

PERDA NUTRICIONAL EM POLPAS DE FRUTAS: REVISÃO DE LITERATURA

NUTRITIONAL LOSS IN FRUIT PULP: LITERATURE REVIEW

Briany Rodrigues Silva¹
Vanessa Cristina Caron²

RESUMO: As polpas de frutas são produtos processados utilizados para consumo humano. Elas podem ser utilizadas na fabricação de sucos, pastas, sorvetes, entre outros. O processamento da polpa é realizado a partir da higienização das frutas, verificação da presença de parasitas, sólidos e sementes. A qualidade do produto a ser entregue para o consumidor final é avaliada a partir de análises físico-químicas, como pH, acidez total titulável, teor de sólidos solúveis, vitaminas, lipídeos, fibras, entre outros. O presente trabalho visou organizar pesquisas sobre o processo dessas análises realizadas nas polpas de diversos tipos de frutas, e das alterações e perda nutricionais que as mudanças físico-químicas podem causar nesses produtos. Os artigos para a pesquisa foram selecionados de sites de busca acadêmica como o Scielo, o Google Scholar e o repositório da Empresa Brasileira de Pesquisa em Agropecuária (Embrapa). Todos os artigos pesquisados foram selecionados quanto ao período de publicação, ou seja, até 10 anos, com o tema proposto e sem duplicação. Conclui-se que foram poucos os estudos que demonstraram polpas que não sofreram perdas nutricionais ou perdas nos teores dos parâmetros físico-químicos; que as maiores perdas foram decorrentes da falta de boas práticas para o processamento e para o congelamento; que o tipo embalagem com permeabilidade ao oxigênio e à luz é o que resulta em maior perda de ácido ascórbico, nutriente mais instável no processo de congelamento.

234

Palavras-chave: Tecnologia. Processamento. Qualidade.

ABSTRACT: Fruit pulps are processed products used for human consumption. They can be used in the manufacture of juices, pastes, ice cream, among others. The processing of the pulp is carried out from the cleaning of fruits, verification of presence of parasites, solids and seeds. The quality of the product to be delivered to final consumer is evaluated based on physical-chemical analyses, such as pH, total titratable acidity, soluble solids content, vitamins, lipids, fibers, among others. The present work aimed to organize research on the process of these analyzes carried out on pulps of different types of fruits, and on alterations and nutritional loss that physical-chemical changes can cause in these products. The articles for the research were selected from academic search sites such as Scielo, Google Scholar and the repository of the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa). All researched articles were selected according to the period of publication, that is, up to 10 years, with proposed theme and without duplication. It is concluded that there were few studies that showed pulps that did not suffer nutritional losses or losses in the levels of physical-chemical parameters; that the greatest losses were due to the lack of good practices for processing and freezing; that the packaging type with permeability to oxygen and light is what results in greater loss of ascorbic acid, the most unstable nutrient in the freezing process.

Keywords: Techonology. food processing. Quality.

¹Pós-graduando em Controle de Qualidade de Processos Alimentícios, Nutricionista IFTM- Campus Uberlândia.

² Orientadora: Doutora em Fitotecnia, IFTM- Campus Uberlândia.

INTRODUÇÃO

A polpa de fruta é o resultado do processo realizado com frutas polposas e com um devido processo tecnológico. No início do processo, as frutas utilizadas devem ser devidamente higienizadas e livre de parasitas, sólidos ou sementes (MATTA et al., 2005).

Depois do processo de formação da polpa, o congelamento é a principal forma de realizar a conservação do produto pronto. Além do congelamento, Nascimento et al. (2018) citam que existem alguns outros processos que auxiliam na conservação das polpas, como a pasteurização e a conservação química - processo feito com a utilização de conservantes.

O controle da qualidade do produto é realizado com análises físico-químicas da polpa das frutas antes de enviá-las ao consumidor final. Os processos escolhidos para a realização desse procedimento são: análise de vitamina C, verificação de acidez titulável, análise de pH e determinação de açúcares (NASCIMENTO et al., 2018).

