ISSN 2178 9665

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE RESÍDUOS DA FÁBRICA DE POLPA DE FRUTAS DE PARINTINS – AMAZONAS

Nuriely de Sá TEIXEIRA[1]
Ceci-SALES CAMPOS[2]
Vanessa Costa Alves GALÚCIO[3]

[1]Bolsista IC INPA-PIBIC/CNPq; [2]Orientadora COTI/INPA;
[3]Colaboradora Bolsista CAPES/INPA/UFAM

INTRODUÇÃO

O município de Parintins, situado a 369 Km de Manaus–AM, é uma área produtora de frutos amazônicos, em sua maioria beneficiados por uma fábrica pioneira de polpas de frutas congeladas instalada na cidade, possibilitando o estudo e desenvolvimento de pesquisas, a partir da grande quantidade de resíduos gerados e descartados pelo processamento das frutas, chegando no ano de 2013 a aproximadamente 20 toneladas (dados não publicados). A disponibilidade e diversidade de resíduos é um fator determinante para a realização de pesquisas que busquem novas aplicabilidades. Sendo que os principais resíduos gerados no processamento dependendo do tipo da fruta, são casca, caroço ou semente e bagaço. Pesquisas mostram que esses resíduos possuem em sua composição vitaminas, minerais, fibras e compostos antioxidantes, importantes para um bom desempenho das funções fisiológicas humanas ou animais (Kim *et al.* 2007; Pieniz *et al.* 2009).Outras características influenciam no aproveitamento dos resíduos, entre elas os parâmetros físico-químicos e nutricionais, como pH, sólidos solúveis, umidade, matéria-seca, composição mineral (cinzas), nitrogênio e proteína bruta. Além das características microbiológicas que indicam se as condições sanitárias deste resíduo são satisfatórias, principalmente quanto à presença de microrganismos patogênicos como coliformes termotolerantes, o que pode ser facilmente observado através da realização de análises microbiológicas.

As propriedades citadas acima fazem com que esses resíduos possam ser utilizados como adubo, compostagem, entre outras aplicabilidades. Pesquisas tem demonstrado o potencial destes resíduos como suplemento no cultivo de cogumelos comestíveis (Sales-Campos *et al.* 2013). Porém, poucos são os dados publicados sobre o aproveitamento de substratos pectocelulósicos como casca, sementes e bagaços de frutas no cultivo de cogumelos comestíveis (Vieira e Giovanni 2007) ou mesmo na formulação para a alimentação humana e animal (Lima *et al.* 2009). No preparo de ração animal, por exemplo, muitas pesquisas têm sido realizadas na busca de alternativas que possibilitem a formulação de rações mais eficientes e econômicas, visto que a alimentação constitui o item de maior custo na produção animal (Strada *et al.* 2005).De forma geral, nas criações de animais, como a pecuária e, principalmente suinocultura e avicultura, semelhante a outras culturas, o gasto com alimentação representa cerca de 70% dos custos médios de produção do animal para o abate (Strada *et al.* 2005), onde o sucesso financeiro está, portanto, diretamente relacionado com os preços dos ingredientes das rações, principalmente em regiões de difícil acesso como a Amazônia.

Diante do exposto, torna-se bastante relevante buscar condições para o aproveitamento de resíduos oriundos da agroindústria na alimentação animal, através de produtos altamente nutritivos, com valor comercial agregado, além de contribuir para a diminuição dos impactos ambientais. Portanto, este trabalho tem como objetivo avaliar as características físico-químicas, nutricionais e microbiológicas de resíduos descartados pela fábrica produtora de polpa de frutas congelada no município de Parintins – AM.

ISSN 2178 9665

MATERIAL E MÉTODOS

Os resíduos foram coletados na Fábrica de Polpa de Frutas de Parintins/AM de acordo com a safra e a disponibilidade de processamento da indústria. No preparo, os resíduos foram levados ao Laboratório de Nutrição Animal do ICSEZ – Parintins/AM, e depois de triturados em triturador de galhos e resíduos orgânicos TR 200 e expostos ao sol para secagem, moídos em moinho de facas Wiley n°4 e armazenados para análises físico-químicas e microbiológicas. Para todas as análises descritas a seguir foram utilizados os seguintes resíduos: Abacaxi (casca e coroa), Maracujá (casca e semente) e Cupuaçu (casca).

