poluição de cidades e na geração de doenças devido ao acúmulo do lixo.²¹

4. Agroindústria

No Brasil, o desenvolvimento do setor industrial se deu com o final da república das oligarquias, por volta das décadas de 30 e 40, que fez surgir várias empresas estatais. Mesmo tarde, a revolução industrial no Brasil apresentou efeitos positivos como diminuição da dependência da importação de produtos manufaturados, geração de empregos nas indústrias, avanços nas áreas de transportes, iluminação urbana e infraestrutura.^{22,23}

O desenvolvimento econômico está associado ao processo de independência entre os ramos industriais e os diferentes setores produtivos, como a agropecuária e serviços. Tal independência estabelece uma dinâmica de cada setor, pois cada segmento produtivo é influenciado e influencia os padrões nas mudanças tecnológicas em outros segmentos, processo difundido através de inovações, mudanças em preços relativos e demanda derivada.²⁴

A agroindústria brasileira vem crescendo,

segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010 obteve um crescimento de 4,7%, revertendo uma queda de 4,8% no ano anterior, obtendo maior crescimento os setores associados à agricultura com maior peso na agroindústria, que no primeiro semestre de 2013 apresentou um crescimento de 0,4%, ritmo superior quando comparado nos primeiros seis meses de 2012, apresentando melhores desempenhos que os setores vinculados à pecuária com crescimento 1,8% seguido pelos grupos dos inseticidas, herbicidas e outros defensivos para o uso agropecuário.^{25,26}

O sistema econômico de países desenvolvidos apresenta em comum, um rico investimento no setor agroalimentar que ocupa uma posição de destaque na economia. Mesmo os países que possuem um alto grau de competência tecnológica como França e Estados Unidos, o sistema agroalimentar ainda representa o primeiro setor em valor de produção industrial, com um peso de 14% a 19%.²⁷ Até mesmo o Japão com seu espaço territorial restrito representa atualmente a terceira potência agroindustrial do planeta.²⁸

A indústria brasileira de alimentos é responsável por 15% do faturamento do setor industrial no país, empregando mais de 1 milhão de pessoas, alcançado metas do mercado internacional na área de produção.²⁹ De acordo com a Associação Brasileira das indústrias de Alimentos (ABIA), a produção de alimentos gerou um faturamento de R\$ 328,2 bilhões no ano de 2012.³⁰

Um dos principais entraves ocasionados pelo crescimento industrial é o processamento de frutas, verduras e hortaliças que em diversas partes do mundo está associada à produção de resíduos orgânicos,²⁴ baseado no processamento mínimo de melão, maracujá e cana-de-açúcar que apresentam uma grande quantidade de matérias-primas sendo descartadas devido ao seu processamento industrial.^{22,31,32}

4.1 Produção de Resíduos Orgânicos

Estima-se que haja perdas consideráveis de produtos agrícolas nas diversas etapas da cadeia produtiva, desde a produção até o momento de seu consumo, que acarreta elevada geração de resíduos no processamento agroindustrial de produtos animais e vegetais,³³ existindo uma estimativa de que o aproveitamento das matérias-primas vegetais não ultrapasse cerca dos 85% e que os resíduos gerados cheguem a 30%. O reaproveitamento dos resíduos além de contribuir com a preservação ambiental abrange questões econômicas e financeiras.³³

A quantidade de resíduos gerados pela indústria de alimentos no Brasil acumula um enorme potencial, podendo ter uma finalidade mais benéfica ao homem e ao meio ambiente. Sucos concentrados, naturais, doces em conserva, polpas e extratos são fabricados a partir de frutas comestíveis, que produz como resíduos: cascas, sementes, polpas e até mesmo o fruto inteiro caso não esteja adequado aos padrões industriais.^{34,35}

No setor industrial de produção de sucos, o processamento e obtenção dos produtos finais a partir de matérias-primas que estão disponíveis no mercado, envolve uma grande variedade de padrões.³⁶ A produção de frutos *citros* aumentou nos últimos 40 anos em nosso país, de 40 para 260 milhões de caixas, colocando o Brasil em primeiro lugar na exportação de suco de laranja concentrado, com uma participação de 71% do mercado internacional.³⁷ O grande problema desta área é o rápido acúmulo de resíduos sólidos (cascas, sementes, polpas) e líquidos (água amarela) que por sua vez é formada de proteínas, óleos essenciais, pectinas, açúcares, ácidos orgânicos e sais, sendo este o mais preocupante por conter um elevado índice de matéria orgânica, tornando-se um agente poluidor de alto potencial.³⁸

O maracujá é uma cultura que vem crescendo no mercado de alimentos brasileiro, o maracujá-amarelo (*Passiflora*

edulis) é responsável por 95% da produção do suco de maracujá em todo país, devido à qualidade dos seus frutos, vigor, produtividade e rendimento.³⁹ Esta cultura ocupa um espaço de destaque na fruticultura tropical, um segmento que vem se expandindo nos últimos 30 anos. O maracujazeiro representa uma boa opção entre as frutas por oferecer o mais rápido retorno econômico.⁴⁰

O Brasil é o maior produtor e consumidor de maracujá do mundo. A produção no ano de 2011 foi de 920,158 toneladas segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) seguido pela Colômbia, Peru e Equador,⁴¹ dados que se referem à *P. edulis*.⁴² O maracujá é uma fruta que apresenta uma gama de funcionalidades ao seu uso, o que acarreta na produção de toneladas de resíduos que muitas vezes não têm um destino apropriado. Deste fruto, cerca de 70% são descartadas cascas e sementes, e 30% são utilizados (polpa),^{43,44} esta situação se agrava com o significativo crescimento da agroindústria gerando aproximadamente 300 mil toneladas de resíduos ao ano.^{45,46}

A uva é umas das tantas outras culturas que contribuem com a produção de resíduos agroindustriais, produzindo o Brasil em 2011, 1.463.481 toneladas, deste total 52,13% foi destinado à produção de vinhos, sucos e derivados.⁴⁷ O bagaço da uva é o principal subproduto a ser formado na elaboração do vinho, cerca de 20% do peso original das uvas, formado por 58% de cascas 20% de engaços e 22% de sementes.⁴⁸

Outra cultura que tem forte influência no contexto do agronegócio é a do tomate, movimentando as indústrias paralelas de insumos, embalagens, máquinas agrícolas e equipamentos de irrigação. Utilizado como matéria-prima para as indústrias de processamento e derivados, o tomate representa a principal atividade para um grande número de produtores, tornando-se uma fonte significativa de renda.⁴⁹ A taxa de processamento de tomate no Brasil é de 1,28 milhões de toneladas, que geram cerca de 256 mil toneladas de resíduos, ocasionando 20% de perda na produção que ocorrem no

processamento, segundo as indústrias de tomate;⁵⁰ os resíduos de tomates são formados pela moagem de sementes, cascas e aparas fibrosas dos pendúnculos.^{34,51}

A água de coco é uma bebida natural com sabor agradável e baixa caloria, conhecida mundialmente e muito apreciada no Brasil principalmente nas áreas litorâneas. Há séculos é utilizada para saciar a sede como substituto da água e também para repor eletrólitos em caso de desidratação.⁵²

O coqueiro é uma das palmeiras mais importantes do mundo por seus múltiplos usos e finalidades, em parte pelos grandes números de produtos obtidos da industrialização de seus frutos.⁵³ Tem sua distribuição em quase todo território nacional, encontrando as maiores plantações no nordeste.⁵⁴ O consumo da água de coco e de sua polpa gera uma enorme quantidade de resíduos representados por suas cascas. No caso do coco maduro, as cascas são

geralmente usadas como combustível de caldeiras ou processadas para beneficiamento de fibras. Já no caso do fruto imaturo ou coco verde, é consumido a sua água, o que causa a formação de resíduos que podem variar entre 80 e 85%, do peso bruto do fruto.⁵⁵

A quantidade de resíduos gerados nos últimos anos devido ao intenso crescimento populacional que é acompanhado pelo aumento do consumo, tem preocupado cada vez mais os ambientalistas do país.⁵⁶

Com uma produção de 38,9 milhões de toneladas na área de fruticultura, o Brasil ocupa a terceira posição no ranking mundial, ficando atrás apenas da Índia e China. Em 2005 a produção mundial foi de 504,966 milhões de toneladas, contribuindo o Brasil com 5% desta produção.^{57,58} A Tabela 1 mostra os principais países produtores de frutas no ano de 2011.

