

LAÍS ALVES SANTANA DA SILVA^{1*}, VINICIUS CUNHA DE OLIVEIRA¹, FABRÍCIO BRUNO MENDES¹.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. Suzano – SP.

*E-mail: assilva.lais@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho visa caracterizar e conectar a indústria de citros quanto a seu nicho de aplicações e seus possíveis impactos na geração de rejeitos dos processos. São relatados os cenários econômicos e perspectivas industriais pelas quais a fruta e seus derivados são submetidos; é discorrido acerca da demanda atual pela fruta, além de condições oriundas aos processos de utilização dos resíduos. Os principais objetivos do trabalho são demonstrar as diferentes formas de destinação para os resíduos da laranja, através de técnicas de reprocessamento e reutilização. A revisão bibliográfica teve por base a intensa utilização da fruta nos mais diversos segmentos, que discorrem desde aplicações agrônômicas a, até mesmo, indústrias farmacêuticas e alimentícias, e a consequente geração de resíduos ao longo dos processos. Neste sentido, foi possível identificar amplas possibilidades de demanda para os rejeitos cítricos, das quais se destacam fibras alimentares, extração da pectina, óleos essenciais, carvão ativado, carvão vegetal, produção de enzimas e biossurfactantes; explorou-se também condições de beneficiamento para estas aplicações. Sendo assim, pôde-se identificar importância de destinar-se os resíduos cítricos corretamente a atender diretrizes de produção mais limpa (P + L) e sustentabilidade.

Palavras-chave: Resíduo, Laranja, Indústrias de citrus.

PRINCIPAIS APLICAÇÕES DOS RESÍDUOS DA LARANJA E SUA IMPORTÂNCIA INDUSTRIAL

INTRODUÇÃO

A laranjeira, originária da família *Rutaceae*, é a árvore que cultiva a laranja, sendo que o interior da fruta é constituído por gomos, e seu sabor caracteriza-se por intensidades que vão desde o doce ao levemente ácido. É uma fruta popularmente rica

em vitamina C e diversos sais minerais como potássio, ferro, fósforo e cálcio (JUNIOR, 2005). A laranja é uma fruta cítrica, sendo que as inúmeras variedades existentes apresentam forma arredondada e alongada, casca lisa de coloração verde a amarela, polpa suculenta, aroma característico e baixa acidez como características básicas (KOLLER, 1994). Dentre os tipos da fruta mais comuns para comercialização, destacam-se as espécies denominadas como pera, pera rio, lima e rubi.

A laranja se constitui, morfológicamente, em exocarpo, que corresponde à casca exterior, ou flavedo, que é a parte que contém pigmentos em cloroplasto e glândulas de óleo; albedo ou pele interior denominado mesocarpo; e lóculo ou membranas carpelares, denominadas endocarpo, que em frutas cítricas podem ser compostos de 6 a 20 carpelos unidos. A casca da fruta, que corresponde à junção do flavelo e o albedo, contém a maior porcentagem de pectina quando comparada às demais partes (ALBRIGO, CARTER, 1977 *apud* SANTANA, 2005).

O presente estudo objetivou a caracterização a cerca da indústria da laranja e a compreensão sobre as possibilidades de reutilização dos resíduos, bem como a reinserção destes resíduos e/ou subprodutos em demais processos industriais, em que destacam-se fibras alimentares, extração da pectina, óleos essenciais, carvão ativado, carvão vegetal, produção de enzimas e biossurfactantes.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Indústria da laranja

Segundo a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) (2017), a produção mundial de laranja em 2015 foi de, aproximadamente, 70 milhões de toneladas, sendo que os maiores produtores de laranja são Brasil e Regiões do Mediterrâneo, contribuindo com 28 milhões de toneladas, respectivamente. Em seguida, o terceiro maior produtor é os Estados Unidos correspondendo a 5 milhões de toneladas. É válido ressaltar que os três países correspondem a 45% da produção mundial de laranjas. A produção de laranja de 2015 supera as produções de tangerina e de limões.