Teor de Umidade e Matéria Seca

Foi determinado pelo método de dessecação de cada amostra até massa constante, em estufa modelo 315 SE a ±105°C, seguindo a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (1985). A umidade foi expressa em %, pela formula descrita abaixo e a massa seca foi calculada como sendo **MS%** =100 – U.

$$\mathbf{U\%} = \frac{M1 - M2}{M1} \times 100$$

U = Percentual de umidade; **M1** = Massa inicial da amostra; **M2** = Massa final da amostra

Cinzas

Utilizou-se o método de incineração em mufla segundo a A.O.A.C. (2012), em triplicata, com a adição de 1,0g de amostra em cadinhos, posteriormente submetidos em forno mufla a 550°C por 4 horas para obtenção de um resíduo isento de carvão. As cinzas foram pesadas e os resultados expressos em %.

Nitrogênio Total e Proteína Bruta

Para análise do nitrogênio total aplicou-se o método de Kjeldahl descrito por Silva e Queiroz (2002), envolvendo três etapas: digestão, destilação e titulação. As amostras foram digeridas com ácido sulfúrico até conversão em sulfato de amônia: [$(NH_4)_2$ SO_4]. Após este processo, o sulfato de amônia foi destilado em destilador de nitrogênio Marcone-MA036 em meio básico (NaOH 60%), liberando gás amônia (NH3), o qual foi recolhido em ácido bórico formando borato de amônia ($NH_4H_2BO_3$). O borato de amônio foi titulado com ácido clorídrico (HCL) 0,1N e os resultados foram expressos em % de nitrogênio e, consequentemente, a quantidade de proteína que a mesma contém, utilizando-se a fórmula abaixo. Para a conversão do nitrogênio em proteína calculou-se: **Proteína %** = N% x 6,25, considerando-se que 100g de proteína contêm, em média, 16% de nitrogênio.

$$\textbf{Nitrogênio \%} = (V \times N \times 0{,}014 / M) \times 100$$

V = Volume em mL de HCL gasto na titulação; **N** = Normalidade 0,05; **M** = Massa da amostra (g)

pH

Alíquotas de 10 gramas de cada resíduo triturado foram adicionadas a 90 mL de água destilada, em triplicata. As suspensões foram submetidas à agitação por cinco minutos e, após sedimentação, realizou-se a leitura em potenciômetro digital portátil KASVI - K390014P.

Sólidos Solúveis

Para medir o índice da solução de açúcar contido nas amostras foi utilizada a refratometria. Com o uso de refratômetro portátil Instrutherm RTB-300 foram medidos os índices de refração da solução de açúcar contido nas

ISSN 2178 9665

amostras de resíduos, onde 10 gramas destes foram homogeneizados em 100 mL de água destilada e os resultados expressos em grau BRIX como sólidos solúveis.

Análise Microbiológica

Foi realizado a contagem padrão de Coliformes Totais e Termotolerantes, através da Técnica de Tubos Múltiplos e os resultados foram dados em Número Mais Provável (NMP) e pesquisa de *Salmonellasp.*, sendo os resultados expressos em Unidade Formadora de Colônia (UFC), segundo o Método da American Public Health Association (APHA) descrito em AOAC (2012).As análises foram realizadas de acordo com a legislação determinada pela ANVISA sobre padrões microbiológicos – RDC nº12 (BRASIL, 2001).

