



ANAIS

PROCEDIMENTOS INOVATIVOS NA DETERMINAÇÃO DOS SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX) E DA ACIDEZ DA LARANJA A NÍVEL DE CAMPO

GERÔNIMO GUERREIRO NETO

gneto1968@hotmail.com

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

DAVID FERREIRA LOPES SANTOS

david.lopes@unesp.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

RESUMO: A inovação tecnológica tem papel relevante dentro dos complexos agroindustriais. No caso específico da indústria de processamento de laranja, um dos mais importantes segmentos geradores de riqueza no estado de São Paulo, a análise dos indicadores de qualidade da fruta, tais como: °Brix, Acidez e Ratio, são essenciais na determinação do ponto ideal de maturação e colheita no campo e, por consequência, na produção de suco de boa qualidade. Nesse sentido, o presente relato técnico procurou trazer os aspectos práticos e usuais destas análises, bem como uma sugestão no avanço dos processos metodológicos destas análises. Dessa forma, as análises químicas destes indicadores, que são tradicionalmente realizadas em laboratório (dentro da unidade industrial), e que necessitam da destruição dos frutos, gerando resíduos, poderiam ser substituídas por procedimentos metodológicos direto no campo, através de equipamentos portáteis com resultados mais ágeis que os tradicionais (laboratório). Contudo, estes procedimentos inovativos exigem alguns cuidados técnicos, além do alto custo de alguns equipamentos. Dessa forma, o presente relato sugere estudos mais aprofundados quanto a questão da viabilidade econômica, bem como da preservação da segurança nos resultados obtidos nas análises por estes novos procedimentos.

PALAVRAS CHAVE: Inovação, °Brix, Ratio, Acidez, Fruta, Laranja.

ABSTRACT: Technological innovation plays a relevant role within agroindustry complexes. In the specific case of the orange processing industry, one of the most important wealth-generating segments in the state of São Paulo, the analysis of fruit quality indicators, such as ° Brix, Acidity and Ratio, are essential in determining the ideal point of maturation and harvesting in the field and, consequently, in the production of good quality juice. In this sense, the present technical report sought to bring the practical and usual aspects of these analyzes, as well as a suggestion in the progress of the methodological processes of these analyzes. Thus, the chemical analyzes of these indicators, which are traditionally carried out in the laboratory (within the industrial unit), and which require the destruction of the fruits, generating residues, could be replaced by direct methodological procedures in the field, through portable equipment with more agile than traditional ones (laboratory). However, these innovative procedures require some technical care, in addition to the high cost of some equipment. Thus, the present report suggests further studies on the question of economic viability, as well as the preservation of safety in the results obtained in the analyzes by these in the procedures.

KEY WORDS: Innovation, ° Brix, Ratio, Acidity, Fruit, Orange.

ANAIS

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado líder mundial na produção de laranja, sendo que a soma produtiva da China e Índia – respectivamente segundo e terceiro maiores produtores mundiais, não alcançam os 17,25 milhões de toneladas da fruta cítrica obtidos na produção nacional em 2016 (FAO, 2018).

Em 2017 o país respondeu por mais de 50% da produção e por 76% do comércio mundial de suco de laranja. Os destinos principais do suco no exterior foram Europa e Estados Unidos, consumindo respectivamente 64,5% e 21,6% (CITRUS BR 2018).

O suco de laranja produzido no Brasil tem duas modalidades básicas de produção: i) o não concentrado – NFC (Not From Concentrate), que é o suco de laranja integral, 100% natural, pasteurizado, resfriado e pronto para beber; ii) e o concentrado congelado – FCOJ (Frozen Concentrated Orange Juice) à 66 °Brix, 100% natural, concentrado, congelado e utilizado na composição de néctares, refrescos e em diferentes bebidas (CITROSUCO, 2018).

Um fator importante a ser considerado dentro dos processos de produção do suco de laranja, principalmente o NFC, é a origem da matéria prima utilizada, sempre levando em conta aspectos como procedência da fruta e características químicas como Ratio, acidez e sólidos solúveis (°Brix) (HUBINGER; SIMÕES; FERREIRA, 2014).

Os sólidos solúveis (°Brix) são, em grande parte, representados pelos açúcares nas frutas (HUBINGER; SIMÕES; FERREIRA, 2014). O °Brix refere-se à porcentagem de sólidos solúveis ou açúcares e ácidos, quantificados em graus brix por um instrumento que mede o índice de refração de soluções, chamado de refratômetro. Depois dos açúcares, os ácidos são os sólidos solúveis presentes em maior quantidade no suco, determinados por titulação. O Ratio é a relação °Brix/acidez e fornece o grau de maturação da fruta e qualidade do suco (MUNHOZ; MORABITO, 2013).

A determinação do °Brix consiste em colocar cerca de 2 gotas da amostra desgaseificada e homogeneizada entre os prismas do aparelho (refratômetro), aguardar um minuto, e ler diretamente na escala de grau Brix em temperatura ambiente (20 °C). Já a determinação da acidez se dá pelo método titulométrico em laboratório, com solução de hidróxido de sódio 0,1 N até coloração rosa, usando 2-3 gotas de fenolftaleína como indicador (MAPA, 2018).

O mercado internacional de suco de laranja está cada vez mais competitivo, assim, a qualidade da fruta é um dos principais fatores que determinam o volume de exportação. Certos atributos na composição química da laranja, como o teor de sólidos solúveis (°Brix) totais, é utilizado como parâmetro de aferição da qualidade, porém o atual método de análise utilizado é lento, destrutivo e realizado em refratômetro (FLORES et al., 2014).

Inovar e melhorar os produtos ou processos são fatores críticos de sucesso para às organizações. Em razão das constantes transformações e mudanças nas áreas de tecnologia e do comportamento de mercado, os avanços tecnológicos dão maior sustentabilidade econômica às empresas (KHARFAN; TOLEDO, 2014).

As inovações em processos podem reduzir o custo dos métodos de produção em relação aos de seus concorrentes, o que pode significar um aumento na lucratividade da empresa. (TERRA et al., 2015). O lançamento de produtos ou de processos, novas patentes e lucratividade, são importantes indicadores de inovação por parte das organizações, servindo como dados mensuráveis de sucesso.

ANAIS

Um estudo comparativo de empresas processadoras de suco de laranja no Brasil e nos Estados Unidos, com relação ao processo de inovação, identificou que a indústria norte americana produziu muito mais patentes (1978 a 2012) que a indústria brasileira. O motivo seria o fato de o Brasil vender o suco como commodity, e os EUA venderem o produto final envasado (ROSSI; TORKOMIAN, 2014).