Ainda de acordo com Junior (2005):

“... destaca-se a produção de Tahiti e tangerinas, como a Ponkan e o tangor Murcott. Outros estados como Bahia, Minas Gerais, Pará, Paraná e Rio Grande do Sul contribuem para o agronegócio dos

citros com a produção, principalmente, de laranjas, tangerinas e Tahiti. As laranjas representam a principal espécie cítrica cultivada no País. A pujança da produção brasileira deve-se ao grande mercado mundial de exportação de suco. Com o conhecimento das qualidades nutricionais, a demanda para o suco cítrico tem crescido” (JUNIOR, 2005, p.1).

Dados do *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística* (IBGE) para 2020 mostram que a previsão anual da safra nacional de laranja deve atingir uma quantidade produzida maior que 18 milhões de toneladas. Em 2019, a safra de laranja foi de 17,6 milhões, representando um aumento de 4,1% para a produção da safra atual (IBGE, 2020).

Neste sentido, mediante maior produção da laranja no âmbito nacional e demanda externa de seus derivados se faz necessário um maior controle e mitigação dos resíduos oriundos das indústrias de citros.

Conforme classificação de Benedetti, et al. (2009), os resíduos da laranja podem ser subdivididos em quatro grupos: cascas e membranas; resíduos cítricos; resíduos sólidos (cascas, sementes, polpas); e resíduos líquidos.

O reaproveitamento do bagaço dessa fruta, que envolve a casca, o albedo, os caroços e filamentos de membrana proporcionam benefícios devido à rica composição química desse material, como a presença de pectina, fibras e carboidratos. Em se tratando especificamente da casca de laranja, pode-se caracterizar que sua composição é 16,9% de açúcares solúveis; 9,21% de celulose; 10,5% de hemicelulose; e 42,5% de pectina (BENEDETTI, et al., 2009).

Os principais subprodutos do reaproveitamento dos resíduos da indústria de laranja utilizados atualmente pelas indústrias alimentícias, químicas e farmacêuticas são, percentualmente, farelo (49,24%); células congeladas (2,67%); óleos essenciais (1,79%); D-limoneno (0,92%); e líquido aromático (0,57%) (KOLLER, 1994).

O uso eficiente dos resíduos agroindustriais é essencial numa gestão sustentável e para cumprimentos às normativas ambientais e de produção mais limpa (P + L) (BENEDETTI, et al., 2009). Algumas das principais alternativas para o reaproveitamento dos resíduos da indústria de sucos de laranja serão mais bem explicitadas posteriormente.

Aplicações industriais

Fibras alimentares

As fibras alimentares da casca de laranja podem ser produzidas a partir dos resíduos sólidos provenientes da indústria processadora de laranja, envolvendo baixos custos de produção. Segundo a Associação Nacional dos Exportadores de Suco Cítrico (CITRUSBR) estima-se que a produção total de sucos de laranja na safra de 2019/20 seja de 1.202.702 toneladas de *Frozen Concentrate Orange Juice* (FCOJ) (CITRUSBR, 2020). Considerando que 50% do peso da fruta equivale a resíduo gerado na produção de suco, tem-se aproximadamente 1,2 milhões de toneladas anual. Sendo assim, estima-se que a produção de fibras alimentares seria de 962 mil toneladas, já que o resíduo da laranja possui 80% de fibra em base úmida (REZZADORI, BENEDETTI, 2009).

Ainda conforme Rezzadori e Benedetti (2009):

“Entre as muitas fontes de fibras dietéticas, os subprodutos cítricos têm alto potencial de uso. Muito interesse tem sido mostrado na utilização de fibra da casca e membranas desidratadas. A polpa lavada mostrou ser uma boa fonte de fibras dietéticas solúveis e insolúveis e ter propriedades funcionais únicas, permitindo o uso como ingredientes em alimentos, pois possuem funções tecnológicas e propriedades funcionais” (REZZADORI, BENEDETTI, 2009, p.5).

