



## **Influência do período pluviométrico e de meios sólidos na quantificação de fungos contaminantes do piracuí comercializado a granel em feiras da cidade de Santarém/PA**

*Edivaldo dos Santos Corrêa Miranda Neto<sup>1</sup>, Joselene Conceição Nunes Nascimento<sup>2</sup>, Hérlon Mota Atayde<sup>3</sup>*

### **Resumo**

O piracuí é um produto artesanal à base de peixe desidratado bastante comercializado no varejo em Santarém, mas muitas vezes é armazenado/exposto em lugares inadequados, propício à contaminação microbiana. Assim, quantificar essa contaminação, particularmente por fungos, é fundamental na avaliação higiênico-sanitária desse produto. Nessa pesquisa foi quantificada a contaminação por fungos em amostras do piracuí comercializado nos mercados de Santarém, em dois períodos pluviométricos (chuvoso e estiagem), apontando se as condições climáticas regionais afetam essa contaminação e indicando qual o meio de cultura é mais eficiente para a quantificação dos fungos. As amostras foram obtidas em duas feiras de Santarém e o cultivo foi realizado em quatro meios de cultura: Ágar Batata Dextrose, Ágar Rosa Bengala, Ágar Glicerol 18% e Ágar Sabouraud, todos suplementados com cloranfenicol 0,01% (p/v). Os resultados apontaram que o piracuí comercializado na cidade de Santarém apresenta índices de contaminação por fungos acima do recomendado. Essa contaminação foi maior em uma das feiras e no período chuvoso, e as diferenças foram estatisticamente significativas. Entre os vendedores, os índices de contaminação fúngica também diferiram estatisticamente em cada período de coleta, mas não destacou um desses vendedores como menos contaminado em todo o período de coleta. Também houve influência dos meios de cultura na detecção dessa contaminação, sendo os meios Batata e Sabouraud os mais eficientes e, portanto, os recomendados para a quantificação da microbiota contaminante do piracuí.

**Palavras-Chave:** Microbiota, Farinha, Contaminação, Alimentos proteicos, Concentrado Proteico de Peixe

**Influence of rainfall seasonality and solid media culture on the quantification of fungal contaminants in piracuí sold at markets in Santarém, Pará.** Piracuí is an artisanal product based on dehydrated fish that is widely sold at retail in Santarém, but is often stored/displayed in inappropriate places, prone to microbial contamination. Thus, quantifying this contamination, particularly by fungi, is fundamental in the hygienic-sanitary evaluation of this product. In this study, fungal contamination was quantified in samples of piracuí sold in the markets of Santarém, in two periods (rainy and dry seasons), indicating whether regional climatic conditions affect this contamination and which culture medium is most suitable for fungi quantification. The samples were obtained at two

<sup>1</sup> Bacharel em Ciências Biológicas, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas (ICTA), Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), [edivaldomirandant@gmail.com](mailto:edivaldomirandant@gmail.com)

<sup>2</sup> Farmacêutica, MSc. em Ciência de Alimentos, Doutoranda em Ciência de Alimentos da Universidade Federal da Bahia (UFBA), [lene\\_ufba@hotmail.com](mailto:lene_ufba@hotmail.com)

<sup>3</sup> Engenheiro de Pesca, MSc. em Ciência de Alimentos, Dr. em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, Docente do ICTA, UFOPA, [herlon.atayde@ufopa.edu.br](mailto:herlon.atayde@ufopa.edu.br) (autor para correspondência)



fairs in Santarém and the analysis was carried out in four culture media: Potato Dextrose Agar, Rose Bengal Agar, Glycerol Agar 18% and Sabouraud Agar, all supplemented with 0.01% chloramphenicol (w/v). Fungal contamination was above the recommended limit in the piracuí sold in Santarém. This contamination was statistically higher in one of the markets and in the rainy season. Among sellers, fungal contamination rates also varied statistically in each sampling period, but none presented values lower than others throughout the sampling period. Furthermore, the culture media influenced the detection of this contamination, and Potato and Sabouraud were the most efficient culture media and therefore, are recommended for quantification of the contaminating mycobiota of piracuí.