As empresas do complexo agroindustrial promovem inovações por dois caminhos: existe a tecnologia que vem de fora (externa) – quando a empresa não possui recursos internos, sendo necessário a terceirização; e existe a tecnologia desenvolvida internamente. Uma tendência é que às empresas conciliem as duas modalidades.

Estudos em empresas de alimento italianas identificaram que existe uma tendência de as organizações mesclarem inovações externas com procedimentos internos, fazendo aprimoramentos e adaptações à sua realidade (PASCUCCI; ROYER; BIJMAN, 2012).

A inovação em produtos ou processos é uma prerrogativa à competitividade no complexo agroindustrial. Existe uma necessidade constante na modernização e na aplicação de novas tecnologias por parte das empresas, no intuito de se manterem competitivas num mercado consumidor cada vez mais exigente e um planeta que demanda alimentos com preços mais baixos para garantir à segurança alimentar das pessoas.

Dentro dos processos agroindustriais na produção do suco de laranja, o procedimento para a identificação da melhor qualidade da fruta (sólidos solúveis, acidez e ratio) tem grande importância (COUTO; GUIDOLIN; BRAZACA, 2010). Obter estes indicadores de maneira confiável, ágil e se possível, não destrutiva, seria um procedimento inovador por fugir dos padrões tradicionais.

O modelo padrão de análise química das frutas pelas agroindústrias processadoras de laranja, no intuito da obtenção de sólidos solúveis e acidez, é realizado em laboratório através do refratômetro de bancada e titulação (MUNHOZ; MARABITO, 2013). Esse processo envolve o deslocamento dos frutos até o laboratório, ocasionando regularmente a destruição dos frutos, geração de resíduos, dificuldade no planejamento do fluxo de suprimento de matéria prima à planta industrial.

Evoluir para análises químicas à nível de campo, em detrimento ao laboratório, seria considerado um avanço dentro dos procedimentos agroindustriais. Existe a possibilidade de se obter os índices de Sólidos solúveis das frutas através de refratômetros portáteis (no campo). Segundo Borba e Santos (2017), também é possível fazer uso de espectrômetros (portáteis) na avaliação de sólidos solúveis e acidez das frutas direto no campo.

Estudos desenvolvidos através da técnica de Espectroscopia por infravermelho na determinação de sólidos solúveis em laranjeiras variedades “pêra rio” e “lima ácidas”, mostrou haver agilidade e facilidade no procedimento de análise das frutas, além da não necessidade de destruição do fruto (HUBINGER; SIMÕES; FERREIRA, 2014).

O método tradicional de análise de sólidos solúveis, através de técnicas invasivas (destruir os frutos), exige uma quantia grande de amostras, gera resíduos e é lento, ao contrário das técnicas modernas de Espectroscopia e ressonância magnética, que são ágeis nos resultados e não destroem os frutos (BORBA, 2016).

Assim sendo, no intuito de mostrar métodos alternativos ao sistema tradicional da análise laboratorial, três modelos de análises da fruta são propostos:

ANAIS

- i. Refere-se ao método tradicional em laboratório (referência), com deslocamento das amostras e uso de técnicas invasivas, na análise de °Brix e acidez;
- ii. Refere-se ao uso de refratômetros portáteis (técnica invasiva), à nível de campo, na análise de °Brix;
- iii. Refere-se a técnicas não invasivas, através de espectroscopia portátil, direto no campo, na análise de °Brix e acidez.

Nesse sentido, o presente trabalho de natureza exploratória, tem por objetivo identificar e propor modelos de análise química das frutas, direto no campo (in loco), frente às práticas tradicionais de laboratório.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

A determinação da qualidade da fruta a ser colhida, mais especificamente o ponto ideal de maturação, no que tange ao melhor °Brix, Ratio e Acidez – indicadores de qualidade, tem fundamental importância para a agroindústria de suco de laranja. Para isso, as análises químicas na obtenção destes indicadores são fundamentais na estratégia de planejamento de colheita. Segundo Borba (2016), na agroindústria o teor de sólidos solúveis é utilizado desde a colheita, participando da formação do valor do produto colhido para o controle da matéria-prima, processo e qualidade do produto final.

As indústrias processadoras de sucos cítricos analisam os parâmetros físico-químicos de acidez, pH, ratio, sólidos solúveis, ácido ascórbico, óleo essencial, cor e viscosidade, não apenas para controlar a qualidade do produto, mas também para atender às exigências estabelecidas pelo mercado consumidor (PACHECO et al., 2014).

O ratio é a relação entre o teor de sólidos solúveis (°Brix) e o teor de ácidos tituláveis, sendo um indicador utilizado para determinar o estágio de maturação das frutas, determinando o balanço do sabor doce e ácido (COUTO; GUIDOLIN; BRAZACA, 2010).

Além da qualidade do produto final (suco), que é o principal alvo a ser atingido, o planejamento estratégico industrial e de colheita, é de certa forma todo orientado pelo estágio de maturação das frutas no campo (pomares). O plano de disponibilidade de laranja, que também pode ser chamado de planejamento de colheita, é elaborado a partir de diversos parâmetros – com destaque para a curva que representa à evolução da maturação da fruta pelo ratio ao longo do tempo (MUNHOZ; MORABITO, 2012).

Um aspecto bastante importante para a indústria processadora de frutas é a disponibilidade de matéria-prima para a industrialização. Geralmente a fábrica não dispõe de produção própria de matéria-prima em volume suficiente para atender suas necessidades, necessitando recorrer à aquisição de frutas de terceiros para completar o volume de produção almejado (EMBRAPA, 2018).

O fornecimento de matéria prima para a agroindústria processadora é efetuado pela fruta própria (verticalização) e por fornecedores terceiros. Todas essas propriedades rurais com destino à produção de laranja são mapeadas com sistema GPS (Sistema de Posicionamento Global), de maneira que haja uma separação dos talhões por variedade cultivada e idade de plantio. Esse processo visa à organização dos tratos culturais como também o procedimento de colheita.

Na medida em que existe a delimitação do imóvel rural em talhões, o processo de

ANAIS

amostragem das frutas, análise química e sua respectiva colheita, é realizado de maneira mais organizada e estruturada. A Figura 1 ilustra a estrutura da propriedade rural dedicada à produção de laranja.



FIGURA 1. Exemplo de Imóvel rural dividido em 2 talhões.
Fonte: Elaboração própria a partir de imagem do Google.