Com os resultados obtidos na análise físico-química, é possível observar a ação do pH e da acidez e da influência dos mesmos na textura e no sabor das polpas que foram preparadas. Lira Júnior et al. (2005) apresentam que tanto o pH quanto a acidez influenciam diretamente no processo de conservação do produto; que o valor de sólidos solúveis serve como uma espécie de medida dos açúcares presentes na polpa, além de servir como exemplificação de adição de água por conta de fatores externos. Com esses fatores, a polpa perde parte do seu valor nutricional para consumo.

Para a conservação da fruta antes do processamento, o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) apresenta uma série de fatores que separam as frutas adequadas das frutas danificadas, dentre eles: queimadura de sol, lesão aberta, cavidade parda (necrosamento e início de podridão), desidratação, senescência, imaturidade, gases, escaldadura, entre outros. A presença desses tipos de danos pode causar alterações no sabor final, na qualidade do produto e no teor nutricional das polpas que serão processadas (BRASIL, 2006).

Diante dos fatores descritos, podem existir diversas formas de alterações da qualidade da polpa congelada de frutas e, portanto, faz-se necessário um estudo sobre o que já foi publicado no Brasil, nos últimos 10 anos, sobre as alterações físico-químicas e nutricionais de polpas de frutas.

METODOLOGIA

Para a realização da revisão bibliográfica, foram escolhidos sites de pesquisa acadêmica geral e da área de alimentos para identificar artigos sobre a perda nutricional de polpa congelada de frutas. Os sites escolhidos foram o Google Scholar e o Scielo para pesquisa acadêmica geral e o repositório da EMBRAPA para pesquisa acadêmica específica.

Os parâmetros escolhidos para a seleção dos artigos foram: estudos que identificassem principalmente quaisquer mudanças físico-químicas em polpas congeladas de frutas, já que essas mudanças causam a perda nutricional nesses tipos de alimentos e artigos publicados nos últimos 10 anos. A seleção foi realizada após leitura breve dos artigos, fazendo-se a exclusão daqueles não relacionados com o tema e duplicados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No site do Google Scholar, foram selecionados 6 dos 80 artigos encontrados que mais se encaixaram nos parâmetros propostos para a pesquisa do tema. Depois, foram selecionados 4 dos 30 artigos encontrados no repositório da Embrapa. Na plataforma de pesquisa acadêmica Scielo, também foram 30 artigos encontrados, desses, foram selecionadas 8 pesquisas.

236

Para a fabricação das polpas congeladas, é necessário que todos os funcionários e que a empresa pratique as Boas Práticas de Fabricação (BPF). Dentre os procedimentos de BPF, menciona-se primeiramente que as frutas devem ser refrigeradas corretamente em câmaras devidamente limpas e na temperatura certa; as frutas devem ser selecionadas para que não haja contaminação com outras frutas ou com material contaminado no processo. Todos os locais onde o processamento de polpas for feito deverá ser passado por um grande controle de pragas (MATTA et al., 2005).

Para garantir a qualidade da polpa, a legislação apresentada pelo MAPA (BRASIL, 2018) destaca que os parâmetros microbiológicos das polpas congeladas de suco são: $5 \times 10^3 \text{ g}^{-1}$ de bolores e leveduras; 1 coliforme fecal por grama da polpa; salmonella ausente em 25g da polpa. É terminantemente proibida a presença de contaminantes, resíduos de agrotóxicos não autorizados pela legislação brasileira e contaminantes microbiológicos acima dos valores supracitados.

A qualidade das polpas congeladas pode variar em função das etapas de processamento, porém é válido destacar a importância da qualidade da matéria-prima. De acordo com a legislação vigente, a presença de danos nas frutas que serão congeladas pode causar alterações no sabor

final, na qualidade do produto e no teor nutricional das polpas que serão processadas (BRASIL, 2006).