Tabela 1. Produção de frutas dos principais produtores no ano de 2011⁵⁷

Países	Produção em toneladas	(%)
China	134.477.183	21,30
China	131.826.500	20,88
Continental		
Índia	74.836.069	11,85
Brasil	40.966.591	6,49
Estados Unidos	27.073.537	4,29
Itália	17.352.689	2,74
Indonésia	17.196.064	2,72
México	16.195.324	2,56
Espanha	15.606.155	2,47
Turquia	14.388.198	2,28
Irã	11.770.698	1,86
Demais Países	129.745.648.706	20,56

No período de 2011 a produção na área de fruticultura alcançou cerca de 40.996.51 toneladas (t) no Brasil, ainda estando atrás da Índia com uma produção de 74.836.069 t e

China 134.477.183 t.⁵⁷ A Tabela 2 mostra a distribuição de produção de cada região do globo no ano de 2011.

Tabela 2. Produção na área de fruticultura distribuída nos cinco continentes e suas respectivas contribuições⁵⁷

Região	Produção em toneladas	(%)
Ásia	326.173.337,63	51,16
África	88.925.138,74	13,95
Américas	144.326.945,46	22,64
Europa	71.626.657,28	11,23
Oceania	6.523.546	1,02
Total	631.058.602,656	100

A indústria de suco de frutas no setor agroindustrial é uma das maiores em todo o mundo,⁵⁹ a geração de resíduos é uns dos grandes problemas que esta área enfrenta.^{38,55} O Brasil está entre os três maiores produtores de frutas ocupando a terceira posição,⁶⁰ existindo em seu mercado interno indústrias de sucos com grandes potências de produção além de apresentar frutas em sua biodiversidade com características que são utilizadas pelas indústrias de cosméticos, farmacêuticas, alimentícias, dentre outras.^{59,56,61}

Diante destes fatos o Brasil é um dos países mais férteis para o cultivo do desperdício⁶⁰, pois se joga fora recursos naturais, financeiros, oportunidades e até alimentos que são literalmente atirados à lata de lixo sem a possibilidade de retorno. Apresentando sintomas de desorganização e falta de estrutura, o desperdício está incorporado á cultura brasileira, ao sistema de produção, engenharia do país, tendo como resultado perdas irrecuperáveis na economia, ajustando o desequilíbrio do abastecimento, diminuindo a disponibilidade de recursos para a população.⁶²

4.2. Subprodutos e seus Potenciais

Resíduos agroindustriais são tratados como subprodutos obtidos a partir do processamento industrial de alimentos.⁶³

O tratamento destes subprodutos industriais, se da desde a década de 1970 no qual consistia no reaproveitamento dos resíduos, principalmente formados por cascas de certas frutas como matéria-prima a fim de produzir alimentos perfeitamente passíveis de serem incluídos na alimentação humana.⁶⁴ Como a quantidade de resíduos gerados pode chegar a muitas toneladas, agregar valor a este subproduto é de interesse econômico e ambiental, havendo a necessidade da investigação científica e tecnológica que possibilite sua utilização eficiente, econômica e segura.⁶⁵

Cascas e sementes apresentam em sua constituição substâncias que são de grande importância para as funções fisiológicas.⁶⁴ Compostos antioxidantes, fenólicos, vitamina C e carotenoides podem ser encontrados em maior concentração nas cascas e sementes.⁶⁶⁻⁶⁸

Existem vários estudos associados ao consumo regular de frutas, vegetais e grãos que contém em sua constituição tais substâncias com os efeitos benéficos causados à saúde do homem.⁶⁹⁻⁷¹ A Tabela 3 relaciona a composição nutricional obtido a partir de resíduos de algumas frutas.

Tabela 3. Composição nutricional de resíduos de várias frutas.^{64,72-78} * Dados não encontrados

Frutas	Resíduos	Umidade%	Cinzas%	Proteína%	Lipídios%	Carboidratos totais%	Calorias (100 g)
Goiaba	Polpa	65,54±0,32	0,72±0,02	2,82±0,19	2,94±0,01	27,98	150
Goiaba	Casca	84,98±0,04	0,51±0,00	1,03±0,2	0,07±0,2	13	5
Acerola	Polpa	83,45±0,06	0,55±0,03	1,65±0,26	3,59±0,15	10,76	82
Abacaxi	Polpa	88,19±0,80	0,53±0,04	1,05±0,01	0,69±0,03	9,54	49
Graviola	Polpa	83,16±0,83	0,48±0,04	1,09±0,07	2,28±0,13	12,99	77
Bacuri	Polpa	83,81±0,13	0,65±0,28	0,56±0,03	3,84±0,02	9,14	74
Cupuaçu	Polpa	93,86±0,08	0,20±0,12	1,65±0,38	3,69±0,02	0,6	42
Maracujá	Sementes	6,89±0,14	1,47±0,09	12,57±0,52	28,12±0,75	13,19	*
Maracujá	Casca	89,08±0,00	0,92±0,00	1,07±0,00	0,70±0,00	8,23	*
Uva	Casca	89,75±0,06	1,85±0,01	1,95±0,2	0,11±0,09	13,6	53
Manga	Casca	78,70±0,45	0,99±0,05	1,24±0,11	0,18±0,01	12,89	64
Manga	Polpa	82,11±0,21	0,34±0,06	0,44±0,08	0,61±0,03	16,6	*
Tomate	Fruto	95,88±0,05	*	0,66±0,04	0,26±0,01	10,42	*
Banana	Casca	3,30±0,08	2,59±0,07	4,50±0,84	*	*	373
Pera	Casca	81,87±0,03	0,33±0,00	0,41±0,1	0,13±0,15	14	53
Laranja	Casca	76,55±0,02	1,04±0,01	1,00±0,015	0,26±0,1	11,7	46
Melancia	Casca	96,0±0,9	0,58±0,04	0,93±0,4	0,30±0,02	2,19	24,74
Maça	Casca	82,14±0,06	0,03±0,00	0,32±0,10	0,3±0,25	13,6	56

Além de uma boa base nutricional, os resíduos agroindustriais apresentam em sua composição compostos essenciais para o organismo humano.⁷⁵ Neste contexto, o aproveitamento integral dos alimentos está sendo adotado como prática sustentável e ecologicamente correta, obtendo uma maior utilização dos recursos naturais, permitindo a diversificação dos hábitos alimentares sem esquecer-se da questão nutricional.⁷⁹ A Tabela 4 apresenta os teores de carotenoides, antocianinas, flavonoides, vitamina C e fenólicos totais presentes nos resíduos de algumas frutas.