As cultivares de laranjeiras mais plantadas no Brasil são a Pêra, Valência, Natal e Hamlin, destinadas predominantemente à indústria de suco (LIMA et al., 2014). Dentre as qualidades da fruta, as variedades Pêra e Valência [*C. sinensis* (L.) Osbeck] são as mais cultivadas e destinam-se tanto para indústria de suco concentrado como para o mercado de fruta fresca (PACHECO et al., 2014).

As principais variedades de laranja que são cultivadas com finalidade comercial, portanto, destinadas à indústria de suco, são: Hamlin, Westin, Rubi, Valência Americana, Pêra Rio, Natal, Valência e Folha Murcha. As quatro primeiras têm ciclo precoce, a Pêra Rio intermediário (meia-estação) e as três últimas possuem ciclo tardio. A laranjeira pêra é a principal variedade cultivada e praticamente a única com maturação na meia-estação no Brasil (SILVA et al., 2017).

Ou seja, a colheita se inicia pela precoce – normalmente em junho de cada ano, continua com às variedades intermediárias (meia-estação) e se finaliza entre janeiro a fevereiro, com as variedades tardias.

As diferenças em variedades e períodos de colheita que ocorrem entre os produtores rurais independentes e à área agrícola das empresas processadoras delimitam a complexidade do controle do fluxo de matéria-prima à agroindústria, que também tem como parâmetro a necessidade de estabilidade no plano de produção com vistas à eficiência produtiva e a eficácia no cumprimento dos objetivos da produção junto as atividades comerciais para o mercado interno e externo, dentro dos requisitos requeridos.

O talhão da fruta a ser colhido dentro da fazenda não pode apresentar frutas deterioradas (podres) – pois ocorre contaminação do suco por micro-organismos; não pode apresentar impurezas (restos vegetais e de solo) e deve estar (fruta) no ponto ideal de maturação. O ponto ideal de maturação e o momento correto da colheita merecem uma atenção especial por parte das indústrias processadoras de suco de laranja, com reflexos diretos na sua atividade agrícola

ANAIS

e em toda a rede de fornecedores (produtores rurais independentes).

2.1 Indicadores de qualidade – cor, acidez, °Brix e ratio

Com relação a maturação da fruta, além da questão de coloração de casca (deve estar amarela), que é um importante indicativo de ponto de colheita, existe um esforço muito grande das agroindústrias processadoras em colher a laranja no seu ponto ideal de acidez, °Brix e ratio. A determinação desses 3 indicadores de maturação, via análise laboratorial, é essencial no sentido de orientar à colheita da fruta no seu melhor momento de rendimento industrial.

A cor da casca é uma das referências importantes no campo como indicador de maturação da fruta e também para sinalizar a melhor época de amostragem e de colheita. A maturação dos frutos cítricos é caracterizada por uma fase de reduzida taxa de crescimento, na qual ocorre mudança de cor da casca e consequente degradação enzimática das clorofilas e da síntese de carotenóides no flavedo (SARTORI, 2002).

A coloração da casca da laranja e sua respectiva tonalidade pode variar em função de alguns fatores, como por exemplo o clima e estágio de maturação. Na medida em que o fruto amadurece ocorre perda da clorofila – que lhe confere a pigmentação verde, com isso “afloresce” o pigmento caroteno, de cor e intensidade alaranjado. A quantidade destes pigmentos varia conforme o clima, região onde a fruta é cultivada e variedade plantada (RODRIGUES et al., 1991).

A mudança da cor da casca indica que a colheita pode estar próxima. Porém, este indicativo empírico e visual não é totalmente confiável, sendo necessário efetuar amostragens nos pomares e posterior análises em laboratórios para real identificação dos indicadores de maturação – norteando o procedimento de colheita. Estes indicadores refletem de maneira mais precisa o momento correto da colheita. Assim, algumas definições são fundamentais para melhor entendimento de um assunto tão relevante, que é a determinação do ponto ideal de maturação e de colheita através dos indicadores de qualidade.

Sólidos solúveis (SS) e °Brix: Os sólidos solúveis (SS) que são expressos em °Brix, estão associados ao sabor adocicado nas frutas e seus respectivos sucos. Estes compostos (SS) são responsáveis pelo sabor, textura e aroma do suco produzido, e são representados principalmente por vitaminas, ácidos orgânicos e açúcares. Os sólidos solúveis presentes na polpa dos frutos incluem importantes compostos responsáveis pelo sabor e pela aceitação por parte dos consumidores. Os mais importantes são os açúcares e os ácidos orgânicos (EMBRAPA, 2018).

O °Brix da fruta (laranja) tem uma curva ascendente mediante o processo de maturação, que declina com o tempo na medida que a fruta ultrapassa do ponto ideal de colheita, conforme Gráfico 1. Colher a fruta em seu ápice de sólidos solúveis (°Brix) é o foco principal da agroindústria laranjeira (maior rendimento industrial). Valores acima de 10,5 são bons indicadores de °Brix.

ANAIS

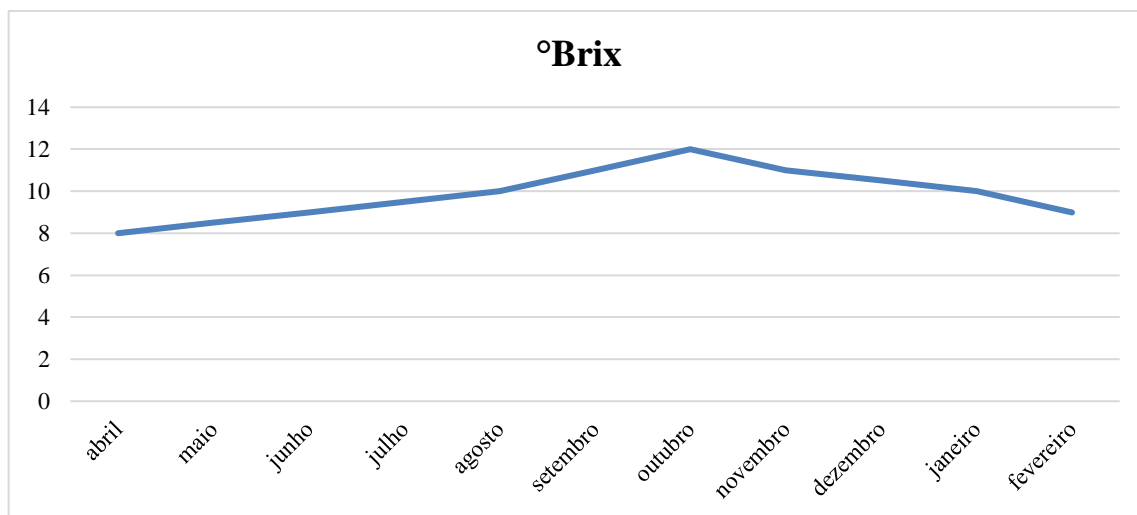


GRÁFICO 1. Evolução de °Brix da laranja variedade pêra rio, ao longo do ano.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de campo.