**Keywords:** Mycobiota; Flour; Contamination; Protein foods; Fish Protein Concentrate

## 1. Introdução

Entre os derivados de peixe característicos da região Norte do Brasil, o piracuí é um concentrado proteico popularmente reconhecido como “farinha de peixe” e é produzido geralmente a partir do beneficiamento artesanal do acari (*Pterygoplichthys pardalis*), que é uma das espécies preferenciais e abundantes na pesca do Baixo Amazonas (Nunes et al. 2013; Silva-Junior et al. 2017; Lima et al. 2019).

O piracuí é habitualmente comercializado em recipientes sem tampa, fator que o expõe a poeiras, insetos, umidade ambiental, gotículas de salivas, bioaerossóis entre outros agentes contaminantes (Braga et al. 2020).

Entre esses contaminantes, alguns fungos microscópicos (*Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, *Fusarium graminearum*, *Penicillium verrucosum*, entre outros) são produtores de micotoxinas, e uma vez que a maioria delas são termorresistentes, a forma mais eficaz de evitar sua produção é através do controle do crescimento fúngico (Corominas e Almenar 2017).

O desconhecimento pelos produtores das orientações contidas na Portaria nº 3250 de 01 de setembro de 2018, que estabelece o Regulamento Técnico de Produção da Farinha de Pescado tipo Piracuí (ADEPARÁ 2018), agrava essa situação.

Para a quantificação da contaminação de fungos em alimentos, incluindo o piracuí, amostras analíticas são preferencialmente inoculadas na superfície do meio de cultura sólido, e a contagem direta das colônias desenvolvidas é utilizada para estimar a quantidade de células viáveis em uma cultura ou processo fermentativo (Vieira e Fernandes 2012), sendo rotineiramente utilizados os meios de cultura Ágar Batata Dextrose e Ágar Dicloran Rosa Bengala Cloranfenicol (Alborch et al. 2012; Al-Saadi et al. 2021; Mukaro 2021).

Considerando a importância alimentícia regional e as condições atuais de comercialização do piracuí, e diante da ausência de dados sobre procedimentos analíticos micológicos específicos para esse substrato, o presente trabalho teve como objetivos quantificar a micobiota contaminante do piracuí vendido nas feiras de Santarém (PA) em dois períodos pluviométricos – chuvoso e estiagem (inverno e verão amazônico, respectivamente), indicar se as condições climáticas regionais afetam essa contaminação, investigar diferenças de contaminação entre as feiras e vendedores e apontar qual o meio de cultura é mais adequado qual tal quantificação.



## 2. Material e Método

*Aquisição e amostragem do piracuí:* Foram obtidas 12 amostras da farinha de piracuí em dois principais pontos de comercialização desse produto na cidade de Santarém, município situado à margem direita do Rio Tapajós, no Oeste do Estado do Pará.

As coletas foram realizadas em duas feiras – Feira 1 (F1) e Feira 2 (F2) – em dois períodos pluviométricos – chuvoso (entre Dezembro de 2019 e Janeiro de 2020) e estiagem (entre Julho e Agosto de 2021).

Todas as coletas foram realizadas em pontos fixos de comercialização (vendedores escolhidos em pontos equidistantes na feira livre). Foram coletados em cada vendedor (aqui denominados B, de banca de venda) três amostras de piracuí do tipo escolhido, ou seja, o produto farináceo com menor quantidade de ossos e placas ósseas ou escamas quando comparado ao tradicional.

No primeiro período pluviométrico foram aleatoriamente escolhidas as bancas de venda em cada ponto de comercialização, totalizando três na F1 (F1B1, F1B2, F1B3) e duas na F2 (F2B1, F2B2), respectivamente, sendo essas bancas repetidas no segundo período. Ao final, foram obtidas quinze amostras (sendo nove em F1 e seis em F2) em cada período pluviométrico, totalizando trinta amostras ao final da pesquisa.