Tendo em vista o baixo custo de produção e as características nutricionais benéficas, as fibras obtidas do resíduo da laranja são direcionadas para ingrediente de ração animal. Trata-se da aplicação de maior demanda e mais bem sucedida para a casca da laranja, que se popularizou pela crescente necessidade de fonte vitamínica na ração animal (REZZADORI, BENEDETTI, 2009).

A adição dessas fibras tem sido uma excelente opção principalmente para alimentação de ruminantes. Mesmo constituindo um baixo teor de proteína, apresentando 7% da composição, tem elevado valor energético com alto teor de carboidratos solúveis e pectina, o que proporciona a alta digestibilidade das fibras e estimulando o consumo de alimentos por parte dos bovinos de corte (GOULARTE, et al., 2011).

Além disso, quando incluída na dieta de ruminantes, a polpa cítrica peletizada estimula a produção dos ácidos graxos voláteis (AGV), principalmente o ácido acético.

Essas substâncias geradas pela fermentação microbiana no rúmem constitui a principal fonte de energia desses animais. Em detrimento, à produção de ácido láctico ocasionado por alimentos com rápida fermentação, como grãos de trigo, cevada e aveia, proporcionam a queda do pH ruminal. Tal alteração do pH, devido à presença excessiva de ácido láctico, tem por consequência a acidose ruminal, que pode causar diminuição da imunidade e de apetite. Portanto, em animais de corte e de leite, a acidose proporciona queda de peso, prejudicando a engorda e produção de leite (GOULARTE, et al., 2011).

A produção das fibras é uma aplicação tradicional, mundialmente utilizada para os resíduos sólidos da indústria processadora de laranja. A partir do resíduo sólido proveniente da produção de sucos, é realizada uma moagem úmida no resíduo, sob condições específicas e feita posteriormente uma secagem, uma vez que 70% do fruto é composto por água. Em seguida, efetua-se uma moagem seca do resíduo e submete-se à secagem novamente. Por fim, um processo final de peneiramento leva à formação da fibra alimentar (STOLL, 2012).

Extração da pectina

De acordo com Jackix (1988):

“Pertencente ao grupo dos polissacarídeos, a pectina tem por função a adesão entre as células, contribuindo para o desenvolvimento da textura adequada de frutas e vegetais durante a maturação. Essa propriedade das pectinas garante que sejam geralmente utilizadas por apresentarem a propriedade funcional de gelificar, permitindo a formação de géis como geleias, gomas e produtos lácteos, atuando como aditivo para espessamento dos produtos, na presença de sacarose em meio ácido” (JACKIX, 1988, p.18).

A pectina pode ser subdividida de acordo com o grau de metoxilação, ou seja, a relação de unidades de ácidos galacturônicos esterificados por unidade de ácido galacturônico total. A quantidade desses grupos torna-se um parâmetro para indicar as propriedades físicas ou funcionais das pectinas para formação no processo de geleificação (**Tabela 1**) (JACKIX, 1988).

Tabela 1 - Características das pectinas.

Pectina ATM (alto teor de metoxilação)	Pectina BTM (baixo teor de metoxilação).
Grupos carboxílicos esterificados acima de 50%	Grupos carboxílicos esterificados iguais ou inferiores a 50%
Formação de géis com concentração superior de açúcar	Formação de géis com baixa concentração de açúcar
Necessita de meio ácido (pH 3,2 a 3,8) para a formação de gel	Menos sensíveis às mudanças de pH para a formação de gel
Altas temperaturas e resfriamento para que ocorra a geleificação	Termoreversível

Fonte: SILVA, et al., 2020. Informações extraídas de RIBEIRO, et al., 2007.

Para o processo de extração deve-se levar em conta as características iniciais das frutas assim como os parâmetros de controle como temperatura, pH, tempo e concentrações dos materiais. Nessa etapa, são utilizados solventes aquecidos, podendo estar em meio neutro, ácido ou básico. Dentre os solventes mais usados, estão ácidos nítrico, clorídrico ou sulfúrico, amônia e hexano. Industrialmente, as condições da extração variam de acordo com disponibilidade das substâncias e produto desejado, podendo adquirir 42,5% de pectina presente na casca da laranja (BENEDETTI, et al., 2009).