Os Carotenoides são responsáveis por

desempenhar um importante papel nutricional,⁸⁰ e pode ser encontrado em frutas, verduras, raízes, aves, certos peixes, crustáceos e alguns microrganismos. É um corante natural, apresentando variações de sua cor, do amarelo ao vermelho.⁸¹ Além de apresentar uma grande importância nutricional, os carotenoides podem desempenhar o papel da vitamina A, apresentam também outras funções não relacionadas a esta vitamina, como a prevenção de doenças degenerativas, catarata, redução da degeneração muscular relacionada ao envelhecimento, e redução dos riscos de doenças coronárias.⁸²

fenólicas, denominados polifenóis.⁹³ Estes compostos têm recebido atenção devido as suas propriedades funcionais no organismo humano,⁹⁴ havendo evidências destes fitoconstituintes estarem presentes nas oleaginosas e em outros vegetais, associando o consumo de alimentos que os contenham, com a redução de doenças crônicas em populações que tenham ingestão irregular destes alimentos,^{95,96}

Resíduos agroindustriais por apresentarem em sua composição nutrientes essenciais para alimentação humana tem originado diversas pesquisas nesta área.⁹⁷ Outra aplicabilidade deste material é como fonte de carbono em bioprocessos para obtenção de produtos químicos e produtos de maior valor agregado como enzimas, álcoois, proteínas, ácidos orgânicos, aminoácidos, metabólitos secundários biologicamente ativos e compostos aromáticos,⁹⁷⁻¹⁰¹ fertilizantes orgânicos, produção de etanol, óleos essenciais e

aditivos.¹⁰²

4.1.2. Pectinas

O efeito das fibras na alimentação humana recebeu atenção dos nutricionistas e cientistas de alimentos nas últimas décadas, quando a classe médica encontrou a relação entre o baixo consumo deste constituinte e doenças degenerativas e crônicas.⁸⁴

A pectina é provavelmente uma das mais complexas macromoléculas presentes na natureza e um dos principais constituintes da parede celular das plantas, pertencendo à família dos polissacarídeos.¹⁰³ A estrutura das moléculas de pectina são constituídas por polímeros lineares em uma cadeia principal de ácidos D-galacturônico, Figura 1, ligados por ligações glicosídicas α -(1 \rightarrow 4), apresentando uma parte esterificada, como éster metílico.^{104,105}

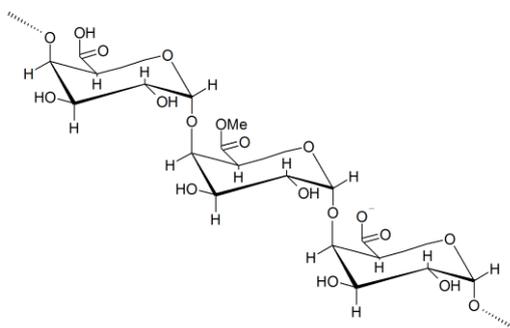


Figura 4. Estrutura química da cadeia de pectina¹⁰⁴

As cadeias de pectina são interrompidas por unidades de (1 \rightarrow 2)- α -L-ramnose, contento além disto uma porção de cadeias ramificadas de açúcares neutros, Figura 2, como D-glicose, L-arabinose, D-galactose e D-xilose.¹⁰⁴

Este é um importante polissacarídeo, que

tem seu emprego em alimentos associado à formação de géis, tendo propriedades espessantes, geleificantes e estabilizante, amplamente utilizados na fabricação de gomas, geleias, produtos lácteos entre outros.^{109,110}

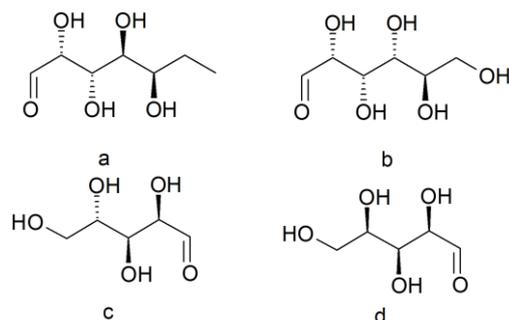


Figure 5. a: D-galactose,¹⁰⁶ b: D-glucose,¹⁰⁷ c: L-arabinose e d: D-xilose.¹⁰⁸

A grande produção de resíduos (cascas) resulta na formação da matéria-prima para extração de pectina.^{101,111} Nos últimos anos tem sido usada como fibra dietética solúvel por apresentar efeitos fisiológicos benéficos ao organismo humano, tais como redução dos níveis de colesterol, lipoproteínas, ácidos biliares e glicose.¹¹²⁻¹¹⁴

Fibras alimentares correspondem a varias substancias que compõe a parede celular das plantas, as solúveis (pectinas, gomas, mucilagens, beta-glucanas, psillium e algumas hemiceluloses) e insolúveis (celulose, algumas hemiceluloses e lignina), sendo as principais fontes de fibras, cereais integrais, leguminosas, frutas e hortaliças.¹¹⁵

Franco em seus estudos relata o uso da pectina em medicina profilática e terapêutica para a desintoxicação de pessoas contaminadas com chumbo, tendo sua eliminação do organismo via trato intestinal.¹¹⁶ Atualmente é utilizada em regularização do trato intestinal, redução do câncer de colón e diverticulite.^{117,118}

4.2.2. Óleos

As sementes são um destes subprodutos gerados que têm grande potencial econômico e biotecnológico como fonte para extração de óleo.³⁶ O tomate, cultivado

mundialmente em vários solos e condições climáticas tem como o principal resíduo do seu processamento as sementes, que apresentam grande potencial para a extração de óleo não convencional com rendimento de 38% do óleo extraído.¹¹⁹ Este óleo pode ser aproveitado pela indústria de cosméticos, farmacêutica, utilizado como óleo comestível, na indústria de verniz entre tantas outras áreas.¹²⁰

Outra fruta que tem grandes aplicabilidades industriais e gera toneladas de resíduos contendo sementes é a laranja, um dos frutos cítricos mais cultivados em algumas partes do mundo, consumida na maioria das vezes *in natura* sendo suas sementes descartadas. Estudos realizados mostram que o óleo extraído destas sementes contem altos índices de ácidos graxos insaturados, que pode posteriormente ser refinado e utilizado como óleos comestíveis.¹²¹ As sementes de frutas cítricas apresentam de 28 a 35% de óleo, que é composto fundamentalmente de triglicerídeos, ácidos graxos livres, hidrocarbonetos, esteróis, limonina e naringina. O fator nutricional importante neste óleo é que está presente em sua composição os seis principais ácidos graxos: ácido palmítico, ácido palmitoleico, ácido esteárico, ácido oleico, ácido linoleico e ácido linolênico.¹²²

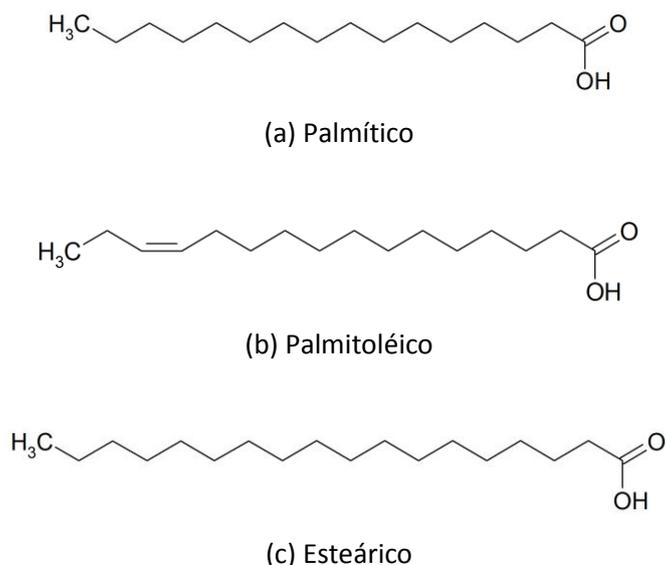


Figura 6. Estrutura dos ácidos graxos, a; Ácido palmítico, b; Ácido palmitoleico e c; Ácido esteárico^{123,124}