As amostras foram coletadas de acordo com as condições reais de venda do produto. O piracuí é vendido "a granel" em feira livre, exposto ao ambiente em sacas ou outros artefatos grandes. No momento da coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos fornecidos pelos comerciantes, identificadas e transportadas em temperatura ambiente para o Laboratório de Ensino Multidisciplinar em Recursos Aquáticos – LEMRA da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA para, imediatamente, serem executadas as análises microbiológicas.

*Preparo das amostras e realização das análises micológicas:* No Laboratório, as amostras foram submetidas a contagem de fungos filamentosos e unicelulares por meio da técnica de semeadura em superfície utilizando o método tradicional de contagem em placas, determinando o número de unidades formadoras de colônias por grama (UFC/g) de farinha de piracuí, de acordo com a metodologia descrita pela *American Public Health Association* (APHA 2001) e Silva et al. (2017).

Para tanto, em condições assépticas, a superfície externa de cada amostra foi desinfetada com álcool 70%. Em seguida, cada trio de amostras de cada banca foi misturado, formando uma amostra composta, totalizando cinco amostras compostas por período pluviométrico.

Cada amostra composta foi submetida à técnica de quarteamento, para retirada de 25 g (Brasil 1991) de amostra analítica, em triplicata, totalizando quinze amostras analíticas ao final de cada período pluviométrico. Esse quantitativo foi adicionado em 225 mL de água peptonada 0,1% (p/v) suplementada com Tween 80 0,05% (p/v), submetida à agitação manual, obtendo-se diluições sucessivas até  $10^{-4}$ .

Das três últimas diluições foram retirados 100 µL para semeadura na superfície dos meios de cultura Ágar Rosa Bengala (RBA), Ágar Glicerol 18% (G18), Ágar Batata Dextrose (BDA) e Ágar Sabouraud Dextrose (SDA), todos compostos no laboratório, suplementados com cloranfenicol 0,01%, esterilizados e previamente distribuídos em placas de Petri. Em seguida as amostras foram incubadas em temperatura ambiente ( $25\pm 1$  °C) (Martins e Martins 2001; Atayde, Silva e Teixeira 2005). Todos esses procedimentos foram efetuados em triplicata.

A contagem das colônias fúngicas foi efetuada a cada 24 horas, durante sete dias, obtendo-se o total de unidades formadoras de colônias (UFC) por placa, o qual foi

utilizado para o cálculo de UFC/g conforme a metodologia ISO 7218:2019 (Silva et al. 2017).

**Análise estatística:** Os dados brutos de cada banca foram submetidos à estatística descritiva (determinação de média e desvio padrão, por exemplo). Devido a não-normalidade desses dados, foram aplicados testes estatísticos inferenciais não-paramétricos.

Utilizou-se o teste Mann-Whitney para comparação da contaminação fúngica entre os períodos pluviométricos (chuvoso vs estiagem), entre as feiras em cada período pluviométrico (por exemplo, F1 no chuvoso vs F2 no chuvoso), entre as feiras por cada meio e em cada período pluviométrico (por exemplo, em F1 no período chuvoso usando RBA vs em F2 no período chuvoso usando RBA; em F1 no período chuvoso usando G18 vs em F2 no período chuvoso usando G18; etc.).

Utilizou-se o teste Kruskal-Wallis para comparação da contaminação entre vendedores (B1F1 vs B2F1 vs B3F1 vs B1F2 vs B2F2) em cada período pluviométrico e da contaminação obtida entre meios de cultura (RBA vs G18 vs BDA vs SDA) em cada período pluviométrico.

Em todos os testes foi utilizado o nível de 5% de significância. Toda a análise estatística foi efetuada por meio do programa PAST 3.14 (Hammer, Harper e Ryan 2001).

