



Caracterização de engaços de uva e amido de mandioca visando o desenvolvimento de espumas de amido

Juliana Both Engel, Alan Ambrosi, Isabel Cristina Tessaro

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (julianaengel@gmail.com)

Resumo

O amido de mandioca tem sido utilizado com êxito na indústria para a fabricação de embalagens em substituição aos polímeros convencionais. Além de serem biodegradáveis, essas embalagens podem ter suas propriedades melhoradas com a incorporação de resíduos agroindustriais, o que reflete um ganho em termos ambientais. Este trabalho tem o objetivo de caracterizar matérias-primas utilizadas no desenvolvimento de espumas à base de amido de mandioca com incorporação de engaço de uva, um resíduo da indústria vinícola. Amido comercial e engaço de uva Cabernet Sauvignon tiveram suas composições analisadas. Para o amido de mandioca, o teor de amilose foi de 28%, e tanto o teor de umidade quanto o de cinzas ficaram dentro da faixa de valores máximos estabelecidos pela legislação brasileira. O engaço de uva teve sua composição química avaliada quanto aos teores de umidade, proteína, cinzas, gordura bruta, lignina, celulose e hemicelulose. Os resultados mostraram que o engaço de uva pode ser considerado uma boa fonte de fibras, pois sua composição conta com 48% de fibra insolúvel.

Palavras-chave: Amido de mandioca. Engaço de uva. Espumas.

Área Temática: Resíduos sólidos.

Characterization of grape stalks and cassava starch aiming the development of starch foams

Abstract

Cassava starch has been successfully used in the industry for the manufacture of packages in substitution of conventional polymers. Besides being biodegradable, these packages can have their properties improved with the incorporation of agroindustrial residues, which reflects an environmental gain. This study aims to characterize raw materials used on the development of expanded structures based on cassava starch with incorporation of grape stalks, a residue from the wine industry. Starch and Cabernet Sauvignon stalks had their compositions analyzed. For cassava starch, the amylose content was 28%, and both the moisture and ash contents were below the maximum values established by Brazilian legislation. The Cabernet Sauvignon grape stalks had their chemical composition evaluated for moisture, protein, ash, crude fat, lignin, cellulose and hemicellulose contents. The results showed that grape stalks can be considered a good source of fiber because of their composition of insoluble fiber (48%).

Key words: Cassava starch. Grape stalks. Foams.

Theme Area: Solid waste.



1 Introdução

Polímeros sintéticos permitem a fabricação de produtos de formas variadas a um baixo custo (SOYKEABKAEW; THANOMSILP; SUWANTONG, 2015). A maioria desses polímeros é obtida a partir de fontes não renováveis, o que tem gerado grande preocupação ambiental devido às questões relacionadas à reciclagem destes materiais (MOHANTY; MISRA; HINRICHSSEN, 2000), à disposição incorreta no meio ambiente e aos longos períodos de tempo necessários para a sua degradação (BRITO *et al.*, 2011).

Alternativas aos polímeros convencionais têm surgido nos últimos anos, sendo o amido uma delas. O amido é um carboidrato produzido por plantas e devido a sua natureza renovável, baixo custo, abundância, biodegradabilidade e compostabilidade é de interesse para a produção de filmes e de estruturas expandidas (ROSS, 2013). Dentre os tipos de amido existentes, o de mandioca vem sendo largamente aplicado no desenvolvimento de estruturas designadas como espumas de amido (MACHADO; BENELLI; TESSARO, 2017; STOFFEL, 2015).

Apesar das características inerentes ao amido, os produtos fabricados exclusivamente à base deste polímero apresentam propriedades mecânicas insatisfatórias, além de elevada hidrofilicidade (MALI; GROSSMANN; YAMASHITA, 2010). Por isso, pesquisadores têm buscado incorporar à matriz polimérica outros materiais que melhorem as propriedades das estruturas fabricadas, como agentes plastificantes e fibras lignocelulósicas. A influência da adição de agentes plastificantes, como o glicerol, nas propriedades mecânicas de filmes e espumas de amido já foi estudada por diversos autores. Stoffel (2015) observou que maiores concentrações deste plastificante causam diminuição da resistência à tração e da porcentagem de alongação de espumas à base de amido de mandioca.