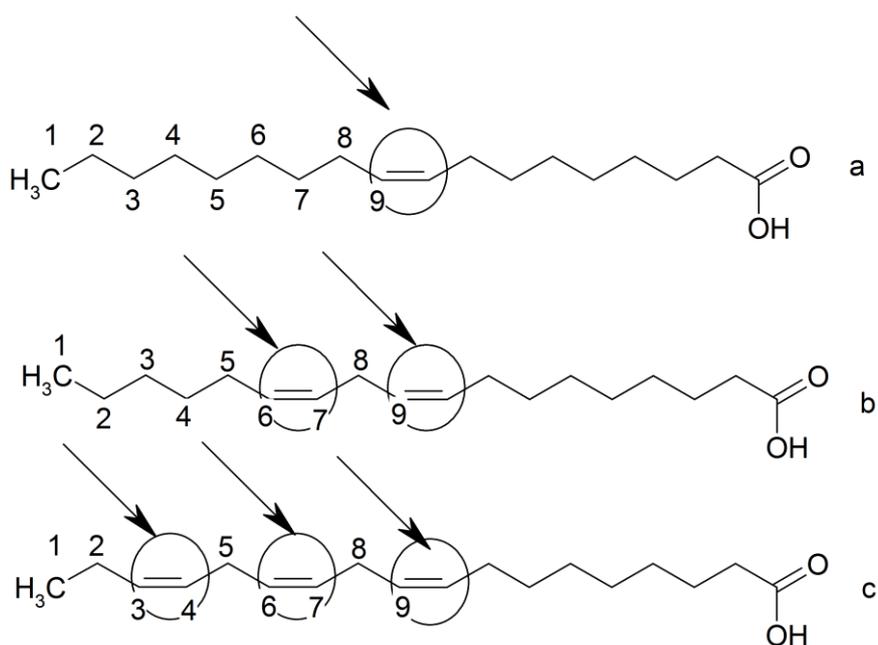


Figura 7. Estrutura dos ácidos graxos insaturados, a; Ácido oleico, b; Ácido linoleico e c; Ácido linolênico e suas respectivas insaturações^{125,126}

Os componentes lipídicos, especialmente os ácidos graxos, estão presentes nas mais diversas formas de vida, desempenhando importantes funções na estrutura das membranas celulares e nos processos metabólicos. Em humanos, os ácidos linoleico (18:2n-6, AL) e alfa-linolênico (18:3n-3, AAL) são necessários para manter sob condições

normais as membranas celulares, as funções cerebrais e a transmissão de impulsos nervosos. Esses ácidos graxos também participam da transferência do oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo, síntese da hemoglobina e da divisão celular, sendo denominados essenciais por não serem sintetizados pelo organismo humano.^{127,128}

Tais compostos são encontrados em óleos vegetais e animais, apresentam insaturações separadas por apenas um carbono metilênico com as insaturações nos carbonos 9 (ômega 9), carbono 6 (ômega 6) e carbono 3 (ômega 3), enumeradas a partir do grupo metil terminal, sendo este o parâmetro de identificação destes ácidos, com uma grande importância nutricional para o organismo humano.¹²⁵

O maracujá é outra fonte geradora de resíduos e apresenta na sua semente um óleo com grandes potenciais nutricionais e econômicos, possui uma coloração amarelada, sabor agradável e odor suave, baixa secatividade, médio índice de saponificação e baixa estabilidade, sendo suscetível a rancidez oxidativa devido ao grande conteúdo de ácido linoleico. O óleo da semente de maracujá pode ser utilizado para fabricação de sabonetes, tintas, vernizes e após refinação ou hidrogenação, para fins comestíveis.¹²⁹

Tais circunstâncias explicam a importância de conduzir estudos no Brasil sobre óleos extraídos das sementes de frutos, que são geralmente descartadas uma vez que não há renda para a venda de subprodutos e o depósito contínuo desse descarte poderia aumentar o custo do processamento. Ainda mais se estes resíduos permanecerem inutilizados, não apenas aumentará o custo de venda do produto, mas também, irá agravar a poluição ambiental.³⁴

5. Considerações Finais

O reaproveitamento de resíduos agroindustriais não consiste somente na reciclagem destes como ração animal, ou adubo orgânico. É necessário mais investimento em pesquisas para descobrir novos potenciais para a utilização destes resíduos, contribuindo assim, para o desenvolvimento da indústria biotecnológica além de preservar o meio ambiente e diminuir a fome da população, considerando que estes subprodutos, são uma ótima fonte

de nutrientes.

Agradecimentos

Universidade Federal de Roraima – UFRR.

Referências Bibliográficas

¹ Sena, R. F.; Nunes, M. L. Utilização de resíduos agroindustriais no processamento de rações para carcinicultura. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* **2006**, *7*, 94. [Link]

² Makris, D. P.; Boskou, G.; Andrikopoulos, N. K. Polyphenolic content and in vitro antioxidant characteristics of wine industry and other agri-food solid waste extracts. *Journal of Food Composition and Analysis* **2007**, *20*, 125. [CrossRef]

³ Lousada Junior, J. E.; Neiva, J. N. N.; Rodriguez, N.M.; Pimentel, J.C.M.P.; Lôbo, R. N. B. R. Consumo e digestibilidade de subprodutos do processamento de frutas em ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia* **2005**, *34*, 659. [CrossRef]

⁴ Melo, P. S.; Bergamaschi, K. B.; Tiveron, A. P.; Massorioli, A. D.; Oldoni, T. L. C.; Zanus, M. C.; Pereira, G. E.; Alencar, S. M. Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. *Ciência Rural* **2011**, *41*, 1089. [CrossRef]

⁵ Martins, C. R.; Farias, R. M. Produção de alimentos x desperdício: tipos, causas e como reduzir perdas na produção agrícola – revisão. *Revista da Faculdade de Zootecnia Veterinária e Agronomia* **2002**, *9*, 83. [Link]

⁶ Balasundram, N.; Sundram, K.; Samman, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry* **2006**, *99*, 191. [CrossRef]

⁷ Matias, M. F. O.; Oliveira, E. L.; Gertrudes, E.; Magalhães, M. A. Use of fibres obtained from the cashew (*Anacardium occidentale*,