Acidez: Uma fruta ácida é uma fruta “azedada”. Medir a acidez das frutas e dos sucos de frutas é determinar o quanto de ácidos orgânicos a solução possui, sendo o ácido cítrico o principal na laranja. A análise é efetuada em laboratório através da determinação da acidez total titulável (%). Pelo método da titulação determina-se a acidez (MUNHOZ; MORABITO, 2013).

Ratio: Uma medida importante para avaliar o grau de maturação de determinado fruto é o ratio, definido como a relação SST/ATT (sólidos solúveis/Acidez titulável). Quanto maior o ratio, maior a sensação de doçura dos frutos (IENSEN, 2013).

Resultados de análises que indicam valores de ratio na faixa de 13,5 a 18 são consideradas ótimas, sendo um indicador importante do ponto de maturação das frutas e por consequência bom período de colheita. A elevação do ratio ocorre pela elevação do °Brix ou pela perda da acidez. No decorrer do ano, nas diferentes variedades e seus respectivos ciclos, tem uma curva ascendente, não retroagindo conforme Gráfico 2.

ANAIS

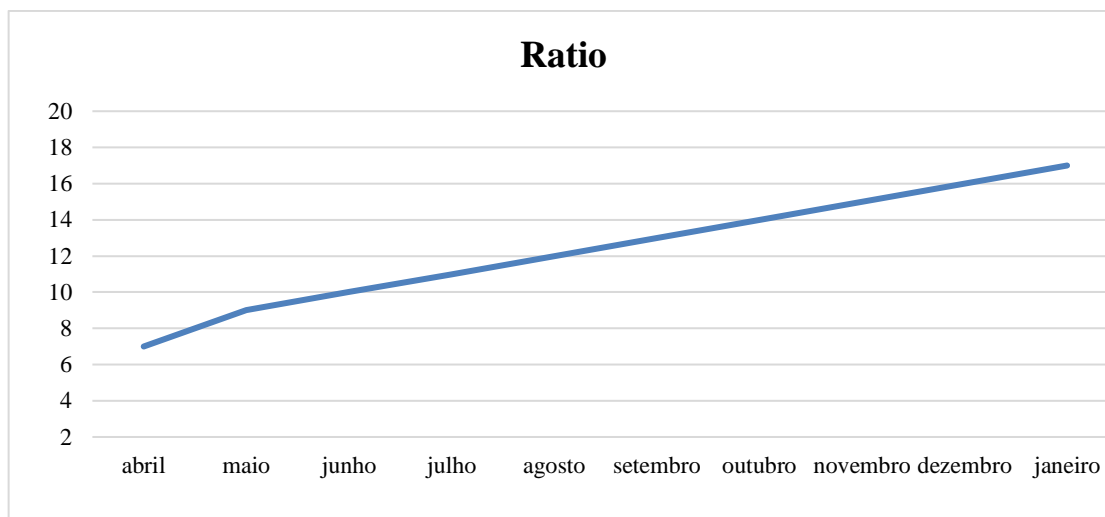


GRÁFICO 2. Evolução de ratio ao longo do ano da variedade de laranja valência.
Fonte: Elaboração própria a partir de dados de campo.

A agroindústria processadora de suco de laranja tem como meta colher a fruta no melhor momento de ratio e sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), obtendo assim um suco de melhor qualidade e maior rendimento. Existe um cuidado especial com o $^{\circ}$ Brix, na medida em que pode ocorrer a inversão de seus valores. Valores de $^{\circ}$ Brix muito baixo significam que haverá necessidade de mais caixas de laranja para se fazer uma tonelada de suco, sobretudo o FCOJ, à 66 $^{\circ}$ Brix. Nesse sentido, o processo de amostragem tem alta relevância na medida que aponta o melhor momento para se colher a fruta.

3. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

Na determinação dos indicadores de qualidade das frutas a serem colhidas existem os procedimentos que são padrões dentro do ambiente agroindustrial. Na medida em que a coloração dos frutos vai adquirindo a tonalidade de casca amarela, é de praxe o procedimento de amostragens dos talhões que apresentam as frutas mais “adiantadas” (maduras). Da coleta da amostra (frutos), análise em laboratório, até o lançamento dos indicadores em sistema, em época de safra, o processo demora até uma semana, conforme Figura 2.

ANAIS

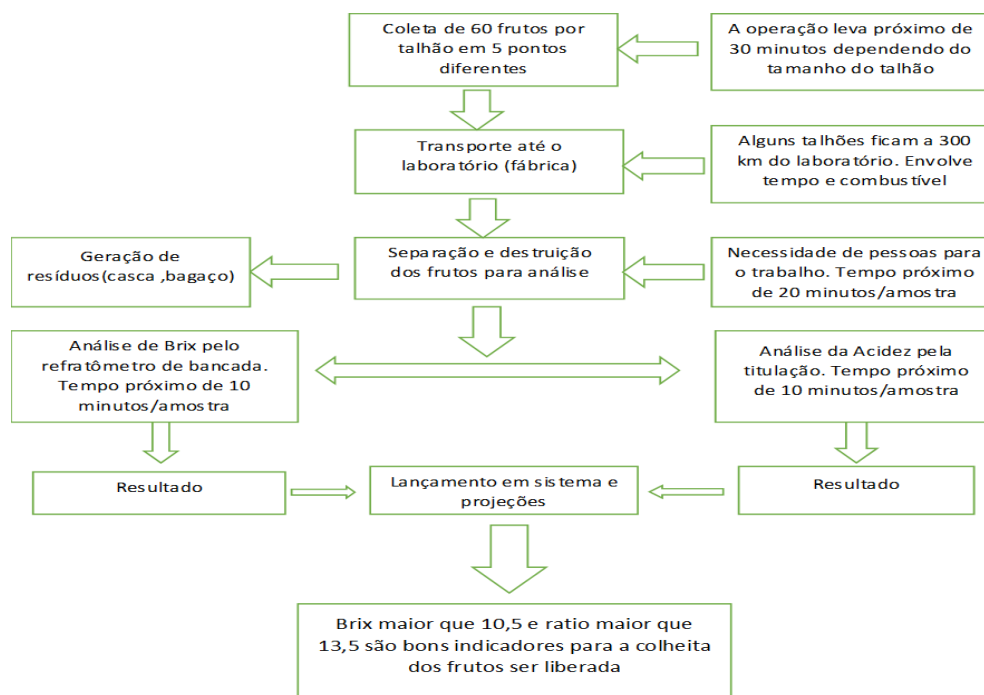


FIGURA 2. Fluxograma referente ao processo de amostragem das frutas para análise.