### 3. Resultados e Discussão

Os resultados das análises realizadas no presente estudo, para avaliar a quantificação de fungos em amostras de piracuí comercializadas a granel em feiras livres na cidade de Santarém – PA, em cada período pluviométrico e por locais de amostragem, estão representados na Tabela 1.

**Tabela 1 – Contaminação por fungos em amostras de piracuí comercializada em duas feiras municipais na cidade de Santarém – PA, Brasil, em dois períodos pluviométricos (chuvoso e estiagem).**

Fatores		Contaminação (em UFC/g) em cada período pluviométrico					
Feira	Banca	Por período		Por feiras		Por bancas	
		Chuvoso	Estiagem	Chuvoso	Estiagem	Chuvoso	Estiagem
Ambas as feiras		$3,6 \times 10^6$ <sup>A</sup>	$1,6 \times 10^6$ <sup>B</sup>	-	-	-	-
F1*		-	-	$2,6 \times 10^6$ <sup>d</sup>	$1,3 \times 10^6$ <sup>g</sup>	-	-
	B1**	-	-	-	-	$2,7 \times 10^6$ <sup>j</sup>	$3,2 \times 10^4$ <sup>m</sup>
	B2**	-	-	-	-	$9,2 \times 10^4$ <sup>k</sup>	$6,7 \times 10^5$ <sup>n</sup>
	B3**	-	-	-	-	$5,0 \times 10^6$ <sup>j</sup>	$3,2 \times 10^6$ <sup>n</sup>
F2*		-	-	$5,1 \times 10^6$ <sup>e</sup>	$2,1 \times 10^6$ <sup>g</sup>	-	-
	B1**	-	-	-	-	$7,8 \times 10^6$ <sup>j</sup>	$2,6 \times 10^6$ <sup>n</sup>
	B2**	-	-	-	-	$2,5 \times 10^6$ <sup>j</sup>	$1,5 \times 10^6$ <sup>n</sup>

Legenda: \*F1 = Feira 1, F2 = Feira 2; \*\*B1 = banca de venda 1, B2 = banca de venda 2, B3 = banca de venda 3. Nota: Há diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) quando ocorrer duas letras iguais, sequenciais e sobreescritas maiúsculas na mesma linha ou minúsculas na mesma coluna.

Todas as amostras de piracuí analisadas apresentaram contaminação por fungos, com predominância de contagens acima de  $10^6$  UFC/g. As legislações sanitárias vigentes – RDC nº 724, de 1º de julho de 2022 que dispõe sobre os padrões microbiológicos dos alimentos (Brasil 2022b) e a Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022 que estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos (Brasil 2022a) – não estabelecem um limite para contagens de fungos para qualquer produto farináceo à base de peixe, entretanto para as outras categorias de alimentos similares em que são exigidas essas análises, são aceitáveis limites de até  $10^4$  UFC/g (Brasil 2022a; 2022b). Dessa forma, os valores encontrados no presente estudo configuram o piracuí como um alimento potencialmente prejudicial à saúde do consumidor.



Na pesquisa de fungos anemófilos executada por Silva et al. (2009) em Mato Grosso, região Sul da Amazônia Legal, em dois períodos climáticos distintos, foi detectada maior incidência no período da estiagem. A partir dessa perspectiva, esperava-se uma maior contaminação do piracuí na estiagem em Santarém, o que não ocorreu.

Por período pluviométrico, a menor média de contagem foi detectada na estiagem quando comparado ao chuvoso, independente do meio de cultura utilizado. Essa contaminação apresentou diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,007963$ ) e isso confirma que a sazonalidade é capaz de influenciar nessa contaminação.