- L) and guava (*Psidium guayava*) fruits for enrichment of food products. *Brazilian Archives of Biology and Technology* **2005**, *48*, 143. [CrossRef]
- ⁸ Menezes, C. R.; Durrant, L. R. Xilooligossacarídeos: produção, aplicações e efeitos na saúde humana. *Ciência Rural* **2008**, *38*, 587. [CrossRef]
- ⁹ Abrahão, S. A.; Pereira, R. G. F. A.; Duarte, S. M. S.; Lima, A. R.; Alvarenga, D. J.; Ferreira, E. B. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café (*Coffea arabica* L.) *Ciência Agrotecnologia* **2010**, *34*, 414. [Crossref]
- ¹⁰ Aranha, F. Q.; Barros, Z. F.; Moura, L. S. A.; Gonçalves, M. C. R.; Barros, J. C.; Metri, J. C.; Souza, M. S. O papel da vitamina c sobre as alterações orgânicas no idoso. *Revista de Nutrição* **2000**, *2*, 89. [CrossRef]
- ¹¹ Oliveira, D. M.; Bastos, D. H. M. Biodisponibilidade de ácidos fenólicos. *Química Nova*, **2011**, *34*, 1051. [CrossRef]
- ¹² Veronezi, C. M.; Jorge, N. Review. Aproveitamento de sementes de abóbora (*Cucurbita sp*) como fonte alimentar. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais* **2012**, *14*, 113. [Link]
- ¹³ Peters, G. P.; Andrew, R. M.; Boden, T.; Canadell, J. G.; Ciais, P.; Le Quéré, C.; Marland, G.; Raupach, M. R.; Wilson, C. The challenge to keep global warming below 2 °C. *Nature Climate Change*. **2012**, *3*, 1. [CrossRef]
- ¹⁴ da Costa, A. M. N. Revoluções tecnológicas e transformações subjetivas. *Psicologia: Teoria e Pesquisa* **2002**, *18*, 193. [CrossRef]
- ¹⁵ Reis, N. T. O.; Garcia, N. M. D.; Souza, P. N.; Baldessar, P. S. Análise da dinâmica de rotação de um satélite artificial: uma oficina pedagógica em educação espacial. *Revista Brasileira de Ensino de Física* **2008**, *30*, 1401. [CrossRef]
- ¹⁶ R. Amaral, Ciência e Tecnologia: Desenvolvimento e Inclusão Social (UNESCO/Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília, 2003). Disponível em: <<http://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/814/1/Ci%C3%Aancia%20e%20Tecnologia%3B%20desenvolvimento%20e%20inclus%C3%A3o%20social.%20pdf.pdf>>. Acesso em: 27 outubro 2013.
- ¹⁷ Vizeu, F. (Re)contando a Velha História: Reflexões sobre a Gênese do Management. *Revista de Administração Contemporânea* **2010**, *14*, 780. [CrossRef]
- ¹⁸ Jardim, I. C. F. S.; Andrade, J. A.; Queiroz, S. C. N. Resíduos de agrotóxicos em alimentos: uma preocupação ambiental global - Um enfoque às maçãs. *Química Nova* **2009**, *32*, 996. [CrossRef]
- ¹⁹ Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em 23 outubro 2013.
- ²⁰ Junior, A. B. A.; Nascimento, C. W. A.; Sobral, M. F.; Silva, F. B. V.; Gomes, W. A. R. Fertilidade do solo e absorção de nutrientes em cana-de-açúcar fertilizada com torta de filtro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* **2011**, *15*, 1004. [CrossRef]
- ²¹ Soares, L. G. C.; Salgueiro, A. A.; Gazineu, M. L. P. Educação ambiental aplicada aos resíduos sólidos na cidade de Olinda, Pernambuco – um estudo de caso. *Revista Ciências e Tecnologia* **2007**, *1*, 1. [Link]
- ²² Sua pesquisa.com. Disponível em: <http://www.suapesquisa.com/historiadobrasil/revolucao_industrial_brasil.htm>. Acesso 12 outubro 2014.
- ²³ Pinto, S. A. A.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Estadual Paulista, Brasil, 2002. [Link]
- ²⁴ Farina, E. Q. M.; Zybersztajn, D. Relações Tecnológicas e Organização dos Mercados do sistema agroindustrial de alimentos. *Cadernos de Ciência e Tecnologia* **1991**, *8*, 97. [Link]
- ²⁵ Portal Brasil. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br>>. Acesso em: 25 outubro 2013. [Link]

- ²⁶ Sala de Imprensa. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br>>. Acesso em: 19 outubro 2013. [Link]
- ²⁷ Batalha, M. O. Gestão do sistema agroindustrial: a formação de recursos humanos para o agribusiness brasileiro. *Gestão e Produção* **1995**, *2*, 321. [CrossRef]
- ²⁸ Rastoin, J. L.; Oncuglu, S. Les multinationales et le système alimentaire mondial: tendances stratégiques. *Economies et Sociétés* **1992**, *1*, 137. [Link]
- ²⁹ Gouveia, F. Indústria de alimentos: no caminho da inovação e de novos produtos. *Inovação Uniemp* **2006**, *2*, 32. [Link]
- ³⁰ Associação Brasileira das indústrias de Alimentos. Disponível em: <<http://www.abia.org.br>>. Acesso em 23 outubro 2013. [Link]
- ³¹ Oliveira, L. C.; Santos, J. A. B.; Narain, N.; Fontes, A. S.; Campos, R. S. S.; Souza, T. L. Caracterização e extração de compostos voláteis de resíduos do processamento de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa degener*). *Ciência Rural* **2012**, *42*, 2280. [CrossRef]
- ³² Junior, A. B. A.; Nascimento, C. W. A.; Sobral, M. F.; Silva, F. B. V.; Gomes, W. A. Fertilidade do solo e absorção de nutrientes em cana-de-açúcar fertilizada com torta de filtro. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental* **2011**, *15*, 1004. [CrossRef]
- ³³ Matsuura, F. C. A. U.; Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Brasil, 2005. [Link]
- ³⁴ Kabori, C. N.; Jorge, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais *Ciência e Agrotecnologia* **2005**, *29*, 1008. [CrossRef]
- ³⁵ Primo, D. C.; Fadigas, F. S.; Carvalho, J. C. R.; Schmidt, C. D. S.; Filho, A. C. S. B. Avaliação da qualidade nutricional de composto orgânico produzido com resíduos de fumo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* **2010**, *14*, 742. [CrossRef]
- ³⁶ Munhoz, J. R.; Morabito, R. Otimização no planejamento agregado de produção em indústrias de processamento de suco concentrado congelado de laranja. *Gestão e Produção* **2010**, *17*, 465. [CrossRef]
- ³⁷ Fernandes, J. B.; David, V.; Facchini, P. H.; da Silva, F. G. F.; Filho, E. R.; Vieira, C. P.; Galhiane, M. S.; Pagnocca, F. C.; Bueno, O. C.; Hebling, M. J.; Victor, S. R.; dos Santos, A. M. R. Extrações de óleos de sementes de citros e suas atividades sobre a formiga cortadeira *atta sexdens* e seu fungo simbionte. *Química Nova* **2002**, *25*, 1091. [CrossRef]
- ³⁸ Tavares, V. B.; Sivieri, K.; Ceron, C. R.; Silva, R.; Trabuco, E.; Lombardi, F. R.; Gomes, E. Utilização do resíduo líquido de indústria de processamento de suco de laranja como meio de cultura de *Penicillium citrinum*: depuração biológica do resíduo e produção de enzima. *Química Nova* **1998**, *21*, 722. [CrossRef]
- ³⁹ Meletti, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura* **2011**, *83*. [CrossRef]
- ⁴⁰ Silveira, A. P. D.; Silva, L. R.; Azevedo, I. C.; Oliveira, E.; Meletti, L. M. M. Desempenho de fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo, em diferentes substratos. *Bragantia* **2003**, *62*, 89. [CrossRef]
- ⁴¹ Santos, J. L. V.; Resende, E. D.; Martins, D. R.; Gravina, G. A.; Cenci, S. A.; Maldonado, J. F. M. Determinação do ponto de colheita de diferentes cultivares de maracujá. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* **2013**, *17*, 750. [CrossRef]
- ⁴² Zaccheo, P. V. C.; Aguiar, R. S.; Stenzel, N. M. C.; Sera, T.; Neves, C. S. V. J. Produção e características qualitativas dos frutos de híbridos de maracujazeiro-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura* **2012**, *34*, 1113. [CrossRef]
- ⁴³ Carvalho, A. V.; Vasconcelos, M. A. M.; Alves, S. M.; Figueirêdo, F. J. C. Comunicado Técnico 147, Embrapa 2005, 1. [Link]
- ⁴⁴ Ferrari, R. A.; Colussi, F.; Ayub, R. A. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá-aproveitamento das sementes. *Revista Brasileira de Fruticultura* **2004**, *26*, 101. [CrossRef]
- ⁴⁵ Canteri, M. H. G. *Tese de Doutorado*. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Brasil, 2010. [Link]
- ⁴⁶ Neiva, J. N. M.; Nunes, F. C. S.; Cândido, M. J. D.; Rodriguez, N. M.; Lôbo, R. N. B. R. Valor