Com relação à incorporação de fibras lignocelulósicas ao amido, estas podem aperfeiçoar tanto propriedades físicas quanto mecânicas (MALI; GROSSMANN; YAMASHITA, 2010), tornando possível ajustá-las a diferentes aplicações. Diversos estudos nesta área têm sido desenvolvidos com foco no aproveitamento de resíduos agroindustriais, como bagaço de malte (MELLO; MALI, 2014) e torta de gergelim (MACHADO; BENELLI; TESSARO, 2017).

O engaço de uva, um dos principais resíduos provenientes do processamento da fruta, também representa uma alternativa de interesse como aditivo para espumas à base de amido. Este resíduo corresponde ao esqueleto lignocelulósico obtido na etapa de desengace e tem como componentes principais lignina, celulose e hemicelulose (EGÜÉS *et al.*, 2013), que se apresentam interligados e podem ser responsáveis pelas alterações nas propriedades das espumas, uma vez que a celulose e o amido se relacionam fortemente devido a sua similaridade química (SOYKEABKAEW; SUPAPHOL; RUJIRAVANIT, 2004). A hemicelulose tem função suporte na parede celular quando combinada à celulose (EBRINGEROVÁ, 2006), além de servir de ligação entre esta e a lignina (EGÜÉS *et al.*, 2013), componente hidrofóbico que fornece rigidez e dureza ao interior das fibras (SILVA *et al.*, 2009).

Embora o engaço de uva não seja considerado perigoso como resíduo, o alto teor de matéria orgânica e a abundante produção sazonal podem contribuir para potenciais problemas de poluição (SPIGNO; PIZZORNO; DE FAVERI, 2008), tornando ainda mais importante encontrar um destino ambientalmente mais favorável.

Uma vez que a composição dos ingredientes utilizados no desenvolvimento de embalagens possui influência direta nas características do produto obtido, este trabalho tem como objetivo caracterizar quanto à composição química, amido de mandioca comercial e engaço de uva obtido logo após o processamento, visando a sua utilização no desenvolvimento de estruturas expandidas.



2 Materiais e Métodos

2.1 Caracterização do amido de mandioca

2.1.1 Determinação do teor de amilose e amilopectina

O teor de amilose foi determinado através do método colorimétrico descrito por Martínez & Cuevas (1989). Foram misturados 100 mg de amido de mandioca (Yoki, São Bernardo do Campo/SP, Brasil) com 1 mL de álcool etílico 96% GL e 9 mL de solução 1 N de NaOH; a mistura foi colocada em banho-maria a 100 °C por 10 minutos. Depois de resfriado em temperatura ambiente por 30 minutos, o conteúdo foi transferido para balão volumétrico de 100 mL e completou-se o volume com água destilada. Retirou-se uma alíquota de 5 mL, que foi transferida para balão volumétrico de 100 mL onde adicionou-se 1 mL de solução 1 N de ácido acético e 2 mL de solução de iodo 2%. O balão teve seu volume completo com água destilada.

Para a construção da curva padrão, 40 mg de amilose de batata (A0512, Sigma Aldrich) foram submetidos ao mesmo procedimento descrito para o amido de mandioca, com algumas modificações. Ao final do processo, foram retiradas alíquotas de 1, 2, 3, 4 e 5 mL que foram transferidas para balões volumétricos de 100 mL e foram adicionados 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 e 1 mL de solução 1 N de ácido acético e 0,4, 0,8, 1,2, 1,6 e 2 mL de solução de iodo 2%, respectivamente. Em seguida, completou-se o volume de cada balão com água destilada.

A leitura de absorbância para a construção da curva padrão e das amostras foi realizada em espectrofotômetro (T80, PG Instruments) em 610 nm, 30 minutos após a adição da solução de iodo 2%. Os ensaios foram realizados em duplicata e os resultados expressos como a média \pm desvio padrão. A partir do valor obtido para amilose, o teor de amilopectina foi determinado por diferença.

2.1.2 Determinação do teor de umidade e de substâncias voláteis

A determinação do teor de umidade e de substâncias voláteis foi realizada através do método 925.09 da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2005). Amostras de 5 g foram colocadas em cápsulas de alumínio previamente pesadas. Em seguida, as cápsulas com as amostras foram submetidas à secagem em estufa (De Leo, Brasil) a 105 °C por 3 horas. Após este período, as amostras foram resfriadas em dessecador até temperatura ambiente e suas massas foram pesadas. O processo de aquecimento e resfriamento foi repetido até que as amostras apresentassem massa constante. O teor de umidade e substâncias voláteis foi determinado através da Equação 1, onde m_i e m_f são a massa inicial e final da amostra em gramas, respectivamente.

$$\text{Teor de umidade e voláteis (\%)} = \frac{m_i - m_f}{m_i} \times 100 \quad (1)$$

A análise foi realizada em triplicata e o resultado expresso como a média \pm desvio padrão.