Inicialmente, como padrão para amostras sólidas, foram realizadas duas diluições, sendo a primeira 1:50 (10 gramas de amostra em 490 mL de água destilada) e a segunda 1:10 (25 mL da primeira diluição em 225 mL de água peptonada a 0,1%). A partir desta segunda diluição, considerada 10^{-1}, foram preparadas diluições decimais sucessivas, pela transferência de 1 mL da diluição anterior em 9 mL de diluente água peptonada a 0,1%, até 10^{-3}. Essas diluições foram utilizadas para a determinação dos microrganismos em meios de cultura vertidos em tubos de ensaio com tubos de Durhan invertidos em seu interior. Sendo utilizados os seguintes meios de cultura, Caldo Lauryl e Caldo EC para o crescimento de coliformes totais e *Escherichia coli* e Caldo SC (Selenito de Cistina) para*Salmonella sp.*Após a inoculação, os tubos foram encubados em estufa bacteriológica a 35ºC por 3 dias, a leitura foi realizada a cada 24 horas para a observação de presença de produção de gás e turvação do meio como indicativo de crescimento microbiano.Após este período, alíquotas de 100 µL retiradas dos tubos contendo Caldo SC foram adicionas em placas de petri, em triplicata, contendo os meios TSI (Triple Sugar Iron Agar) e BVB (Agar Verde Brilhante modificado), incubadas a 35ºC por 3 dias para a confirmação da presença de *Salmonella sp.* A identificação das colônias foi feita de acordo com as características morfológicas de colônias de *Salmonella sp.* descritas pelo fabricante de cada meio específico, baseado na cor, aspecto e alteração do meio pelo crescimento de colônias dessas bactérias.Para a pesquisa de Bolores e Leveduras, fez-se a adição de 100 µL da diluição 10^{-2} de cada amostra em placas de Petri contendo meio BDA, em triplicata.

Os resultados das análises foram avaliados segundo a Instrução Normativa nº 7, de 5 de abril de 1999, da Secretaria de Desenvolvimento Rural do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (Brasil 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico-químicas estão descritos na Tabela 1, sendo relevantes para avaliar características nutricionais fundamentais para o aproveitamento dos resíduos coletados, transformando-os em produtos de valor agregado para alimentação humana ou animal. As análises realizadas demonstraram que importantes características das frutas *in natura* são mantidas em outras partes residuais após seu processamento.

Um exemplo foi à acidez encontrada em todos os resíduos analisados, sendo maior na casca do Maracujá (3,87) e menor na coroa do Abacaxi (5,66), conforme observado na Tabela 1. Sendo este um fator de fundamental importância na limitação dos diferentes microrganismos capazes de se desenvolver no alimento (Hoffmann 2001).

A umidade é uma característica importante que interfere na coloração e sabor das frutas (Souza *et al.* 2008), quanto aos resíduos de Abacaxi, Maracujá e Cupuaçu, observaram-se um teor de umidade bastante elevado, sendo maior na casca de Abacaxi (89,62%) e menor na semente de Maracujá (49,61%).Observou-se também um baixo valor de cinzas para todas as amostras analisadas, com valores de 4,98%, 3,47%, 5,61%, 2,18% e 1,77% para Abacaxi coroa e casca, Maracujá casca e semente e Cupuaçu casca, respectivamente. O que pode estar associado a uma menor concentração dos minerais presentes nos resíduos analisados, visto que se tratava de resíduos brutos (Sousa *et al.* 2011).

ISSN 2178 9665

Tabela 1. Resultado das análises físico-químicas e nutricionais de amostras de resíduos agroindustriais.

Resíduo	Umidade	Matéria Seca (MS)	Matéria Mineral (MM)	Nitrogênio Total (N)	Proteína Bruta (Nx6,25)	pH	º BRIX
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		
Abacaxi (Coroa)	83,42	16,57	4,98	1,78	11,15	5,66	1,3
Abacaxi (Casca)	89,62	10,38	3,47	1,13	7,08	4,08	2,9
Maracujá (Casca)	87,64	12,35	5,61	1,16	7,25	3,87	1,9
Maracujá (Semente)	49,61	50,39	2,18	2,47	15,42	4,43	0,1
Cupuaçu (Casca)	67,23	32,77	1,77	0,75	4,71	5,13	0,1

O teor de açúcar, expresso pela porcentagem de sólidos solúveis totais (SST) ou °Brix é variável entre os frutos (Sousa *et al.* 2011). O alto suprimento de água diminui a percentagem de açúcares, encontrado em baixa concentração nos resíduos de semente de Maracujá e casca de Cupuaçu com º BRIX 0,1. Os resíduos de Abacaxi casca e coroa e casca de Maracujá apresentaram índice de solução de açúcar em ºBRIX de 2,9, 1,3 e 1,9, respectivamente. Estes resultados estão de acordo com Sales-Campos (2008), que evidenciou pouca ou não presença desses compostos, indicando baixo conteúdo de açucares.