Neste contexto, Guimarães et al. (2018) realizaram um estudo na Amazônia com polpas de cupuaçu, frutífera que possui susceptibilidade à uma doença, vassoura-de-bruxa, que acomete a cultura no campo, afetando a qualidade dos frutos. As polpas dos frutos com problemas da doença apresentaram alterações físico-químicas. As polpas provindas de frutos susceptíveis à doença apresentaram maiores teores de sólidos solúveis e maior teor de ácido cítrico. Em contrapartida, a polpa dos frutos com resistência à doença resultou em menor teor de sólidos solúveis e menor pH. A cor da polpa não sofreu interferência da susceptibilidade dos frutos à doença e, mesmo com as alterações químicas, as polpas estavam dentro dos parâmetros de qualidade exigidos pela legislação, como pH maior que 2,6 (BRASIL, 2000).,

O congelamento das polpas processadas pode ser realizado tanto em câmaras frigoríficas quanto em freezers domésticos, mas existem diferenças sobre esses dois tipos de congelamento. O primeiro, nas câmaras, a temperatura varia entre -18°C e -22°C , tornando seu tempo de armazenamento maior; o segundo, nos freezers domésticos, a temperatura varia entre -8°C e -10°C . Como a temperatura é maior do que a da polpa congelada nas câmaras, é recomendado que essas polpas sejam comercializadas e consumidas em um menor tempo para não afetar a qualidade final dos produtos (EMBRAPA, 2005).

De acordo com o Guia de Polpas de Frutas Congeladas da Embrapa (MATTA, 2005), não se deve armazenar muitas amostras de polpas no local de congelamento. O excesso de produtos no mesmo lugar pode fazer com que haja baixa circulação de ar, diminuindo a validade das polpas. No guia, é reafirmada a necessidade do primeiro produto que entra no freezer ser o primeiro que sai para comercialização, a fim de evitar a perda de polpas no estoque por conta da validade. Além disso, não deve haver quebra da cadeia de frio durante o armazenamento das polpas, pois diminui a qualidade do produto.

Em adição, é necessário observar que, no congelamento realizado em câmaras frigoríficas, a temperatura de -18°C deve ser atingida em até 24 horas. Quando o congelamento é realizado de forma equivocada, as polpas apresentam grande deslocamento de água. Dessa forma, a velocidade de congelamento se torna um dos principais fatores para a manutenção da qualidade do produto final a ser comercializado (BRITO et al., 2014).

Moraes (2006) afirma que, nas câmaras, a temperatura média pode ser de -23°C (com variação de 5 graus negativos ou positivos). O autor apresenta que, assim que atingida tal

temperatura, esse valor médio deve ser mantido até a hora que as polpas forem retiradas para a comercialização, evitando choques térmicos e perda de qualidade do produto.

Apesar das recomendações anteriores, quando realizada a análise das polpas de tomates, Brankevicz et al. (2015) verificaram que o armazenamento a -18°C alterou drasticamente os teores de sólidos solúveis, acidez titulável e ácido ascórbico, uma vez que o congelamento causou alteração na textura e na composição da polpa de tomate. Por outro lado, o armazenamento não causou alteração nos valores do pH. Dessa forma, os autores destacam que o congelamento realizado a -18°C não é recomendado para o armazenamento de polpas de tomate. O congelamento por nitrogênio líquido antes do congelamento comum ou o congelamento em câmaras frigoríficas – conhecidas como ultra-freezers – é mais adequado para a produção de polpas de tomate.

Um estudo com polpa de manga, com avaliação dos parâmetros de teor de sólidos solúveis, acidez total titulável e teor de ácido ascórbico em função dos tipos de congelamentos, demonstrou que houve declínio no teor de sólidos solúveis nas polpas acondicionadas por até 15 dias. A menor redução (1,4%) ocorreu nas polpas submetidas ao congelamento em nitrogênio líquido e armazenadas a $-80\pm 2^{\circ}\text{C}$ (CNUF). O oposto foi observado em polpas expostas ao mesmo método de congelamento, mas armazenadas a $-20\pm 2^{\circ}\text{C}$ (CNF), que chegaram a perder 6,9% no conteúdo de sólidos solúveis. Apesar desta redução, estes teores estão de acordo com a legislação vigente. Com relação a acidez titulável, houve decréscimo ao longo do armazenamento, sendo a menor redução nas amostras da polpa submetidas aos tratamentos CNUF e CNF, enquanto a maior redução ocorreu para as polpas armazenadas em freezer a $-20\pm 2^{\circ}\text{C}$ (redução de 27,6%). Sobre o conteúdo de ácido ascórbico, os autores constataram que nenhum método é eficaz para preservá-los, pois as perdas médias de vitamina C foram superiores a 15% após 15 dias de armazenamento (PEREIRA DA SILVA et al., 2014).