Óleos essenciais

Os óleos essenciais são uma mistura de diferentes compostos voláteis que se originam do metabolismo secundário das plantas, podendo ser encontrados principalmente nas cascas, folhas, caules, raízes, folhas, rizoma e nas sementes. O composto majoritário dessas substâncias é o D-limoneno, apesar de os terpenóis oxigenados contribuírem consideravelmente com maior intensidade no aroma (ARAÚJO, 1999).

Tais substâncias possuem grandes aplicações devido às amplas características benéficas que os óleos essenciais possuem. Podem ser utilizados, principalmente, em indústrias farmacêuticas, devido à capacidade antioxidante dos flavonoides ou às propriedades inseticidas do limoneno, por exemplo, em indústrias de cosméticos e alimentícias (PALAZZOLO, et al., 2013).

Normalmente, a fabricação pode ocorrer paralelamente ao processo de produção de suco. Assim que a fruta é pressionada para obtenção do suco, as glândulas que acumulam o óleo também são rompidas no processo. A extração de óleos essenciais

ocorre por meio de hidrodestilação ou destilação por arraste de vapor, extração por solvente, prensagem a frio e extração supercrítica (ARAÚJO, 1999).

A extração dos óleos essenciais na indústria de suco de laranja tem rendimento máximo de 5% (peso / volume), podendo ter variações de qualidade e quantidade, devido a fatores fenótipos da fruta, e características do local de plantação, como solo e clima (PALAZZOLO, et al., 2013).

Carvão vegetal

O carvão vegetal é normalmente obtido da carbonização de espécies de madeira, resíduos ou biomassas, no qual torna-se um produto sólido com grande concentração de carbono. Sendo assim, o bagaço da laranja pode ser uma alternativa para a produção de carvão vegetal, o que, conseqüentemente, garante aplicações no mercado consumidor e facilita o transporte, armazenamento e manuseio do resíduo gerado na indústria de sucos cítricos (EMRICH, 1985).

A obtenção desse material a partir desse resíduo pode ser feita aplicando o processo de pirólise lenta, também denominada carbonização, dos resíduos sólidos da laranja. O processo se caracteriza pela degradação térmica de compostos orgânicos da biomassa, em condições controladas, com ausência total ou parcial de oxigênio em espaços fechados a temperaturas superiores a 300°C (EMRICH, 1985).

Esse processo permite que o material adquira maior eficiência energética quando comparado ao material inicial. Sendo assim, o resíduo da laranja, normalmente aplicado em caldeiras e fornos sem o processo de pirólise, tornar-se-ia mais vantajoso quando transformado em carvão vegetal. Conseqüentemente, esse processo agregaria benefícios também para a indústria siderúrgica, o principal consumidor do carvão vegetal que consome quase 90% das produções. Nesse ramo, o carvão é utilizado como fonte de energia térmica e também como agente redutor do minério de ferro, principalmente para a produção de ferro-gusa. O setor residencial corresponde a, aproximadamente, 8,5% da produção de carvão, e o setor comercial corresponde a, aproximadamente, 1,5%, sendo representado por padarias, churrascarias e pizzarias (MANZONI, 2010).

Carvão ativado

O carvão ativado caracteriza-se por um material de carbono com uma porosidade bastante desenvolvida, podendo ser obtido a partir da queima (carbonização) controlada a

uma temperatura de 800°C a 1000°C sem que ocorra queima total do material, para garantir porosidade elevada. Em seguida, ocorre a ativação do material, podendo ser química ou física. A ativação física consiste no tratamento térmico em uma atmosférica suavemente reativa, por exemplo, com vapor de água ou gás carbônico; já a ativação química refere-se à impregnação com agentes químicos, como ácido fosfórico (H₃PO₄), cloreto de zinco (ZnCl₂), entre outros, e posterior aquecimento em temperatura de, aproximadamente, 600°C. Essa característica proporciona ao material a capacidade de adsorção, ou seja, coletar seletivamente gases, líquidos e impurezas, tendo um excelente poder de clarificação e purificação, sendo muito eficiente no tratamento de efluentes e gases resultantes de processos industriais (BALBINOT, et al., 2007).