Segundo Rodrigues, Almeida-Filho e Savay-da-Silva (2017), a proliferação dos fungos em alimentos na região Norte do Brasil é comum devido a temperatura e umidade elevadas desse local, os quais influenciam diretamente no crescimento fúngico. Araújo et al. (2017) citam que a umidade do ar aumenta no período chuvoso, e Abiala et al. (2020), analisando peixes artesanalmente defumados na Nigéria ao longo de seis semanas, comprovou a relação direta entre o aumento do índice de umidade no alimento, ocorrido por absorção da umidade do ar, e o incremento da contaminação fúngica.

Para o piracuí comercializado em Santarém é facilmente perceptível a exposição inadequada na maioria das feiras livres amazônicas, e isto também foi constatado por Costa et al. (2019). Sugere-se então que essa exposição inadequada em associação com a maior umidade do ar no período chuvoso favoreceu a absorção dessa umidade pelo piracuí e propiciou a maior viabilidade celular e/ou contaminação pelos fungos.

Por feiras, a contaminação também apresentou diferenças estatisticamente significativas ( $p = 0,02041$ ) somente no período chuvoso, e todos os índices nesse período foram superiores ao período da estiagem. Portanto, outros fatores não monitorados nessa pesquisa, (por exemplo a drenagem de águas pluviais, a rotina de limpeza geral e a frequência de consumidores maior/melhor em F1 do que em F2) parecem influenciar nessa pesquisa e merecem atenção em futuras investigações.

Quanto à contaminação por bancas (vendedores) em cada período pluviométrico, foram obtidas diferenças estatisticamente significativas em ambos ( $p$ -valor do chuvoso = 0,00005;  $p$ -valor da estiagem = 0,00669) e todas elas foram tendenciadas por vendedores da F1, com menor contaminação. Adicionalmente, os pesquisadores constataram em F1 mais expositores contendo alguma tampa ou cobertura e melhor conservação e limpeza da estrutura física das bancas de venda. A menor frequência ou ausência dessas condições em F2, ou ainda outros fatores não monitorados nessa pesquisa (como a altura do expositor em relação ao chão, a maior incidência de respingos pluviais, a incidência de ventos, entre outros) possivelmente desfavoreceram o piracuí aí vendido, o qual majoritariamente apresentou os maiores índices de contaminação.

Na Tabela 2 constam os índices de contaminação fúngica das amostras de piracuí obtidas em cada banca (vendedor) e em cada meio de cultura.

Nenhum dos meios de cultura apresentou contaminação fúngica geral inferior ao limite recomendado por Brasil (2022a; 2022b) e Silva-Junior et al. (2017).

Em peixes desidratados ao Sol, a contaminação fúngica foi quantificada por diversos autores e, entre eles, os dados de Al-Saadi et al. (2021) em Oman e por Gutema and Hailemichael (2021) na Etiópia apresentaram UFC/g variando de  $2,5 \times 10^2$  até  $3,6 \times 10^4$  e de  $2,7 \times 10^3$  até  $8,2 \times 10^5$ , respectivamente. Outros produtos à base de pescado similares ao piracuí em textura fibrilar e processamento não foram encontrados na literatura científica disponível.



Na região Norte do Brasil, índices de contaminação superiores ao padrão recomendado também foram detectados por Santos e Freitas (2004) e Nunes et al. (2013) no piracuí e no pirarucu salgado-seco, respectivamente. Considerando a forma de exposição similar desses produtos nas feiras locais, esses dados implicam na carência de cuidados higiênico-sanitários na produção e/ou venda deles em diversas feiras dessa região.

É frequente a indicação ou o uso do RBA na análise de fungos em alimentos porque o corante rosa bengala contido nesse meio reduz o crescimento radial das colônias, desacelerando a dispersão daqueles fungos filamentosos de crescimento mais acelerado. Tal supressão propicia que as colônias cresçam mais isoladas entre si, permitindo a visualização das leveduras e dos demais filamentosos contaminantes de crescimento mais lento (King, Hocking e Pitt, 1979). Por exemplo, na análise de farinha de milho para consumo humano executada por Alborch et al. (2012), o uso desse meio de cultura permitiu quantificar maior número de contaminantes fúngicos do que nos demais meios utilizados na sua pesquisa, incluindo G18. Em oposição, nessa pesquisa com piracuí, outro alimento seco, outros meios de cultura sólidos exceto o RBA foram mais eficientes para essa expressão numérica.