Em estudo realizado com polpas de acerola industriais e artesanais, foi observado que aquelas polpas obtidas de processo industrial, adquiridas em supermercados, apresentaram parâmetros de teor de sólidos solúveis, pH e de ácido ascórbico dentro daqueles estabelecidos pela legislação, acima de $5,5^{\circ}\text{Brix}$, acima de 2,8 e acima de $800\text{ mg } 100\text{g}^{-1}$, respectivamente (NASCIMENTO et al., 2018). No entanto, as polpas artesanais obtidas em feiras livres apresentaram teores de sólidos solúveis ($5,08^{\circ}\text{Brix}$) e de ácido ascórbico ($633\text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) aquém do exigido pela legislação. Segundo os autores, o processamento artesanal precisa se adequar às normas de preparo de polpas de frutas para que as perdas sejam minimizadas. A manipulação, o

tipo de congelamento e a quebra da cadeia de frio podem ter levado às perdas mencionadas no trabalho.

Semelhante resultado foi encontrado em estudo realizado com polpas congeladas de caju. Silva et al. (2022) avaliaram três marcas de polpa de caju industrializada, obtidas em supermercado, e uma marca de polpa de caju artesanal, obtida em feira livre. A polpa artesanal foi a que apresentou menor teor de acidez, maior pH e presença de pectina. Apesar dos valores encontrados, as polpas estavam dentro dos parâmetros exigidos pela legislação.

As embalagens mais utilizadas para acondicionar as polpas de frutas são as de polietileno de baixa densidade com capacidade entre 100 e 1000 mL (MATTA et al., 2005). Existe a opção do uso de outros tipos de embalagens e, ainda, com vácuo. Vieira et al. (2017) avaliaram o potencial de duas embalagens (polipropileno à vácuo e polietileno sem vácuo) no armazenamento de polpas congeladas de tucumã (fruta nativa da Amazônia), porém a perda de antioxidante ocorreu independente das embalagens e sem diferença entre 15 e 45 dias de armazenamento à -18°C .

Resende et al. (2020) trazem em seu estudo duas propostas para embalagem e conservação de morango orgânico congelado, sendo elas a embalagem plástica transparente e a embalagem plástica envolta em alumínio. Os dois tipos de embalagens possuem o mesmo diâmetro (12 cm x 17 cm), mas o que difere é a espessura: a de polietileno possui 35 micras, enquanto a de folha de alumínio possui 50 micras. O congelamento foi à -18°C por 105 dias, sendo que a avaliação dos parâmetros de qualidade foi em função do fruto inteiro congelado e acondicionado nos dois tipos de embalagens e do fruto processado como polpa e acondicionada nos dois tipos de embalagens. Verificou-se que as polpas congeladas resultaram em maior perda do teor de ácido ascórbico em relação ao fruto inteiro congelado. Ao longo do tempo, as perdas foram significativas nos primeiros 21 dias de armazenamento, tornando-se estável até 105 dias. Considerando as embalagens, as polpas e os frutos envoltos com plástico e alumínio resultaram em maior conservação do teor de ácido ascórbico, devido ao bloqueio à entrada de luz e oxigênio, que são deteriorantes da vitamina C. De acordo com Tavares et al. (2000), a vitamina C tem menor estabilidade quando aquecida, porém o congelamento e o armazenamento refrigerado geram perdas dos teores de ácido ascórbico.

Carvalho et al. (2017) trabalharam com a estabilidade nutricional na polpa congelada, provinda de diversas frutas, sob o método do freezer comum em -18°C por 365 dias. No estudo foi identificado que o congelamento foi capaz de manter as propriedades nutricionais das polpas dentro do que é estabelecido em legislação. Porém houve perdas de antioxidantes (antocianinas

e carotenoides) após 365 dias de armazenamento à -18°C . O formulado acrescido de 5% de polpa de camu-camu foi o que resultou em menor perda de carotenoides (2,80%) e de antocianinas (44,35%). A outra fórmula de mistura de polpas apresentou 10,07% e 73,48% de perda de carotenoides e antocianinas, respectivamente.