2.1.3 Determinação do teor de resíduo mineral fixo (cinzas)

O teor de cinzas foi determinado pelo método 923.03 da AOAC (AOAC, 2005), que consistiu em colocar 5 g de amostra em cápsulas de porcelana previamente pesadas. Em seguida as amostras foram incineradas em mufla (CL, Sanchis, Brasil) a 550 °C por 6 horas, ou até obtenção de cinzas brancas ou acinzentadas. As amostras foram resfriadas em dessecador até temperatura ambiente para posterior determinação da massa. A Equação 2 foi utilizada para determinação do teor de resíduo mineral fixo, onde m_i e m_c são a massa inicial de amostra e a massa final de cinzas em gramas, respectivamente.

$$\text{Cinzas (\%)} = (m_c/m_i) \times 100 \quad (2)$$



A análise foi realizada em triplicata e o resultado expresso como a média \pm desvio padrão.

2.2 Caracterização do engaço de uva

2.2.1 Pré-tratamento

Dois tipos de engaço foram selecionados, um proveniente de variedade americana e um de variedade europeia. Eles foram coletados diretamente no local onde foram gerados na vinícola (Cabernet Sauvignon, Vinícola Salton; Niágara Branca, Vinícola Zardo, RS/Brasil), armazenados em sacos plásticos e conservados em geladeira até o momento do transporte ao laboratório. Os engaços foram lavados em água corrente para remoção de impurezas grosseiras, colocados em bandejas e secos em estufa (De Leo, Brasil) a 40 °C por aproximadamente 24 horas. Após a secagem, os engaços foram colocados em sacos plásticos para freezer e estocados na temperatura de -18 °C. Anteriormente à sua utilização, os engaços passaram por nova secagem em estufa (De Leo, Brasil) a 40 °C por 1 hora.

2.2.2 Composição química

Engaços de uva Cabernet Sauvignon e Niágara Branca foram avaliados quanto ao teor de umidade e substâncias voláteis, proteínas, lipídeos, cinzas e fibras. O teor de umidade e de substâncias voláteis foi determinado segundo método 930.15 da AOAC (AOAC, 2005). Para a determinação do teor de proteína foi utilizado o método 984.13 adaptado por Prates (2007) e o teor de resíduo mineral fixo, segundo método 942.05. A gordura bruta (lipídeos) foi quantificada através do método 920.39. Para a determinação dos teores de celulose e lignina foi realizada análise de fibra em detergente ácido através do método de Van Soest adaptado por Prates (2007), e para o teor de hemicelulose, análise em detergente neutro, utilizando a mesma metodologia. As análises foram realizadas em duplicata e os resultados expressos como a média \pm desvio padrão.

2.2.3 Frações granulométricas e capacidade de absorção de água

O resíduo, após moagem (MF10 basic, IKA, Alemanha), foi fracionado com a utilização de um sistema composto por peneiras de 20 Mesh (0,85 mm), 24 Mesh (0,71 mm), 32 Mesh (0,5 mm), 60 Mesh (0,25 mm) e 80 Mesh (0,18 mm). Para a determinação da capacidade de absorção de água das diferentes frações granulométricas do engaço foi utilizado o método descrito por Vázquez-Ovando *et al.* (2009) com algumas modificações. O procedimento consistiu em colocar 2 g de resíduo em tubos Falcon de 50 mL. Em seguida, 10 mL de água destilada foram adicionados e as amostras foram agitadas por 2 minutos em agitador de tubos (Phoenix Luferco, modelo AP 56, Brasil) e centrifugadas por 10 minutos a 5000 rpm em centrífuga de bancada (Cientec, CT-5000R, Brasil). Para total retirada do sobrenadante, foi realizada filtração com bomba a vácuo (131, Prismatec, Brasil) e o sedimento úmido teve a massa mensurada. A capacidade de absorção de água foi determinada através da razão entre a massa de água no sedimento úmido e a massa inicial de matéria seca. A análise foi realizada em quadruplicata e o resultado expresso como a média \pm desvio padrão.