Estatisticamente, houve influência dos meios de cultura na quantificação dessa micobiota em ambos os períodos pluviométricos (p-valor do chuvoso = 0,00081; p-valor da estiagem = 0,01057).

Askun (2007) aponta que a utilização do corante rosa bengala suprime somente o tamanho e altura das colônias fúngicas, mas não cita a diminuição quantitativa delas. Na presente pesquisa com piracuí, além dessa supressão radial (menores diâmetros das colônias, perceptíveis à olho nu), também foram constatadas menos UFC's/g em todas as amostras analisadas com RBA.

Beuchat (2003) e Taniwaki e Silva (2001) citam que o meio de cultura adequado para a determinação/quantificação da micobiota contaminante de alimentos não deve inibir a germinação de esporos fúngicos. Na presente pesquisa, quando comparados os índices de UFC entre os diferentes meios utilizados, constatou-se que o RBA e G18 inibiram essa germinação fúngica porque menos UFC's foram constatadas. Estima-se que o crescimento fúngico suprimido nesses dois meios de cultura foi ocasionado pela concentração de fosfato monopotássico ou da glicose.

Quanto ao fosfato monopotássico, Arslan (2015) inibiu a germinação *in vitro* de fitopatógenos utilizando concentrações a partir de 0,50 %. Apesar desses dois meios dessa pesquisa apresentarem 0,10 % desse fosfato, insuficiente para causar inibição de fitopatógenos, análises complementares necessitam ser efetuadas para apontar se essa concentração é suficiente para inibir fungos contaminantes de alimentos.

Quanto a glicose, esses dois meios dessa pesquisa apresentam tal composto em concentração de 1,0 %. Para a produção de biomassa de *Penicillium scabrosum*, Barboráková et al. (2012) obtiveram a maior produção ao empregar 3,0 % de glicose em BDA. Essa constatação permite inferir que os meios G18 e o RBA não possuem concentração de açúcar suficiente para o adequado crescimento dos contaminantes fúngicos do piracuí, ao contrário do BDA e SDA (2,0 e 4,0 %, respectivamente) utilizados nessa pesquisa.

Além disso, o G18 foi desenvolvido para enumerar fungos xerofílicos não fastidiosos em alimentos com baixa atividade de água, apesar de suportar o crescimento dos demais tipos filamentosos e unicelulares (Hocking and Pitt, 1980). Portanto, em análises futuras do piracuí, a determinação da atividade de água é um teste importante para qualificação do alimento e dos contaminantes ali existentes.

Considerando os meios de cultura utilizados e a diferença de composição entre eles, havia expectativa que alguma diferença na quantificação dos contaminantes fúngicos, entre outros fatores, fosse observada. Nessa pesquisa, quando comparados aos demais meios utilizados, os fungos contaminantes do piracuí iniciaram mais cedo seu crescimento em dois meios de cultura – SDA (em dois dias) e BDA (em três dias), e conseqüentemente a sobreposição de colônias também. Adicionalmente, os maiores quantitativos médios de UFC's obtidos nesses meios de cultura indicam aparente não supressão da germinação dos esporos fúngicos contaminantes desse alimento.

Tabela 2 – Contaminação fúngica em amostras de piracuí comercializado em Santarém-PA, Brasil, em dois períodos do ciclo pluviométrico anual, por vendedores e por meio de cultura.