Brasil et al. (2016) realizaram um teste de qualidade físico-química em polpas de abacaxi, acerola, caju, maracujá e goiaba de diversas marcas, a partir dos parâmetros de pH, de acidez titulável, de sólidos solúveis, de vitaminas, de açúcar, entre outros. No trabalho publicado pelo grupo, a vitamina C apresentou queda em seu teor na grande maioria das marcas estudadas, enquanto uma das marcas apresentou falhas físico-químicas em todos os outros atributos.

Apesar da redução dos compostos antioxidantes em polpas de frutas, após o congelamento, os teores presentes ainda atendem àqueles exigidos em legislação, podendo ser um alimento que supre as necessidades diárias de consumo. De acordo com trabalho realizado por Sartori, Costa e Ribeiro (2014), avaliando polpas de 9 frutas distintas, quanto ao conteúdo fenólico e à atividade antioxidante, as polpas de laranja, kiwi, pêsego e tamarindo foram consideradas como boas fontes de antioxidantes, podendo ser indicadas para o consumo.

Ainda sobre a perda nutricional de ácido ascórbico, frequentemente observada nos estudos, Castro et al. (2015) verificaram o teor de vitamina C de polpas de frutas pasteurizadas e congeladas de diferentes marcas. Os resultados expressaram que todas as polpas de frutas nos sabores maracujá, acerola e goiaba apresentaram teores de vitamina C diferentes entre os períodos de coleta em todas as marcas analisadas, os autores afirmam que este contraste está ligado a inúmeras condições como solo, clima, grau de maturação e outros fatores de pré e pós-colheita.

CONCLUSÃO

A partir da discussão trazida com os textos escolhidos para a análise, conclui-se que foram poucos os estudos que demonstraram polpas que não sofreram perdas nutricionais ou perdas nos teores dos parâmetros físico-químicos selecionados para o estudo. O destaque foi para a perda dos compostos antioxidantes, como o ácido ascórbico e, ainda, para o método de processamento e congelamento, devendo o processo artesanal seguir as normativas vigentes para o processamento de polpas de frutas e o método de ultra-freezer, com nitrogênio líquido, ter maior eficiência na manutenção dos atributos de qualidade.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Leis, decretos, etc. **Instrução Normativa No. 1, de 7 de janeiro de 2000**. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. Diário Oficial da União No. 6, Brasília, 10 de jan de 2000, Seção I., p. 54-58.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 3/2006**. 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 49/2018**. 2018.

BRASIL, A. S.; SIGARINI, JK. S.; PARDINHO, F. C.; FARIA, R. A. P. G.; SIQUEIRA, N. F. M. P. **Avaliação da qualidade físico-química de polpas de fruta congeladas comercializadas na cidade de Cuiabá - MT**. Revista Brasileira de Fruticultura, v.38 n.1, 2016.

BRITO, K. D.; OLIVEIRA, L. S. C.; LIMA, A. G. B.; SANTIAGO, A. M.; ALVES, D. E. G. Avaliação do processo físico de congelamento da polpa de limão tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka). In: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. 2014.

BRUNINI, M. A.; OLIVEIRA, A. L.; VARANDA, D. B. **Avaliação da qualidade de polpa de goiaba paluma armazenada a -20 °C**. Revista Brasileira de Fruticultura, v.25 n.3, 2003.

CASTRO, T. M. N.; ZAMBONI, P. V.; DOVADONI, S.; CUNHA NETO, A.; RODRIGUES, L. J. **Parâmetros de qualidade de polpa de frutas congeladas**. Revista do Instituto Adolfo Lutz. São Paulo, v.74 n.4 p.426-36, 2015. 241

CARVALHO, A. V.; MATTIETTO, R. A.; BECKMAN, J. C. **Estudo da estabilidade de polpas de frutas tropicais mistas congeladas utilizadas na formulação de bebidas**. Brazilian Journal of Food Technology, v.20 n.1, 2017.