Fonte: Elaboração própria.

Amostragens: São amostrados todos os talhões do imóvel rural que apresenta contrato de compra e venda de laranja, entre produtor e indústria processadora. O procedimento consiste na coleta de 60 frutos dentro do talhão, de forma aleatória e de maneira a representar o todo. Logicamente que quanto maior o número de frutos amostrados, melhor e mais representativa será a qualidade do resultado da análise. Os frutos devem ser retirados das plantas em diferentes pontos e altura. O importante neste processo é a representatividade que esta amostra deve oferecer para o restante do talhão.

Análises:

i) Acidez: A acidez dos frutos é determinada em laboratório, mais especificamente mediante o procedimento de titulação. Os frutos provenientes da amostragem são esmagados e o respectivo suco é utilizado para medir o percentual de ácidos existentes na solução.

O método titulométrico (Figura 3) fundamenta-se na reação de neutralização dos ácidos através de solução padronizada de álcali, até o ponto de equivalência em que o pH da solução atinja 8,2. O procedimento consiste em transferir 10 mL ou 10 g da amostra para Erlenmeyer ou Béquer. Completar até 100 mL com água destilada livre de dióxido de carbono e previamente neutralizada. Titular com solução de hidróxido de sódio 0,1 N até coloração rosa usando 2-3 gotas de fenolftaleína como indicador ou em pHmetro até pH 8,2. (MAPA, 2018).

A acidez é expressa em gramas de ácido por 100 gramas de solução (%), sendo um importante indicador de maturação. Quanto maior a acidez, menor o grau de maturação da fruta.

ANAIS



FIGURA 3. Determinação da acidez em laboratório pelo método da titulação.
Fonte: Elaboração própria.

ii) Sólidos Solúveis (°Brix): O teor de sólidos solúveis de uma solução, expresso em °Brix, é determinado em laboratório através de um equipamento denominado refratômetro de bancada, conforme a Figura 4. A determinação do °Brix consiste em colocar cerca de 2 gotas da amostra desgaseificada e homogeneizada entre os prismas do aparelho (refratômetro), aguardar um minuto, e ler diretamente na escala de grau Brix. Fazer a leitura à 20 °C (MAPA,2018).



FIGURA 4. Refratômetros de bancada.
Fonte: Elaboração própria.

Na medida que a fruta avança em sua maturação ocorre um aumento nos valores de °Brix, que tendem a declinar na medida em que essa “passa” do seu ponto ótimo de sólidos. Neste momento a indústria processadora deve ter total atenção, pois um menor índice sólido indica que mais caixas de laranja serão utilizadas para a produção de uma tonelada de suco FCOJ.

Obtido os resultados das amostras, os indicadores são disponibilizados em sistema de maneira que se tenha a real situação de maturação daquela amostra. Os valores sofrem atualizações e projeções com base na evolução que a fruta teria se estivesse ainda na planta.

ANAIS

Estas curvas de evolução são norteadas pelo histórico das safras. A partir do momento em que os indicadores apontem que o fruto apresenta os requisitos apropriados para processamento, a colheita é efetuada. Ratio igual ou maior que 13,5, e °Brix igual ou superior a 10,5, via de regra, a colheita tem início.

Dentro dos procedimentos de análise em laboratório existem algumas particularidades. Entre a amostragem dos talhões, envio das frutas ao laboratório, análise química e o resultado da análise em sistema, existe um tempo razoável. Na prática, o período médio é de uma semana entre a amostragem e o resultado dos indicadores no sistema. Parece pouco, porém ao nível de campo, onde as decisões muitas vezes devem ser tomadas rapidamente, uma semana é um tempo muito extenso.

Outra situação é que estas frutas amostradas devem ser enviadas da fazenda ao laboratório, o que envolve dispêndio de tempo e recurso. Uma outra realidade neste procedimento é que existe a necessidade de um contingente de pessoas e também uma estrutura física para que as amostras laboratoriais sejam realizadas. É fato que uma indústria processadora de laranja, tem por estratégia um laboratório, o qual pode ser otimizado mediante procedimentos de inovação.

O °Brix e a Acidez são características químicas das frutas que podem sofrer alterações mediante diversos fatores. É razoável considerar que quanto menor o intervalo de tempo entre a coleta dos frutos e sua respectiva análise, mais próximo da realidade e confiável será o resultado. Dessa forma a viabilidade em escala das análises em campo seria um avanço nos procedimentos padrões existentes. Além disso, a disponibilidade das informações do campo a agroindústria em tempo real, permitiria um melhor gerenciamento dos dados e acurácia no processo de decisão do fluxo de colheita e outros fatores envolvidos (pessoas, máquinas, caminhões e a própria quantidade de frutos a serem cultivados).

Além da determinação do °Brix em laboratório, existe a possibilidade de fazer o procedimento no campo através dos refratômetros portáteis. Essa adaptação seria uma inovação incremental, porém a determinação in loco por este aparelho merece alguns cuidados especiais. A temperatura ambiente sugerida pelo MAPA para análise via refratômetro deve girar em torno de 20 °C. Além disso, os refratômetros portáteis (Figura 5) são menos precisos que os de bancada.



FIGURA 5. Refratômetro portátil.

Fonte: Elaboração própria.

ANAIS

Exposto o contexto acima onde às práticas de análise química das frutas são realizadas em ambiente fechado (laboratório) e com destruição dos frutos, surgem alguns problemas que poderiam ser atenuados por práticas e modelos alternativos na determinação dos indicadores de °Brix e acidez, conforme Quadro 1.

Quadro 1. Procedimento padrão de análise química das frutas.

PROBLEMAS	CONSEQUÊNCIAS
Destruição dos frutos	Geração de resíduos
Transporte das amostras	Aumento nos custos
Demora no processo	Perda de tempo na tomada de decisão
Tempo gasto pelo profissional	Poderia estar realizando outras tarefas
Estrutura física de laboratório	Custo fixo

Fonte: Elaboração própria.