A utilização do resíduo da indústria de suco de laranja para a produção de carvão ativado tem sido uma linha de pesquisa muito ascendente. Estudos mostram resultados promissores para essa aplicação, pois além de ter elevada eficácia para remoção de diferentes metais, como Zn (zinco), Ni (níquel), Cu (cobre), Cr (cromo), Cd (cádmio), Co (cobalto), e Pb (chumbo), é capaz de adsorver concentrações características de corantes têxteis; tal aplicação tem baixo custo de aquisição (SILVA, et al., 2014).

Produção de enzimas

As enzimas são proteínas sintetizadas pelo próprio organismo, cuja característica é catalisar reações químicas, ou seja, diminuir a energia de ativação necessária para a formação do complexo ativo. A atuação da enzima, no substrato para formação do produto, aumenta a velocidade da reação sem que a mesma seja consumida nesse processo, tendo assim a regeneração da enzima (DELGADO, 2014).

Em alguns resíduos da laranja podem ser encontradas enzimas classificadas como lipases, pertencente à classe das hidrolases, que confere reações de adição de grupo a dupla ligação ou o processo inverso, ou seja, para remoção de grupos que visam à formação da dupla ligação (DELGADO, 2014).

Por apresentarem essa função, as lipases têm grande importância nas indústrias para produção de detergentes; compostos orgânicos e biodiesel, além de apresentarem aplicações na indústria farmacêutica, síntese de aromas e tratamento de efluentes (**Tabela 2**) (DELGADO, 2014).

Tabela 2 - Aplicação enzimática no setor industrial.

Setor Industrial	Aplicação
Indústria de detergentes	Remoção de óleos e gorduras pela hidrólise
Indústria têxtil	Remoção de óleos e gorduras do couro pela hidrólise
Indústria de papel e celulose	Aumento da extração de celulose e aumento da brancura
Indústria alimentícia	Transesterificação de gordura e óleos; hidrólise de lipídeos
Biocombustíveis	Transesterificação de óleos vegetais para produção de ésteres alcoólicos

Fonte: SILVA, et al., 2020. Informações extraídas de DELGADO, 2014.

Biossurfactantes

Caracterizada como uma das mais novas e promissoras aplicações para o bagaço da laranja, a produção de biossurfactantes visa conciliar um modelo sustentável a um conceito de produção mais limpa para atender a um mercado já saturado de tecnologias provenientes de hidrocarbonetos e ácidos graxos (ROVINA, 2018).

Segundo Rovina (2018):

“Os biossurfactantes são produzidos naturalmente por microrganismos e podem ser sintetizados a partir de substratos renováveis com grande diversidade química. Por serem compostos com características anfipáticas, os surfactantes tendem a alterar as propriedades interfaciais e superficiais dos fluidos, ocasionando a capacidade de detergência, emulsificação, lubrificação e solubilização” (ROVINA, 2018, p.8).

Trata-se de uma aplicação ainda sob intensas investigações e, sobretudo formulações e desenvolvimento de patentes; para tanto, em uma das linhas de pesquisa de Santos, et al., 2010 *apud* Rovina, 2018:

“...usaram óleo de fritura, glicerina e bagaço de laranja na produção de biossurfactante através da fermentação pela cepa LB09 isolada de borra de petróleo. Os autores obtiveram uma redução da tensão superficial da água de até 27,49 mN/m, além de apresentar um

Índice de emulsificação acima de 40% em hexano e tolueno. O biossurfactante produzido foi aplicado em teste de biorremediação, simulando contaminação do solo por petróleo, após a lavagem desse biossurfactante, o resíduo oleoso conseguiu ser parcialmente removido da areia” (Santos, et al. 2010, apud Rovina, 2018, p.39).