3 Resultados e Discussão

3.1 Caracterização do amido

Os resultados obtidos para a determinação da composição química do amido de mandioca são mostrados na Tabela 1. Amidos podem apresentar teor de amilose na faixa de 20 a 30%, e de 70 a 80% de amilopectina (JANE, 2009). O amido de mandioca analisado neste estudo apresentou teor de amilose de 28% e 71% de amilopectina, valores dentro das



faixas estimadas. Resultados similares foram observados por Machado, Benelli & Tessaro (2017), que obtiveram, para o amido de mandioca, teor de amilose de 26%. Estudos indicam que quanto maior o teor de amilose, maior a densidade e a resistência à tração das espumas à base de amido (SHOGREN *et al.*, 1998).

Tabela 1 – Composição química do amido de mandioca

Componente	Conteúdo (%) - base seca
Amilose	28,7 ± 0,4
Amilopectina	71,3 ± 0,4
Cinzas	0,15 ± 0,06
Umidade	10,7 ± 0,1

O amido de mandioca apresentou teor de umidade de 10%, valor em conformidade com a legislação brasileira, a qual estabelece teor máximo de 18% para amidos (ANVISA, 2005). O resíduo mineral fixo presente no amido foi de 0,15%, também dentro do limite estabelecido pela legislação, na qual o teor máximo permitido é de 0,5% (ANVISA, 1978).

3.2 Caracterização do engaço de uva

Na Tabela 2 está apresentada a composição química dos engaços de uva Cabernet Sauvignon e Niágara Branca. Os teores de umidade encontrados foram superiores aos relatados por Spigno *et al.* (2013), que analisaram a composição de engaços de diferentes cultivares e obtiveram teor de umidade entre 8,6% (variedade Pinot Noir) e 10,8% (variedade Barbera). Esta diferença está diretamente relacionada ao método de secagem do engaço, uma vez que os autores submeteram o resíduo à secagem a 135 °C por 2 horas, metodologia que pode superestimar o teor de umidade devido à perda de compostos não hidratantes (THIEX; RICHARDSON, 2003).

Tabela 2 – Composição química dos engaços de uva

Componente	Cabernet Sauvignon (%)	Niágara Branca (%)
Umidade	11,19 ± 0,07	12,60 ± 0,08
Cinzas	7,3 ± 0,2	5,70 ± 0,05
Proteína	6,0 ± 0,1	6,68 ± 0,01
Lipídeos	0,60 ± 0,02	1,50 ± 0,02
Fibra insolúvel	48,3 ± 0,4	52,7 ± 0,4
Lignina	23 ± 1	20 ± 1
Celulose	14 ± 2	19 ± 2
Hemicelulose	11,7 ± 0,1	14,2 ± 0,8

O conteúdo de cinzas do engaço de uva Cabernet Sauvignon foi semelhante ao observado para as variedades Pinot Noir e Chardonnay, também analisadas por Spigno *et al.* (2013). Para o engaço de uva Niágara Branca, o valor foi inferior ao observado na literatura (PROZIL; EVTUGUIN; LOPES, 2012; SPIGNO *et al.*, 2013). Questões relacionadas às condições de cultivo e à variedade da uva podem ser responsáveis por este resultado e causar diferenças na composição do engaço (SPIGNO *et al.*, 2013).

Foram observados teores de proteína iguais a 6% e 6,68% para os engaços de uva Cabernet Sauvignon e Niágara Branca, respectivamente. No estudo realizado por Prozil, Evtuguin & Lopes (2012) foi observado teor de proteína de 6,1% para engaço de uva variedade *Vitis vinifera* L., próximo aos observados neste estudo. As proteínas presentes no resíduo podem fornecer às espumas à base de amido características interessantes, pois estas estruturas podem interagir com moléculas vizinhas e formar materiais viscoelásticos de forte



coesão capazes de suportar movimentos mecânicos (KAISANGSRI; KERDCHOECHUEN; LAOHAKUNJIT, 2014). Além disso, as proteínas desempenham papel importante na coloração das espumas, uma vez que os aminoácidos presentes nestas moléculas podem reagir com grupamentos carbonila dos polissacarídeos, formando compostos de coloração escura (MELLO; MALI, 2014).