- nutritivo de silagens de capim-elefante enriquecidas com subproduto do processamento do maracujá. *Revista Brasileira de Zootecnia* **2006**, *35*, 1845. [CrossRef]
- ⁴⁷ Mello, L. M. R. Viticultura brasileira: panorama 2011. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/comunicado/cot115.pdf>>. Acesso em: 25 outubro 2013.
- ⁴⁸ Ferreira, L. F. D.; Pirozi, M. R.; Ramos, A. F.; Pereira, J. A. M. Modelagem matemática da secagem em camada delgada de bagaço de uva fermentado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* **2012**, *47*, 855. [CrossRef]
- ⁴⁹ Melo, P. C. T.; Vilela, N. J. Desempenho da cadeia agroindustrial brasileira do tomate na década de 90. *Horticultura Brasileira* **2004**, *22*, 154. [CrossRef]
- ⁵⁰ Silva, E. P.; Silva, D. A. T.; Rabello, C. B. V.; Lima, R. B.; Lima, M. B.; Ludke, J. V. Composição físico-química e valores energéticos dos resíduos de goiaba e tomate para frangos de corte de crescimento lento. *Revista Brasileira de Zootecnia* **2009**, *38*, 1051. [CrossRef]
- ⁵¹ Campos, W. E.; Borges, A. L. C. C.; Sartunino, H. M.; Silva, R. R.; Sousa, B. M.; Rogério, M. C. P.; Borges, I.; Rodríguez, N. M. Degradabilidade ruminal da fibra das frações do resíduo industrial de tomate. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* **2007**, *59*, 189. [CrossRef]
- ⁵² da Silva, D. L. V.; Alves, R. E.; Figueiredo, R. W.; Maciel, V. T.; Farias, J. M.; Aquino, A. R. L. Características físicas, físico-químicas e sensoriais da água de frutos de coqueiro anão verde oriundo de produção convencional e orgânica. *Ciência e Agrotecnologia* **2009**, *33*, 1079. [CrossRef]
- ⁵³ Corradini, E.; Rosa, M. F.; Macedo, B. P.; Paladin, P. D.; Mattoso, L. H. C. Composição química, propriedades mecânicas e térmicas da fibra de frutos de cultivares de coco verde. *Revista Brasileira de Fruticultura* **2009**, *31*, 837. [CrossRef]
- ⁵⁴ Pelizer, L. H.; Pontieri, M. H.; Moraes, I. O. Utilização de resíduos agroindustriais em processos biotecnológicos com perspectiva de redução do impacto ambiental. *Journal of Technology Management & Innovation* **2007**, *2*, 118. [Link]
- ⁵⁵ Oliveira, M. C. S.; Silva, N. C. C.; Nogueira, A.; Wosiacki, G. Avaliação do método de liquefação enzimática na extração de suco de maçã. *Ciência Tecnologia de Alimentos* **2006**, *26*, 906. [CrossRef]
- ⁵⁶ Figueiredo, L. P.; Valente, W. A.; Dias, M. V.; Borges, S. V.; Pereira, P. A. P.; Pereira, A. G. T.; Clemente, P. R. Efeito da adição de suco de maracujá e tempo de cozimento sobre a qualidade de doces do albedo de maracujá em calda. *Ciência e Tecnologia Alimentos* **2009**, *29*, 840. [CrossRef]
- ⁵⁷ Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.faostat3.fao.org>>. Acesso em: 25 outubro 2013. [Link]
- ⁵⁸ Pinto, A. C. Q.; Neto, F. P.; Guimarães, T. G. Estratégias do melhoramento genético da manga visando atender a dinâmica do mercado. *Revista Brasileira de Fruticultura* **2011**, *64*. [CrossRef]
- ⁵⁹ Corrêa Neto, R.S.; Faria, J.A.F. Fatores que influem na qualidade do suco de laranja. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* **1999**, *19*, 153. [CrossRef]
- ⁶⁰ Goulart, R. M. M. Desperdício de alimentos: Um problema de saúde pública. *Integração* **2008**, ano XIV, 285. [Link]
- ⁶¹ Varella, M. D. Biodiversidade: o Brasil e o quadro internacional. *Revista Brasileira de Política Internacional* **1997**, *40*, 123. [CrossRef]
- ⁶² Borges, R. F.; *Panela furada: o incrível desperdício de alimentos no Brasil*. 3.ed. Columbus Cultural: São Paulo 1991.
- ⁶³ Laufenberg, G.; Kunz, B.; Nystroem, M. Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. *Bioresource Technology* **2003**, *87*, 167. [CrossRef]
- ⁶⁴ Mattias, M. F. O.; Oliveira, E. L.; Gertrudes, E.; Magalhães, M. A. Use of fibres obtained from the cashew (*Anacardium occidentale*, L) and guava (*Psidium guayava*) fruits for enrichment of food products. *Brazilian Archives Biology Technology* **2005**, *48*, 143. [CrossRef]