Em resumo, a partir de um preparo e conservação do microrganismo *Bacillus subtilis*, é realizado um preparo do pré-inóculo do microrganismo que posteriormente será padronizado. Concomitantemente, há um preparo de uma substância processada das cascas da laranja, em que haverá a determinação da concentração das proteínas totais na mesma. Por isso, a fermentação ocorre tanto no inóculo quanto no processado de cascas, sendo que o produto da fermentação é o biossurfactante (ROVINA, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do estudo realizado foi possível compreender as mais relevantes aplicações industriais a que os rejeitos cítricos podem ser utilizados, conseguiu-se contextualizar o cenário econômico-industrial do setor de citros, sendo válido ressaltar que o Brasil agrega vantagens significativas por ser um dos principais produtores mundiais de suco de laranja. O trabalho também abre precedente para uma maior reinserção de rejeitos cítricos como matérias-primas a outros setores, de maneira economicamente viável, sustentável e com alto potencial nutricional.

REFERÊNCIAS

1. ARAÚJO JMA. Química de Alimentos: Teoria e Prática. 2ª ed. Viçosa: UFV, 1999; 571p.
2. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS EXPORTADORES DE SUCOS CÍTRICOS (CITRUSBR). 2020. Comunicado ao mercado: Estoques Auditados em 30 de junho de 2020. Disponível em: <http://www.citrusbr.com/destaques/?id=312916>. Acesso em 10 ago. 2020
3. BALBINOT NP, et al. Utilização de resíduos vegetais da produção de óleo de girassol para produção de carvão vegetal. 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007.
4. BENEDETTI S, et al. Proposições para valorização de resíduos do processamento do suco de laranja. Universidade Federal de Santa Catarina -Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos, São Paulo, 2009; 34: 02-27.

5. DELGADO CHO. Obtenção, caracterização e aplicação de lipases vegetais: utilizando subprodutos do processamento de laranja e manga para suco. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências de Botucatu. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014; 100 p.
6. EMRICH W. Handbook of Charcoal Making: The Traditional and Industrial Methods, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, 1985; 7, 278p.
7. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO), 2017. Citrus fruit fresh and processed statistical bulletin 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i8092e.pdf>. Acesso em 1 set. 2020.
8. GOULARTE SR, et al. Ácidos graxos voláteis no rúmen de vacas alimentadas com diferentes teores de concentrado na dieta. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.63, n.6, 2011, 1479-1486p.
9. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS (IBGE), 2020. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistemático-da-produção-agrícola.html?=&t=resultados>. Acesso em: 17 ago. 2020.
10. JACKIX MH. Doces, Geléias e Frutas em Calda. Campinas: Editora Ícone, 1988, 172p.
11. JUNIOR DM, et al. CITROS: principais informações e recomendações de cultivo. Instituto Agrônômico de Campinas (IAC), 2005; 9: 01-04.
12. KOLLER OC. Citricultura: laranja, limão e tangerina. Porto Alegre: Rígel, 1994; 446p.
13. MANZONI LP, BARROS TD. Carvão Vegetal. 2010. Ageitec: Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000gc6fompl02wx5ok01dx9lc67w62o0.html>. Acesso em 19 ago. 2020.
14. PALAZZOLO E, et al. Current and Potential Use of Citrus Essential Oils. Current Organic Chemistry, 2013; 17, 3042-3049.
15. REZZADORI K, BENEDETTI S. Proposições para valorização de resíduos do processamento do suco de laranja. International Workshop: Advances in Cleaner Production. São Paulo, Brasil, 2009; 11: 01-09.
16. RIBEIRO EP, SERAVALLI EA. Química de alimentos. São Paulo: Edgard Blucher, Instituto Mauá de Tecnologia, 2007; 184p.
17. ROVINA F. Produção de Biossurfactantes por Bacillus Subtilis utilizando resíduos do processamento da casca da laranja e sua aplicação na remoção de óleo em solo contaminado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018; 80 p.
18. SANTANA MFS. Caracterização físico-química de fibra alimentar de laranja e maracujá. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Departamento de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005; 188 p.
19. SILVA NM, et al. Produção de carvão ativado a partir de casca de laranja para tratamento de água. XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Rio Grande do Norte, RN, 2014; 6p.
20. STOLL L. Utilização de fibra de laranja como substituto de gordura em pão de forma. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012, 64p.