GUIMARÃES, P. V. P.; DURIGAN, M. F. B.; LIMA-PRIMO, H. E. Cupuaçu sob sistemas agroflorestais: Qualidade agroindustrial das polpas e a susceptibilidade a doença vassoura-de-bruxa. In: Anais do VI Congresso Latino-Americano de Agroecologia, X Congresso Brasileiro de Agroecologia e V Seminário do Distrito Federal e Entornos de Agroecologia. v.13 n.1, 2018.

LIRA JÚNIOR, J. S.; MUSSER, R. S.; MELO, A. E.; MACIEL, M. I. S.; LEDERMAN. I. E.; SANTOS, V. F. **Caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu (*Spondias spp.*)**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 25 n.4, 2005.

MATTA, V. M.; FREIRE, M. F.; CABRAL, KL. M. C. **Polpa de fruta congelada**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 35p. 2005.

MORAES, I. Dossiê técnico: Produção de polpa de fruta congelada e suco de frutas. Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, Outubro. 2006.

NASCIMENTO, J. F.; BARROSO, B. S.; TOSTES, E. S. L.; SILVA, A. S. S.; SILVA JÚNIOR, A. C. S. **Análise físico-química de polpas de acerola (*Malpighia glabra* L.) artesanais e industriais congeladas**. PubVet, v.12 n.6, 2018.

PEREIRA DA SILVA, D. F.; MATIAS, R. G. P.; COSTA E SILVA, J. O.; CREMASCO, P. G.; SALAZAR, A. H.; BRUCKNER, C. H. **Alterações nos níveis de antioxidantes em polpa de manga.** Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), v.4, n.2., p.26-31, 2014.

RAIMUNDO, K.; MAGRI, R. S.; SIMIONATO, E. M. R. S.; SAMPAIO, A. C. **Avaliação física e química da polpa de maracujá congelada comercializada na região de Bauru.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 31 n.2, 2009.

RESENDE, J. T. V.; SILVA, T.; NOVELO, D.; RESENDE, N. C. V.; SANTOS, L. S.; LIMA, D. P.; SCHWARZ, K. **Caracterização química de morangos orgânicos congelados e embalados em alumínio.** Research, Society and Development, v.9 n.5, 2020.

SALGADO, S. M.; GUERRA, N. B.; MELO FILHO, A. B. **Polpa de fruta congelada: Efeito do processamento sobre o conteúdo de fibra alimentar.** Revista de Nutrição de Campinas, v.12 n.3, 1999.

SARTORI, G. V., DA COSTA, C. N., RIBEIRO, A. B. **Conteúdo fenólico e atividade antioxidante de polpas de frutas congeladas.** Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos, v. 5 n. 3, p. 23-29, 2014. SEBASTIANY, E.; MOURA, E. R.; REGO, E. R.; VITAL, M. J. S. **Perda de vitamina C durante o armazenamento de polpa de acerola congelada.** Revista B. CEPPA, v.27 n.2, 2009.

SILVA, E. P.; SANTOS, L. S.; RAPOSO, L. E. P.; SODRÉ, H. P.; BATISTA, M. O. **Controle de qualidade de polpas industrializadas e artesanais de caju.** Revista Conjecturas, v. 22 n.II, 2022.

SILVEIRA, T.; ABREU, L. N.; ROSSETTI, A. G. **Efeito do congelamento e do tempo de estocagem da polpa de acerola sobre o teor de carotenoides.** Revista Brasileira de Fruticultura, v.25 n.1, 2003.

TAVARES, J.T.Q.; SILVA, C.L.; CARVALHO, L.A.; SILVA, M.A.; SANTOS, C.M.G. **Estabilidade de ácido ascórbico em suco de laranja submetido a diferentes tratamentos.** Magistra, Cruz das Almas-BA, v.12, n.1/2, 2000.

VIEIRA, L. M., AZEVEDO, S. C. M., SILVA, G. F. DA, ALBUQUERQUE, P. M. **Estudo do potencial antioxidante da polpa do tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) in natura armazenada em embalagens a vácuo.** The Journal of Engineering and Exact Sciences, v. 3, n.4, p. 0672-0677, 2017.