- ⁶⁵ Sousa, M. S. B.; Vieira, L. M.; da Silva, M. J. M.; Lima, A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais *Ciência Agrotécnica* **2011**, *35*, 554. [[CrossRef](#)]
- ⁶⁶ Scherer, R.; Rybka, A. C. P.; Godoy, H. T. Determinação simultânea dos ácidos orgânicos tartárico, málico, ascórbico e cítrico em polpas de acerola, açaí e caju e avaliação da estabilidade em sucos de caju. *Química Nova* **2008**, *31*, 1137. [[CrossRef](#)]
- ⁶⁷ Melo, E. A.; Maciel, M. I. S.; Lima, V. A. G. L.; Nascimento, R.J. Capacidade antioxidante de frutas. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas* **2008**, *44*, 193. [[CrossRef](#)]
- ⁶⁸ Bravo, L. Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance. *Nutrition Reviews* **1998**, *56*, 317. [[Link](#)]
- ⁶⁹ Vasconcelos, S. M. L.; Silva, A. M.; Goulart, M. O. F. Pró-antioxidantes e antioxidantes de baixo peso molecular oriundos da dieta: estrutura e função. *Revista da Sociedade Brasileira de Alimentos e Nutrição* **2006**, *31*, 95. [[Link](#)]
- ⁷⁰ Kim, Y.; Giraud, D. W.; Driskell, J. A. Tocopherol and carotenoid contents of selected Korean fruits and vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis* **2007**, *20*, 458. [[CrossRef](#)]
- ⁷¹ Pieniz, S.; Colpo, E.; Oliveira, V. R.; Estefanel, V.; Andreaza. Avaliação *in vitro* do potencial antioxidante de frutas e hortaliças. *Revista Ciência e Agrotecnologia* **2009**, *33*, 552. [[CrossRef](#)]
- ⁷² Jorge, N.; Malacrida, C. R.; Angelo, P. M.; Andreo, D. Composição centesimal e atividade antioxidante do extrato de sementes de maracujá (*passiflora edulis*) em óleo de soja. *Pesquisa Agropecuária* **2009**, *39*, 380. [[Link](#)]
- ⁷³ Marques, A.; Chicaybam, G.; Araujo, M. T.; Manhães, L. R. T.; Sabaa-Srur, A. U. O. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*mangifera indica* L.) cv. tommy Atkins. *Revista Brasileira de Fruticultura* **2010**, *32*, 1206. [[Link](#)]
- ⁷⁴ Monterio, C. S.; Balbi, M. E.; Miguel, O. G.; Pentead, P. T. P. S.; Haracemiv, S. M. C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate “tipo italiano”. *Alimento e Nutrição* **2008**, *19*, 25. [[Link](#)]
- ⁷⁵ Stefanello, C. L.; Rosa, C. S. Composición aproximada de las cáscaras de diferentes frutas. *Revista Ciência e Tecnologia* **2012**, *14*, 34. [[Link](#)]
- ⁷⁶ Borges, A. M.; Pereira, J.; Lucena, E. M. P. Caracterização da farinha de banana verde. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos* **2009**, *29*, 34. [[CrossRef](#)]
- ⁷⁷ Santana, A. F.; Oliveira, L. F. aproveitamento da casca melancia (*curcbita uls,shrad*) na produção artesanl de doces alternativos. *Alimento e Nutrição* **2005**, *16*, 365. [[Link](#)]
- ⁷⁸ Oliveira, L. F.; Nascimento, M. R. F.; Borges, S. V.; Ribeiro, P. C. N.; Ruback, V. R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. Flavicarpa) para produção de doce em calda. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* **2002**, *22*, 259. [[CrossRef](#)]
- ⁷⁹ Santana, A. F. Oliveira, L. F. Aproveitamento da casca de melancia (*curcubita citrullus, shrad*) na produção artesanal de doces alternativos. *Alimentos e Nutrição* **2005**, *16*, 363. [[Link](#)]
- ⁸⁰ Olson, J. A. Biological actions of carotenoids. *Journal Nutrition* **1989**, *119*, 94. [[PubMed](#)]
- ⁸¹ Silva, S. R.; Z. Mercadante, A. Composição de carotenoides de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*) in natura. *Ciência Tecnologia de Alimentos* **2002**, *22*, 254. [[CrossRef](#)]
- ⁸² Krinsky, N.I. The biological properties of carotenoids *Pure and Applied Chemistry* **1994**, *66*, 1003. [[CrossRef](#)]
- ⁸³ Uenojo, M.; Junior, M. R. M.; Pastore, G. M. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. *Química Nova* **2007**, *30*, 616. [[CrossRef](#)]
- ⁸⁴ de Lima, V. L. A. G.; A. Melo, E.; S. Maciel, M. I.; Lima, D. E. S. Avaliação do teor de antocianinas em polpa de acerola congelada proveniente de frutos de 12 diferentes aceroleiras (*Malpighia emarginata* D.C.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos* **2003**, *23*, 101. [[CrossRef](#)]

- ⁸⁵ Ness, A. R.; Powles, J. W. Fruit and vegetables, and cardiovascular disease: a review. *International Journal of Epidemiol* **1997**, *26*, 1. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- ⁸⁶ Stoclet, J. C.; Chataigneau, T.; Ndiaye, M.; Oak, M.; Bedoui, J.E.; Chataigneau, M.; Schini-Kerth, V. B. Vascular protection by dietary polyphenols *European Journal of Pharmacology* **2004**, *500*, 299. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- ⁸⁷ Wang, J.; Mazza, G. J. Inhibitory Effects of Anthocyanins and Other Phenolic Compounds on Nitric Oxide Production in LPS/IFN- γ -Activated RAW 264.7 Macrophages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2002**, *50*, 4183. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- ⁸⁸ Katsube, N.; Iwashita, K.; Tsushida, T.; Yamaki, K.; Kobori, M. Induction of Apoptosis in Cancer Cells by Bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and the Anthocyanins *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2003**, *51*, 68. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- ⁸⁹ Hertog, M. G. L.; Sweetnam, P. M.; Fehily, A. M.; Elwood, P. C.; Kromhout, D. Antioxidant flavonols and ischemic heart disease in a Welsh population of men: the Caerphilly Study. *The American Journal of Clinical Nutrition* **1997**, *65*, 1489. [[PubMed](#)]
- ⁹⁰ Ishige, K.; Schubert, D.; Sagara, Y. Flavonoids protect neuronal cells from oxidative stress by three distinct mechanisms. *Free Radical Biology and Medicine* **2001**, *30*, 433. [[CrossRef](#)]
- ⁹¹ Abdille, M. H.; Singh, R. P.; Jayaprakasha, G. K.; Jena, B. S. Antioxidant activity of the extracts from *Dillenia indica* fruits *Food Chemistry* **2005**, *90*, 891. [[CrossRef](#)]
- ⁹² Março, P. H.; Poppi, R. J.; Scarminio, I. S. Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais. *Química Nova* **2008**, *31*, 1218. [[CrossRef](#)]
- ⁹³ Kuskoski, E. M.; Asuero, A. G.; Morales, M. T.; Fett, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas *Ciência Rural* **2006**, *36*, 1283. [[CrossRef](#)]
- ⁹⁴ Silva, E. R.; Martino, H. S. D.; Moreira, A. V. B.; Arriel, N. H. C.; Silva, A. C.; Ribeiro, S. M. R. Capacidade antioxidante e composição química de grãos integrais de gergelim creme e preto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* **2011**, *46*, 736. [[CrossRef](#)]
- ⁹⁵ Melo, E. A.; Maciel, M. I. S.; Lima, V. L. A. G.; Leal, F. L. L.; Caetano, A. C. S.; Nascimento, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. *Ciência Tecnologia Alimentos* **2006**, *26*, 639. [[CrossRef](#)]
- ⁹⁶ Valtueña, S.; Pellegrini, N.; Franzini, L.; Bianchi, M. A.; Ardigo, D.; Del Rio D.; Piatti, P. M.; Scazzina, F.; Zavaroni, I.; Brighenti, F. Food selection based on total antioxidant capacity can modify antioxidant intake, systemic inflammation, and liver function without altering markers of oxidative stress. *The American Journal of Clinical Nutrition* **2008**, *87*, 1290. [[Link](#)]
- ⁹⁷ Pastore, G. M.; Uenojo, M. Pectinases: aplicações industriais e perspectivas. *Química Nova* **2007**, *30*, 388. [[CrossRef](#)]
- ⁹⁸ Filho, J. C. S.; Armelin, M. J. A.; Silva, A. G. Determinação da composição mineral de subprodutos agroindustriais utilizados na alimentação animal, pela técnica de ativação neutrônica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* **1999**, *34*, 235. [[CrossRef](#)]
- ⁹⁹ Uenojo, M.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Estadual de Campinas, Brasil, 2003. [[Link](#)]
- ¹⁰⁰ Soccol, C. R.; Vandenberghe, L. P. S. Overview of applied solid-state fermentation in Brazil. *Biochemical Engineering Journal* **2003**, *13*, 205. [[CrossRef](#)]
- ¹⁰¹ Medeiros, A. B. P.; Pandey, A.; Freitas, R. J. S.; Christen, P.; Soccol, C. R. Optimization of the production of aroma compounds by *Kluyveromyces marxianus* in solid-state fermentation using factorial design and response surface methodology. *Biochemical Engineering Journal* **2000**, *6*, 33. [[CrossRef](#)]
- ¹⁰² Arbos, K. A.; Stevani, P. C.; Castanha, R. F. Atividade antimicrobiana, antioxidante e teor de compostos fenólicos em casca e amêndoa de frutos de manga. *Revista Ceres* **2013**, *60*, 161. [[CrossRef](#)]
- ¹⁰³ Canteri, M. H. G.; Scheer, A. P.; Ginies, C.; Renard, C. M. G. C.; Wosiacki, G. Importância do tratamento térmico na casca de maracujá