Em relação ao conteúdo de nitrogênio (N%), segundo a tabela 01, observaram-se valores baixos em todos os resíduos avaliados, sendo na semente de maracujá um valor mais elevado (2,47%), os teores de proteína acompanharam os mesmos valores de nitrogênio já que a proteína é determinada pela quantidade de N% em cada amostra multiplicada pelo fator 6,25. Esses valores baixos demonstram a possível necessidade de suplementação dependendo do processo de aproveitamento empregado (Sales-Campos 2008). No cultivo de cogumelos comestíveis normalmente utiliza-se substratos ou compostos à base de resíduos celulósicos e lignocelulósicos e, mais recentemente pectocelulósicos (Bernardi *et al.* 2008; Rivas *et al.* 2010). Devido ao seu complexo enzimático, estes fungos conseguem se nutrir e produzir cogumelos a partir de resíduos nutricionalmente pobres (Donini *et al.* 2005; Sales-Campos *et al.* 2010).

Foram realizadas análises microbiológicas com intuito de verificar fatores que pudessem potencializar a possibilidade de contaminação, demonstrando as condições higiênico-sanitárias dos resíduos após seco e triturado, avaliando-se assim a necessidade de se aplicar técnicas mais eficientes de desinfecção antes de seu aproveitamento, pois alterações microbiológicas são indesejáveis em qualquer tipo de alimento bem como a presença de patógenos. Os resultados das análises microbiológicas (Tabela 2) demonstraram características preocupantes, pois apesar de apresentarem resultados negativos nos testes presuntivos com presença de coliformes igual ou inferior a 3 NMP.g–1 para casca de Abacaxi, casca e semente de Maracujá e Cupuaçu, observou-se a presença de coliformes acima do aceitável, superior a 1.100 NMP.g–1 para a coroa do Abacaxi.

Tabela 2. Avaliação microbiológica com pesquisa de Coliformes a 35ºC (Totais e Termotolerantes) e *Salmonella sp.* em amostras de resíduos de Abacaxi (coroa e casca), Maracujá (casca e semente) e Cupuaçu.

Amostras	Coliformes (NMP/g)	*Salmonella spp.* em 25g
Abacaxi (Coroa)	>1.1000	+
Abacaxi (Casca)	3,0	+
Maracujá (Casca)	< 3,0	+
Maracujá (Semente)	< 3,0	-
Cupuaçu (Casca)	3,0	+

ISSN 2178 9665

Os testes quantitativos em placas de Petri contendo os meios TSI e BVB seletivos para a detecção de *Salmonella sp.*demonstraram a presença de crescimento de colônias positivo em amostras de Abacaxi (coroa e casca), casca de Maracujá e Cupuaçu, com ausência de crescimento microbiano em placas inoculadas com amostras de semente de Maracujá.As análises de Bolores e Leveduras revelaram a presença destes microrganismos, porém com baixa contagem de colônia, estando em conformidade se comparados com os padrões legais estabelecidos pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento.Os resultados foram avaliados a partir do critério de presença e ausência de crescimento microbiano, de acordo com a legislação vigente para polpa de frutas, tendo em vista que não existe uma legislação específica para análise de resíduos, mas levou-se em consideração a característica patogênica dessas bactérias, principalmente quando se busca o aproveitamento para a nutrição humana ou animal.

CONCLUSÃO

As análises realizadas demonstraram a viabilidade do aproveitamento destes resíduos para a produção de alimentos que possam ser incorporados na alimentação humana e animal, as análises físico-químicas e nutricionais confirmaram que muitas características das frutas *in natura* são semelhantes em partes residuais após processamento.

As análises microbiológicas evidenciaram a necessidade de se empregar técnicas de desinfecção antes do processo de aproveitamento, tais como a autoclavagem a 121 ºC, capaz de eliminar microrganismos mais resistentes, tendo em vista que são resíduos dejetos do processamento industrial que seriam descartados, porém com grande potencial para geração de produto de valor agregado.

REFERÊNCIAS

Association of Official Analytical Chemists – AOAC. 2012. *Official methods of analysis of AOAC international.* 19. ed. Maryland: AOAC.