Feira	Banca	Meios de cultura								
		RBA <sup>1</sup>		G18 <sup>2</sup>		BDA <sup>3</sup>		SDA <sup>4</sup>		
		Período pluviométrico								
		Chuv	Est	Chuv	Est	Chuv	Est	Chuv	Est	
Contagem de Bolores e Leveduras (em UFC/g)										
[F1]*	B1**	5,4x10 <sup>4</sup>	2,8x10 <sup>4</sup>	1,1x10 <sup>6</sup>	5,0x10 <sup>3</sup>	1,1x10 <sup>6</sup>	4,5x10 <sup>4</sup>	1,1x10 <sup>6</sup>	7,6x10 <sup>4</sup>	
		1,2x10 <sup>4</sup>	1,1x10 <sup>4</sup>	1,1x10 <sup>6</sup>	2,1x10 <sup>4</sup>	1,6x10 <sup>6</sup>	4,0x10 <sup>4</sup>	1,6x10 <sup>6</sup>	8,8x10 <sup>4</sup>	
		7,0x10 <sup>5</sup>	5,0x10 <sup>3</sup>	6,7x10 <sup>6</sup>	1,6x10 <sup>3</sup>	7,1x10 <sup>6</sup>	2,3x10 <sup>4</sup>	9,8x10 <sup>6</sup>	3,0x10 <sup>4</sup>	
	B2**	3,3x10 <sup>1</sup>	6,6x10 <sup>3</sup>	4,6x10 <sup>2</sup>	6,8x10 <sup>5</sup>	4,4x10 <sup>3</sup>	8,3x10 <sup>5</sup>	5,4x10 <sup>4</sup>	3,5x10 <sup>5</sup>	
		2,2x10 <sup>4</sup>	3,1x10 <sup>4</sup>	1,0x10 <sup>4</sup>	3,5x10 <sup>5</sup>	7,6x10 <sup>3</sup>	1,9x10 <sup>6</sup>	3,3x10 <sup>4</sup>	5,2x10 <sup>5</sup>	
		3,9x10 <sup>5</sup>	1,6x10 <sup>3</sup>	1,4x10 <sup>5</sup>	3,1x10 <sup>5</sup>	5,0x10 <sup>4</sup>	1,6x10 <sup>6</sup>	3,7x10 <sup>5</sup>	1,3x10 <sup>6</sup>	
	B3**	3,1x10 <sup>4</sup>	1,6x10 <sup>3</sup>	1,1x10 <sup>6</sup>	1,5x10 <sup>6</sup>	1,1x10 <sup>6</sup>	3,6x10 <sup>6</sup>	1,1x10 <sup>6</sup>	9,1x10 <sup>6</sup>	
		3,0x10 <sup>4</sup>	< 10 <sup>1</sup> ***	1,6x10 <sup>6</sup>	1,2x10 <sup>6</sup>	1,6x10 <sup>6</sup>	5,3x10 <sup>5</sup>	1,6x10 <sup>6</sup>	7,0x10 <sup>6</sup>	
		2,3x10 <sup>6</sup>	3,3x10 <sup>3</sup>	1,6x10 <sup>7</sup>	1,2x10 <sup>6</sup>	1,6x10 <sup>7</sup>	1,4x10 <sup>6</sup>	1,6x10 <sup>7</sup>	9,5x10 <sup>7</sup>	
<b>Geral F1 por meio</b>		4,0x10 <sup>5</sup> a, A	1,0x10 <sup>4</sup> c, C	3,2x10 <sup>6</sup> a, E	6,1x10 <sup>5</sup> d, G	3,3x10 <sup>6</sup> a, I	1,1x10 <sup>6</sup> d, K	3,6x10 <sup>6</sup> a, M	3,4x10 <sup>6</sup> d, O	
[F2]*	B1**	8,2x10 <sup>5</sup>	< 10 <sup>1</sup> ***	1,3x10 <sup>6</sup>	4,4x10 <sup>5</sup>	6,5x10 <sup>6</sup>	5,9x10 <sup>6</sup>	1,4x10 <sup>7</sup>	5,2x10 <sup>6</sup>	
		3,0x10 <sup>5</sup>	1,6x10 <sup>3</sup>	1,1x10 <sup>6</sup>	2,9x10 <sup>5</sup>	1,5x10 <sup>7</sup>	1,1x10 <sup>7</sup>	1,3x10 <sup>7</sup>	4,0x10 <sup>5</sup>	
		7,0x10 <sup>5</sup>	< 10 <sup>1</sup> ***	6,9x10 <sup>6</sup>	4,5x10 <sup>5</sup>	1,6x10 <sup>7</sup>	4,5x10 <sup>5</sup>	1,6x10 <sup>7</sup>	4,4x10 <sup>6</sup>	
	B2**	6,0x10 <sup>5</sup>	1,7x10 <sup>5</sup>	3,5x10 <sup>6</sup>	1,1x10 <sup>5</sup>	3,8x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>6</sup>	4,1x10 <sup>6</sup>	5,5x10 <sup>6</sup>	
		4,2x10 <sup>5</sup>	2,7x10 <sup>5</sup>	4,6x10 <sup>6</sup>	3,9x10 <sup>5</sup>	4,6x10 <sup>6</sup>	6,8x10 <sup>5</sup>	6,5x10 <sup>6</sup>	1,3x10 <sup>5</sup>	
		3,9x10 <sup>5</sup>	9,9x10 <sup>5</sup>	1,4x10 <sup>5</sup>	8,4x10 <sup>5</sup>	6,6x10 <sup>4</sup>	6,6x10 <sup>6</sup>	3,7x10 <sup>5</sup>	9,5x10 <sup>5</sup>	
	<b>Geral F2 por meio</b>		5,4x10 <sup>5</sup> a, A	2,4x10 <sup>5</sup> c, C	3,0x10 <sup>6</sup> a, E	4,2x10 <sup>5</sup> c, d, G	7,8x10 <sup>6</sup> a, I	4,3x10 <sup>6</sup> e, K	9,3x10 <sup>6</sup> a, M	3,2x10 <sup>6</sup> d, e, O