- para extração de pectina *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial* **2010**, *4*, 109. [[Link](#)]
- ¹⁰⁴ Brandão, E. M.; Andrade, C. T. Influência de fatores estruturais no processo de gelificação de pectinas de alto grau de metoxilação. *Polímeros* **1999**, *9*, 38. [[CrossRef](#)]
- ¹⁰⁵ Paiva, E. P.; Lima, M. S.; Paixão, J. A. Pectina: propriedades químicas e importância sobre a estrutura da parede celular de frutos durante o processo de maturação. *Revista Iberoamericana de Polímeros* **2009**, *10*, 196. [[Link](#)]
- ¹⁰⁶ Degtyarenko, K.; Ennis M.; Garavelli J. S. Good annotation practice" for chemical data in biology. *In Silico Biology* **2007**, *7*, 45. [[PubMed](#)]
- ¹⁰⁷ Ferreira, V. F.; Rocha, D. R.; Silva, F. C. Potencialidades e oportunidades na química da sacarose e outros açúcares. *Química Nova* **2009**, *32*, 623. [[CrossRef](#)]
- ¹⁰⁸ Bruice, P. Y.; *Química Orgânica*, Pearson, 2006.
- ¹⁰⁹ Willats, W. G. T.; Knox, J. P.; Milkkelsen, J. D. T. Pectin: new insights into an old polymer are starting to gel. *Food Science & Technology* **2006**, *17*, 97. [[CrossRef](#)]
- ¹¹⁰ Munhoz, C. L.; Sanjinez-Argandoña, E. J.; Soares-Junior, M. S. Extração de pectina de goiaba desidratada. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* **2010**, *30*, 119. [[CrossRef](#)]
- ¹¹¹ Mendonça, L. M. V. L.; Conceição, A.; Piedade, J.; Carvalho, V. D.; Theodoro, V. C. A. Caracterização da composição química e do rendimento dos resíduos industriais do limão Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka). *Ciência e Tecnologia de Alimentos* **2006**, *26*, 870. [[CrossRef](#)]
- ¹¹² Fietz, V. R.; Salgado, J. M. Efeito da pectina e da celulose nos níveis séricos de colesterol e triglicérides em ratos hiperlipidêmicos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* **1999**, *19*, 318. [[CrossRef](#)]
- ¹¹³ Piedade, J.; Canniatti-Brazaca, S. G. Comparação entre o efeito do resíduo do abacaxizeiro (caules e folhas) e da pectina cítrica de alta metoxilação no nível de colesterol sanguíneo em ratos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* **2003**, *23*, 149. [[CrossRef](#)]
- ¹¹⁴ Terpstra, A. H. M.; Lapre, J. A.; de Vries H. T.; Beynen A. C. Dietary pectin with high viscosity lowers plasma and liver cholesterol concentration and plasma cholesteryl ester transfer protein activity in hamsters. *Journal Nutrition* **1998**, *128*, 1944. [[PubMed](#)]
- ¹¹⁵ Eufrásio, M. R.; Barcelos, M. F. P.; Sousa, R. V.; Abreu, W. C.; Lima, M. A. C.; Pereira, M. C. A. Efeito de diferentes tipos de fibras sobre frações lipídicas do sangue e fígado de ratos wistar. *Ciência e Agrotécologia* **2009**, *33*, 1608. [[CrossRef](#)]
- ¹¹⁶ Franco, C. R.; *Tese de Doutorado*. Universidade Estadual de Campinas, Brasil, 1996.
- ¹¹⁷ Weickert, M. O.; Pfeiffer, A. F. H. Metabolic Effects of Dietary Fiber Consumption and Prevention of Diabetes. *Journal Nutrition* **2008**, *138*, 439. [[Link](#)]
- ¹¹⁸ Brown, L.; Rosner, B.; Willett, W. W.; Sacks, F. M. Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition* **1999**, *30*, 30. [[Link](#)]
- ¹¹⁹ Sogi, D. S.; Kiran, J.; Bawa, A. S. J. Characterization and utilization of tomato seed oil from tomato processing waste. *Journal of Food Science Technology* **1999**, *36*, 248. [[Link](#)]
- ¹²⁰ Roy, B. C.; Goto, M.; Hirose, T. J. Temperature and pressure effects on supercritical CO₂ extraction of tomato seed oil. *International Journal of Food Science & Technology* **1996**, *31*, 137. [[Link](#)]
- ¹²¹ Akpata, M. I.; Akubor, P. I. Chemical composition and selected functional properties of sweet orange (*Citrus sinensis*) seed flour. *Plant Foods Human Nutrition* **1999**, *54*, 353. [[CrossRef](#)]
- ¹²² Nagy, S.; Shaw, P. E.; Veldhus, M. K. *Citrus science and technology*. v. 1. Westport: Avi, 1977.
- ¹²³ Ramalho, H. F.; Suarez, P. A. Z. A Química dos Óleos e Gorduras e seus Processos de Extração e Refino. *Revista Virtual de Química* **2012**, *5*, 2. [[CrossRef](#)]
- ¹²⁴ Nachar, R. T.; *Tese de doutorado*. Universidade de São Paulo, Brasil, 2012.
- ¹²⁵ Martin, C. A.; Almeida, V. V.; Ruiz, M. R.; Visentainer, J. E. L.; Matshushita, M.; Souza, N. E.; Visentainer, J. V. Ácidos graxos

poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos.

Revista de Nutrição **2006**, *19*, 761. [[CrossRef](#)]

¹²⁶ Costa, A. G. V.; Bressan, J.; Sabarense, C. M. Ácidos Graxos Trans: Alimentos e Efeitos na Saúde. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* **2006**, *56*, 4. [[Link](#)]

¹²⁷ Youdim, K. A.; Martin, A.; Joseph, J. A. J. Essential fatty acids and the brain: possible health implications. *International Journal of*

Developmental Neuroscience **2000**, *18*, 383. [[PubMed](#)]

¹²⁸ Yehuda, S.; Rabinovitz, S.; Carasso, R. L.; Mostofsky, D. I. The role of polyunsaturated fatty acids in restoring the aging neuronal membrane. *Neurobiol of Aging* **2002**, *23*, 843. [[CrossRef](#)]

¹²⁹ Zeraik, M. L.; Pereira, C. A. M.; Zuin, V. G.; Yariwake, J. H. Maracujá: um alimento funcional?. *Revista Brasileira Farmacognosia* **2010**, *20*, 459. [[CrossRef](#)]