Os lipídeos estão presentes em pequenas quantidades no engaço, 0,60% para o engaço de uva Cabernet Sauvignon e 1,50% para engaço de uva Niágara Branca, como também foi mostrado por Spigno *et al.* (2013) para engaços de diferentes variedades de uva. Por serem componentes hidrofóbicos, os lipídeos podem influenciar na capacidade de absorção de água, tornando estas estruturas mais resistentes à umidade (KAISANGSRI; KERDCHOECHUEN; LAOHAKUNJIT, 2014).

As fibras insolúveis, constituídas de lignina, celulose e hemicelulose, são os principais componentes do engaço de uva, como também foi relatado por Spigno *et al.* (2013). Os engaços de uva Cabernet Sauvignon e Niágara Branca apresentaram 48% e 52% de fibras insolúveis, respectivamente. A adição de fibras à matriz polimérica tem como objetivo aumentar a resistência à umidade destes materiais, além de melhorar propriedades físicas e mecânicas (VERCELHEZE *et al.*, 2012).

Os engaços das duas variedades de uva analisadas apresentaram teores elevados e bastante próximos de fibras. Devido ao fato da variedade de uva Cabernet Sauvignon ser uma das mais importantes e de maior produção no Brasil (GUERRA *et al.*, 2009), o seu engaço foi selecionado para continuar o desenvolvimento das estruturas expandidas.

Após avaliar a composição química, o engaço de uva Cabernet Sauvignon foi moído e fracionado em um sistema de peneiras. Foram obtidas seis frações, sendo que a primeira, cujas partículas apresentaram diâmetro superior a 0,85 mm, não foi utilizada no estudo. As demais frações foram analisadas quanto à capacidade de absorção de água, uma vez que a presença de componentes hidrofílicos, como celulose e hemicelulose, conferem às fibras capacidade de hidratação (MOURE *et al.*, 2006). Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 3. A menor capacidade de absorção de água (3,19 gramas de água/grama de amostra) foi observada para a fração granulométrica composta por partículas com diâmetro inferior a 0,18 mm. Esta análise é essencial para conhecimento do volume de água necessário a ser adicionado à mistura com amido para obtenção de uma matriz polimérica homogênea e com boa processabilidade.

Tabela 3 - Capacidade de absorção de água das diferentes frações granulométricas do engaço de uva Cabernet Sauvignon

Fração granulométrica (Ø - mm)	g de água/g de amostra seca
0,85 – 0,71	3,5 ± 0,1
0,71 – 0,5	3,55 ± 0,05
0,5 – 0,25	4,2 ± 0,1
0,25 – 0,18	4,19 ± 0,04
<0,18	3,19 ± 0,03

4 Conclusões

A partir da caracterização do amido de mandioca é possível concluir que este material apresenta alto conteúdo de amilose (28%), importante para a fabricação de espumas, além de teores de cinzas (0,15%) e umidade (10%) dentro dos valores estabelecidos pela legislação brasileira. A determinação da composição química do engaço de uva Cabernet Sauvignon mostrou que este resíduo apresenta componentes importantes para obtenção de estruturas



expandidas com boas propriedades, uma vez que contém 48% de fibras insolúveis e 6% de proteínas. Lipídeos estão presentes em quantidades inferiores a 1%.

A próxima etapa deste estudo envolve o desenvolvimento das espumas à base de amido de mandioca com incorporação de engaço de uva Cabernet Sauvignon seguindo um planejamento experimental do tipo composto central, que irá analisar a influência da porcentagem de glicerol e de engaço adicionados à matriz polimérica, bem como a granulometria do engaço. Em seguida, propriedades mecânicas, físicas, morfológicas e antimicrobianas das espumas serão avaliadas.

Referências

VÁZQUEZ-OVANDO, A.; ROSADO-RUBIO, G.; CHEL-GUERRERO, L.; BETANCUR-ANCONA, D. Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). **Food Science and Technology**, v. 42, n. 1, p. 168–173, 2009.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução CNNPA nº 12**, 1978.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos - RDC 263**, 2005.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of AOAC International**, 2005.

BRITO, G. F.; AGRAWAL, P.; ARAÚJO, E. M.; MÉLO, T. J. A. Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 6, n. 2, p. 127–139, 2011.

EBRINGEROVÁ, A. Structural diversity and application potential of hemicelluloses. **Macromolecular Symposia**, v. 232, n. 333, p. 1–12, 2006.

EGÜÉS, I.; SERRANO, L.; AMENDOLA, D.; DE FAVERI, D. M.; SPIGNO, G.; LABIDI, J. Fermentable sugars recovery from grape stalks for bioethanol production. **Renewable Energy**, v. 60, p. 553–558, 2013.