4. PROGNÓSTICO E PROPOSTA DE ALTERAÇÃO

Existe por parte das empresas da cadeia agroindustrial uma constante busca por novos produtos e processos através de pesquisa e desenvolvimento. Os investimentos em P&D podem contribuir para a elevação da capacidade de inovar das empresas e também para o aperfeiçoamento de suas atividades inovativas, fazendo com que a empresa adquira maior sustentabilidade em seus negócios (RAMOS; ZILBER, 2015).

Propor novos procedimentos e métodos de análise das frutas vem de encontro ao ambiente atual de negócios no ramo citrícola, que é o da agilidade e otimização dos processos. Na necessidade de buscar a melhor fruta dentro da plataforma dos contratos já estabelecidos ou novos, a resposta instantânea dos resultados de análise pela espectroscopia por infravermelho e ressonância magnética devem ser considerados e apreciados, destacando-se como uma mudança inovadora e radical nos procedimentos de análise.

Ao introduzir um novo processo ou produto dentro da produção de maneira que promova uma ruptura estrutural nas organizações com o padrão tecnológico vigente até então, originando novas indústrias, setores e mercados, também carrega inovação (TERRA et al., 2015).

O uso da técnica de espectroscopia por reflexão do infravermelho próximo (NIR na sigla em inglês) pode ser considerada uma alternativa para análise de sólidos solúveis (°Brix) das frutas na modalidade não invasiva e de rápida determinação (HUBINGER; SIMÕES; FERREIRA, 2014).

Existem poucos estudos de pesquisa sobre a aplicação da espectroscopia do infravermelho em análises de qualidade de frutas no Brasil. Trata-se de um método rápido e que não gera nenhum tipo de resíduo. Todavia torna-se importante a execução de trabalhos que possibilitem estabelecer as potencialidades e os pontos críticos da utilização desta técnica na avaliação da qualidade (BETEMPS et al., 2014).

Espectrômetros portáteis de NIR, conforme Figura 6, que permitem a realização das análises in situ, foram desenvolvidos recentemente. Estes equipamentos são de fácil transporte e equipados, na maioria dos casos, com bateria recarregável. Na área de análises de frutas e

ANAIS

hortaliças, a empresa norte americana Felix Instruments - que fabrica e comercializa instrumentos analíticos, desenvolveu o espectrofotômetro F-750 (Camas, Washington, EUA). Com este equipamento é possível determinar de forma simples e rápida, matéria seca, cor e índice de maturação em diferentes frutas (BORBA; SANTOS, 2017).



FIGURA 6. Medidor portátil de Brix e Acidez (marca Felix, modelo F750).
Fonte: Tecnal.com.br.

O desenvolvimento de novos acessórios (reflectância difusa e reflectância total atenuada) e equipamentos portáteis permitiram uma maior versatilidade das técnicas, minimizando a necessidade do preparo das amostras e possibilitando a realização das análises in situ. Atualmente os procedimentos analíticos obtidos com às técnicas MIR e NIR são simples, rápidos e de menor impacto ambiental. (BORBA; SANTOS, 2017).

Existem outros métodos que possuem potencial e merecem ser melhor estudados. A técnica de ressonância magnética nuclear no domínio do tempo (RMN-DT), vem sendo estudada como alternativa às análises invasivas de qualidade por apresentar informações sobre o estado interno de frutas de forma rápida e não destrutiva (FLORES et al., 2014).

Em estudos do uso de métodos não invasivos e não destrutivos por ressonância magnética nuclear de baixo campo (RMN-DT) e espectroscopia de infravermelho próximo e médio (NIR) e (MIR) associado à análise multivariada para determinação de parâmetros relacionados à qualidade de laranjas e suco, observou-se que metodologias não destrutivas utilizadas no estudo apresentaram grande potencial na avaliação de parâmetros de qualidade tanto em frutas intactas quanto no suco, porém necessitando de maiores estudos para viabilização em grande escala destas novas tecnologias (BIZANI, 2016).

4.1. Proposta de metodologia

Os resultados de análise química dos principais indicadores de qualidade das frutas pelo método tradicional em laboratório, como exemplificado na Tabela 1, refletem a realidade de cada talhão dentro da fazenda (propriedade) no que tange a maturação (Brix, acidez e ratio) das frutas. Quanto maior o ratio, maior o grau de maturação dos frutos do respectivo talhão

ANAIS

(IENSEN, 2013).

Tabela 1. Análise de qualidade da variedade de laranja pêra rio em laboratório.

Nome do Imóvel	Talhão	Variedade	data análise	Brix	Ratio	Acidez
FAZENDA A	1	Pera rio	05/11/2017	13,63	19,97	0,682
FAZENDA A	1	Pera rio	06/11/2017	13,29	21,66	0,613
FAZENDA A	1	Pera rio	08/11/2017	13,77	20,41	0,675
FAZENDA A	1	Pera rio	08/11/2017	13,40	24,28	0,552
FAZENDA A	2	Pera rio	09/10/2017	13,02	20,13	0,647
FAZENDA A	3	Pera rio	13/11/2017	12,90	24,74	0,521
FAZENDA A	3	Pera rio	15/11/2017	12,63	20,67	0,611
FAZENDA A	3	Pera rio	16/11/2017	12,85	22,44	0,573
FAZENDA A	4	Pera rio	25/09/2017	12,62	15,04	0,839
FAZENDA A	4	Pera rio	17/11/2017	12,32	23,05	0,534
FAZENDA A	4	Pera rio	18/11/2017	12,42	23,24	0,534
FAZENDA A	5	Pera rio	29/09/2017	12,44	17,00	0,732
FAZENDA A	5	Pera rio	30/09/2017	12,55	17,33	0,724

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de campo.

A proposta do trabalho é analisar 2 amostras de cada variedade de laranja (Pêra Rio, Natal, Valência e Hamlin), com 60 frutos por amostra nos 3 diferentes métodos (laboratório, refratômetro portátil e espectrômetro portátil), logo 24 amostras (análises), conforme Figura 7.