Bernardi, E.; Minotto, E.; Nascimento, J.S. 2008. Aproveitamento de resíduo de curtume como suplemento no cultivo de *Pleurotus ostreatus. Arq. Inst.*, 75: 243-246.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução RDC n. 12, de 02 de janeiro de 2001.* Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: www.anvisa.gov.br/e-legis.

Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 12/99, de 13/09/99. *Padrões de Identidade e Qualidade para Polpas de Frutas.* Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, Seção I, 13 set. 1999, 72p.

Donini, L.P.; Bernardi, E.; Minotto, E.; Nascimento, J.S. 2005. Desenvolvimento *in vitro* de *Pleurotus* sp. sob a influência de diferentes substratos e dextrose. *Arquivos do Instituto Biológico,* 72(3): 331-338.

Hoffmann, F.L. 2001. Fatores limitantes à proliferação de microrganismos em alimentos. *Brasil Alimentos*, 9: 23-30.

Instituto Adolfo Lutz – IAL. 1985. *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.* 3 ed. São Paulo.

Kim, Y.; Giraud, D.W.; Driskell, J.A. 2007. Tocopherol and carotenoid contents of selected Korean fruits and vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(6): 458-465.

Lima, C.G.; Lourenço Júnior, J. B.; Garcia, A. R.; Nahum, B.S.; Silva, A.G.M.; Guimarães, C.M.C.; Rodrigues, L.S.; Menezes, B.P. 2009. Suplementação de Búfalas com resíduos agroindustriais – efeito na quantidade sensorial e físico-química do leite. In: Congresso Latino Americano de Nutrição Animal, 4°, 2009, Estância de São Pedro. *Anais...* Estância de São Pedro.

Pieniz, S.; Colpo, E.; Oliveira, V.R.de; Estefanel, V.; Andreaza, R. 2009. Avaliação in vitro do potencial antioxidante de frutas e hortaliças. *Ciência e Agrotecnologia*, 33(2): 552-559.

ISSN 2178 9665

Rivas, P.M.; Pereira Filho, A.A.; Santos, F.A.S. Dos; Rosa, I.G. 2010. Avaliação de substratos pectocelulósicos para cultivo de cogumelos comestíveis do gênero *Pleurotus sp.* (Agaricales). *Cad. Pesq..*, 17(3).

Sales-Campos, C. 2008. *Aproveitamento de resíduos madeireiros e da agroindústria regional para o cultivo de fungos comestíveis de ocorrência na região Amazônica.* Tese (Doutorado em Biotecnologia). Universidade Federal do Amazonas. Manaus- AM. 197p.

Sales-Campos, C.; Araujo, L. M.; Minhoni, M. T. A.; Andrade, M. C. N. 2013. Centesimal composition and physical-chemistry analysis of the edible mushroom *Lentinus strigosus* occurring in the Brazilian Amazon. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 85(4): 1537-1544.

Sales-campos, C.; Cunha, A.L.B.; Varejão, M.deJ.C.; Andrade, M.C.N. DE; Araújo, L.M. 2010. Estudo físico-químico e nutricional de resíduo agroindustrial como base para a formulação de substratos para cultivo de cogumelos. In: *Anais. V Simpósio internacional sobre cogumelos no Brasil* e *IV Simpósio nacional sobre cogumelos comestíveis. UNISO.* Sorocaba, São Paulo. 2010.

Silva, D.J.; Queiroz, A.C. 2002. *Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos.* 3.ed. Viçosa: UFV. 235p.

Sousa, M.S.B.; Vieira, L.M.; Lima, A. 2011. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. *Ciênc. agrotec.*, 35(3): 554-559.

Souza, M.W.S.; Ferreira, T.B.O.; Vieira, I.F.R. 2008. Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá. *Alim. Nutr.*, 19(1): 33-36.

Strada, E.S.O.; Abreu, R.D.; Oliveira, G.J.C.; Costa, M.C.M.M.; Carvalho, G.J.L.; Franca, A.S.; Clarton, L. & Azevedo J.L.M. 2005. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia.* 34: 2369-2375.

Vieira, E.; Paz, M.F.; Giovanni, R.N. 2007. Cultivo de *Pleurotussajor-caju* em bagaço de uva pela técnica junção. *In: Simpósio Nacional de Bioprocessos*, 16, 2007, Curitiba. *Anais*...Curitiba: UFPR.