GUERRA, C. C.; MANDELLI, F.; TONIETTO, J.; ZANUS, M. C. CAMARGO, U. A. Conhecendo o essencial sobre uvas e vinhos. **Embrapa Uva e Vinho**, n. 21, p. 69, 2009.

JANE, J. Structural Features of Starch Granules II. In: **Starch**. Third Edit ed. Elsevier Inc., 2009. p. 193–236.

KAISANGSRI, N.; KERDCHOECHUEN, O.; LAOHAKUNJIT, N. Characterization of cassava starch based foam blended with plant proteins, kraft fiber, and palm oil. **Carbohydrate Polymers**, v. 110, p. 70–77, 2014.

MACHADO, C. M.; BENELLI, P.; TESSARO, I. C. Sesame cake incorporation on cassava starch foams for packaging use. **Industrial Crops and Products**, v. 102, p. 115–121, 2017.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: Produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 137–156, 2010.

MARTÍNEZ, C.; CUEVAS, F. **Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz**. 3a. ed. Cali: Guía de estudio, 1989.

MELLO, L. R. P. F.; MALI, S. Use of malt bagasse to produce biodegradable baked foams made from cassava starch. **Industrial Crops and Products**, v. 55, p. 187–193, 2014.



- MOHANTY, A. K.; MISRA, M.; HINRICHSSEN, G. Biofibres, biodegradable polymers and biocomposites: An overview. **Macromolecular Materials and Engineering**, v. 276–277, p. 1–24, 2000.
- MOURE, A.; SINEIRO, J.; DOMÍNGUEZ, H.; PARAJO, J. C. Functionality of oilseed protein products: A review. **Food Research International**, v. 39, n. 9, p. 945–963, 2006.
- PRATES, E. R. Técnicas de Pesquisa em Nutrição Animal Porto Alegre: Ed. UFRGS, Porto Alegre 2007 414p.
- PROZIL, S. O.; EVTUGUIN, D. V.; LOPES, L. P. C. Chemical composition of grape stalks of *Vitis vinifera* L. from red grape pomaces. **Industrial Crops and Products**, v. 35, n. 1, p. 178–184, 2012.
- ROSS, A. S. Starch in Foods. **Food Carbohydrate Chemistry**, p. 107–133, 2013.
- SHOGREN, R. L.; LAWTON, J. W.; DOANE, W. M.; TIEFENBACHER, K. F. Structure and morphology of baked starch foams. **Polymer**, v. 39, n. 25, p. 6649–6655, 1998.
- SILVA, R.; HARAGUCHI, S. K.; MUNIZ, E. C.; RUBIRA, A. F. Aplicações de fibras lignocelulósicas na química de polímeros e em compósitos. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 661–671, 2009.
- SOYKEABKAEW, N.; SUPAPHOL, P.; RUJIRAVANIT, R. Preparation and characterization of jute-and flax-reinforced starch-based composite foams. **Carbohydrate Polymers**, v. 58, n. 1, p. 53–63, 2004.
- SOYKEABKAEW, N.; THANOMSILP, C.; SUWANTONG, O. A review: Starch-based composite foams. **Composites Part A: Applied Science and Manufacturing**, v. 78, p. 246–263, 2015.
- SPIGNO, G.; MAGGI, L.; AMENDOLA, D.; DRAGONI, M.; DE FAVERI, D. M. Influence of cultivar on the lignocellulosic fractionation of grape stalks. **Industrial Crops and Products**, v. 46, p. 283–289, 2013.
- SPIGNO, G.; PIZZORNO, T.; DE FAVERI, D. M. Cellulose and hemicelluloses recovery from grape stalks. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 10, p. 4329–4337, 2008.
- STOFFEL, F. **Desenvolvimento de espumas à base de amido de mandioca**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos e Tecnologias). Universidade de Caxias do Sul, 2015.
- THIEX, N.; RICHARDSON, C. R. Challenges in measuring moisture content of feeds. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 12, p. 3255–3266, 2003.
- VERCELHEZE, A. E. S.; FAKHOURI, F. M.; DALL'ANTÔNIA, L. H.; URBANO, A.; YOUSSEF, E. Y.; YAMASHITA, F.; MALI, S. Properties of baked foams based on cassava starch, sugarcane bagasse fibers and montmorillonite. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 87, n. 1, p. 1302–1310, 2012.