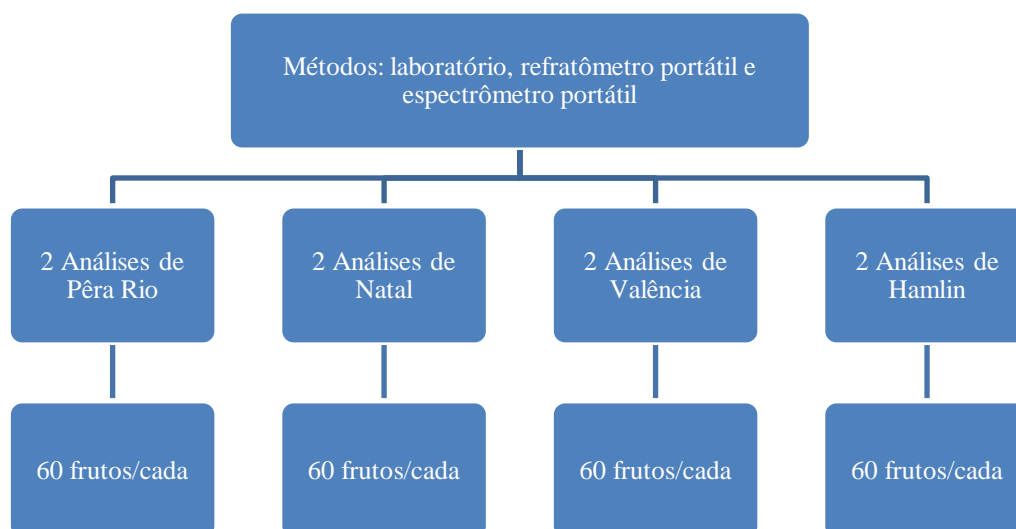


FIGURA 7. Fluxograma do procedimento de amostragem das frutas por método de análise.

Fonte: Elaboração própria.

A eficiência técnica e consequente confiança nos resultados é a premissa para que um novo método seja colocado na prática de campo e ganhe escala (BIZANI, 2016). Para isso a

ANAIS

sugestão é uma análise comparativa confrontando os resultados técnicos do método de laboratório (referência), com os dois métodos que envolvem equipamentos portáteis a nível de campo. Após consolidação do método analisa-se à viabilidade econômica, conforme a sugestão da Figura 8.

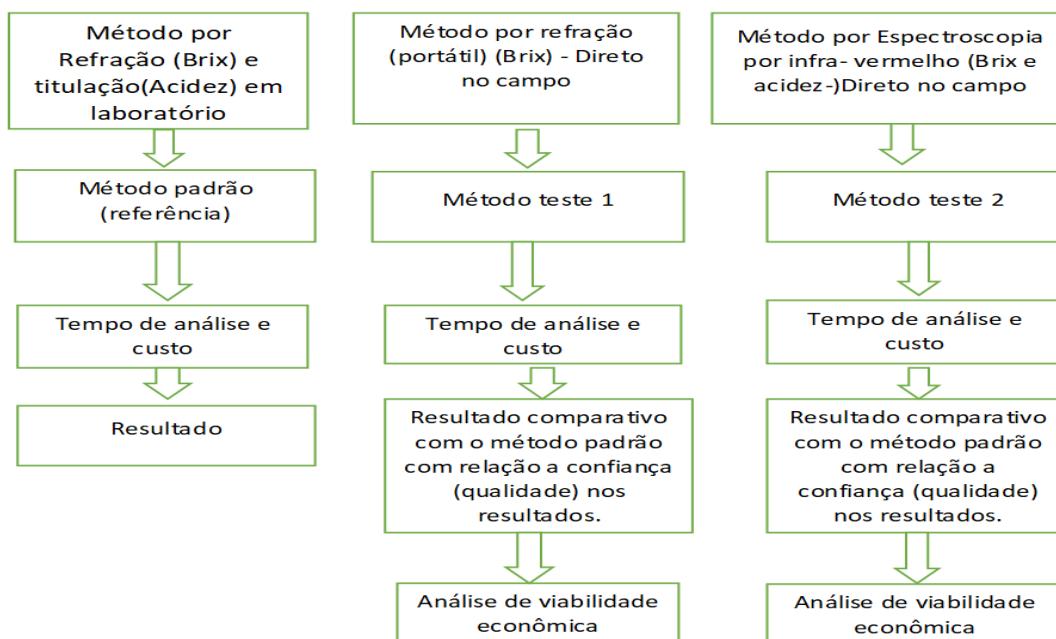


FIGURA 8. Fluxograma dos procedimentos testes de análise das frutas.

Fonte: Elaboração própria.

4.2. Investimento: refratômetro portátil (análise de °Brix)

Os preços dos refratômetros portáteis são bem mais em conta que os de bancada. Enquanto se encontra no mercado refratômetros (portáteis) por valores próximos de R\$ 200, os de bancada podem custar próximo de R\$ 5.000. O equipamento portátil, que também necessita da destruição dos frutos, porém com flexibilidade de deslocamento, tem enormes possibilidades de uso no campo. Neste caso o importante é a confiabilidade de seus resultados, visto que na análise de °Brix existe a necessidade de condições controladas de temperatura (MAPA,2018).

4.3 Investimento: espectrometria por infravermelho (análise de °Brix e acidez)

É uma técnica não invasiva na análise de frutas capaz de gerar resultados rapidamente, sua desvantagem é o investimento próximo de R\$ 50.000. Portanto, ao nível de campo com uso em escala ainda apresenta restrições devido a seu preço, havendo a necessidade de um estudo mais aprofundado com relação à diluição de seu custo em um determinado período. Entretanto, sua versatilidade com relação a mensuração de °Brix e acidez em campo, por métodos não destrutivos e sem geração de resíduos, deve ser considerada como uma alternativa para o futuro.

ANAIS

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inovação dentro dos complexos agroindustriais tem fundamental importância na sustentabilidade econômica social e ambiental. Ela surge muitas das vezes por uma demanda interna das organizações que buscam no mercado soluções para suas necessidades, fazendo aprimoramentos internos de acordo com sua realidade. A inovação não é obra do acaso, mas sim o resultado de um processo em pesquisa e desenvolvimento (P&D) adotado pelas organizações no intuito de otimizar processos e criar novos produtos.

O presente trabalho de natureza exploratória procurou levantar e propor metodologias e processos inovativos na análise das frutas (°Brix e acidez) frente ao modelo padrão existente, que envolve o uso do refratômetro de bancada e da titulação, ao nível laboratorial. É fato que existem outros mecanismos e técnicas eficientes para a determinação dos indicadores de qualidade das frutas que não as técnicas tradicionais, entretanto, devem obedecer as determinações rigorosas de aferições, calibrações e ajustes exigidos pela técnica, gerando agilidade nos processos e preservando a confiabilidade nos resultados.

As técnicas de espectroscopia por infravermelho são técnicas não invasivas e não destrutivas e que permitem agilidade na análise química das frutas. Segundo a literatura, podem ser alternativas as técnicas de laboratório e inovar perante os procedimentos tradicionais existentes, caso se viabilizarem. Importante salientar que a técnica da espectroscopia pode ser utilizada direto no campo (*in loco*) através de equipamentos portáteis, assim como o uso do refratômetro portátil, gerando enorme ganho de tempo e agilidade dentro das organizações agroindustriais.

Como limitação de pesquisa o presente trabalho não encontrou estudos fazendo comparação entre a viabilidade técnica e econômica dos métodos de análises por equipamentos portáteis no campo, para com os realizados em laboratório. Dessa forma, novos estudos exploratórios e mesmo testes de campo devem ser colocados em uso no intuito de gerar avanços e inovações com segurança nos procedimentos de análises das frutas, neste importante segmento da cadeia agroindustrial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BETEMPS, D. L.; FACHINELLO, J. C. GALARÇA, S. P.; MACHADO, N. P.; REMORINI, D.; MASSAI, R.; AGATI, G. Espectroscopia do visível e infravermelho próximo para estimar sólidos solúveis e firmeza de polpa em função da época de colheita em pêssegos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 1257-1266, 2014.

BIZANI, M. **Estudo de métodos analíticos para a determinação da qualidade de laranjas intactas e suco**. 2016. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Estadual Paulista – Unesp, Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, Araraquara, 2016.

BORBA, K. R. **Determinação de parâmetros físicos-químicos em laranjas “valência” por métodos não destrutivos**. 2016. 89 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Estadual Paulista – Unesp, Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, Araraquara, 2016.

BORBA, K. R.; SANTOS, P. M. Espectroscopia de infravermelho para análise de qualidade de frutas e hortaliças. In: FERREIRA, M. D. (Ed.). **Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças**. 1. ed. Brasília: Embrapa



ANAIS

Instrumentação, 2017. p. 221-234.

CITROSUCO. **Produtos**. 2018. Disponível em: <<http://www.citrosuco.com.br/produtos.html>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

CITRUSBR – Associação Nacional dos Exportadores de Sucos de Laranja. **Destinos do suco**. 2018. Disponível em: <<http://www.citrusbr.com/mercadoexterno/?me=03>>. Acesso em: 16 fev. 2018.

COUTO, M. A.; GUIDOLIN, C.; BRAZACA, S. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, 2010.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Agência Embrapa de informação tecnológica**. 2018. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/7>. Acesso em: 30 abr. 2018.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Orange production**. Rome, 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 25 fev. 2018.

FLORES, D. W. M.; HUBINGER, S. Z.; LABEGALINI, A.; FERREIRA, M. D.; SPOTO, M. H. F.; COLNAGO. Estudo preliminar da quimiometria e RMN de baixo campo: ferramentas para previsão de qualidade em laranjas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA, 2014, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2014. p. 561-564.

HUBINGER, S. Z.; SILMÕES, M. L.; FERREIRA, M. D. Análise preliminar do uso de espectroscopia de infravermelho próximo na quantificação de sólidos solúveis totais em frutas cítricas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA, 2014, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2014. p. 545-548.

IENSEN, D.; SANTOS, I. V.; QUAST, E.; RAUPP, D. S. Desenvolvimento de geleia de Kiwi: influência da polpa, da pectina e do Brix na consistência. **Revista Unopar**, Ponta Grossa, v. 15, Esp., 2013.

KHARFAN, D.; DE TOLEDO, J. C. Proposta de método para avaliação do desempenho técnico do processo de extração de sucos cítricos. **Revista Espacios**, Caracas, v. 35, n. 8, 2014.

LIMA, C. F.; MARINHO, C. S.; COSTA, E. S.; ALMEIDA, T. R. V.; AMARAL, C. O. Qualidade dos frutos e eficiência produtiva da laranjeira ‘Lima’ enxertada sobre ‘Trifoliata’, em cultivo irrigado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 9, n. 3, 2014.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de métodos e análises de bebidas e vinagres**. 2018. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/...brix.../NÃO%20ALCOÓLICOS%20-%202011%20Relação%20...>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

MUNHOZ, J. R.; MORABITO, R. Uma abordagem de otimização robusta no planejamento agregado de produção na indústria cítrica. **Production**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 422-435, 2013.

PACHECO, C. A.; SCHINOR, E. H.; AZEVEDO, F. A.; BASTIANEL, M.; YALY, M. C. Caracterização de frutos do tangor TMxLP 290 para mercado de fruta fresca. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 36, n. 4, p. 805-812, 2014.

PASCUCCI, S.; ROYER, A.; BIJMAN, J. To make or to buy: is this the question? Testing making or buying decisions to explain innovation sourcing strategies in the food sector. **International Food and Agribusiness**

IV SIMPÓSIO EM GESTÃO DO AGRONEGÓCIO. **Empreendedorismo no Agronegócio**, Jaboticabal: 05 a 07 de junho de 2019.



ANAIS

Management Review, Minneapolis, v. 15, n. 3, p. 99-118, 2012.

RAMOS, A.; ZILBER, S. N. O impacto do investimento na capacidade inovadora da empresa. **RAI – Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 303-325, 2015.

RODRIGUES, O.; VIEGAS, F.; POMPEU, J.; AMARO, A. A. **Citricultura brasileira**. Campinas: Fundação Cargil, 1991.

ROSSI, F. R.; TORKOMIAN, A. L. V. Inovações tecnológicas das indústrias processadoras de laranja: comparação entre Brasil e Estados Unidos por meio de análise de patentes. In.: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., Bauru, 2014. **Anais...** Bauru: UFSCAR, 2014. Disponível em: <<http://www.gepai.dep.ufscar.br/pdfs/>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

SARTORI, I. Maturação de frutos de seis cultivares de laranjas-doces na depressão central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 24, n. 2, p. 364-369, 2002.

SILVA, S. R.; MUNIZ, F. R.; CANTUARIAS-AVILÉS, T. E.; GIRARDI, E. A.; STUCH, E. S. Laranjeiras mediterrâneas de meia-estação em condições de sequeiro em clima subtropical no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 40, n. 3, p. 597-607, 2017.

TERRA, N. M.; BARBOSA, J.; BOUZADA, M. A. C. Influência da inovação em produtos e processos no desempenho de empresas brasileiras. **RAI – Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 183-208, 2015.