Legenda: \*[F1]= Feira 1, [F2]= Feira 2; \*\* B1= Banca de venda 1, B2= Banca de venda 2, B3= Banca de venda 3; RBA<sup>1</sup>= Ágar Rosa Bengala; G18<sup>2</sup>= Ágar Glicerol 18%; BDA<sup>3</sup>= Ágar Batata Dextrose; SDA<sup>4</sup>= Ágar Sabouraud Dextrose (todos foram suplementados com cloranfenicol 0,01%.) \*\*\*<10<sup>1</sup>: Não houve crescimento de colônias na menor diluição utilizada.

Nota: Para a contaminação geral por meio, há diferenças estatisticamente significativas entre as médias quando abaixo delas aparecem letras minúsculas consecutivas e diferentes na mesma linha (na mesma feira e período pluviométrico, entre os diferentes meios de cultura) ou letras maiúsculas consecutivas e diferentes na mesma coluna (no mesmo meio de cultura e período pluviométrico, entre as diferentes feiras).

Essa diferença de desempenho dos meios na quantificação dos fungos do piracuí também pode ser atribuída por fatores intrínsecos ao meio em associação aos contaminantes ali existentes. Beuchat e Mann (2016) apontam que a diferença de desempenho de meios de cultura pode ser atribuída à capacidade do meio propiciar a



recuperação de esporos e hifas fúngicas em diferentes estados de debilitação, estas causadas por baixa atividade de água, pH extremo, aeração diminuída, exposição à temperaturas extremas, antimicóticos naturais e outros fatores de estresse. Então, o SDA e o BDA talvez atendam melhor essa necessidade dos microrganismos existentes no piracuí.

Portanto, caso se pretenda a enumeração da contaminação por fungos no piracuí, os meios BDA ou SDA são os mais indicados. Sob outro enfoque, caso se pretenda a identificação dos isolados fúngicos, recomenda-se o acompanhamento diário do crescimento microbiano, sendo a coleta da amostra executada logo que a colônia se apresente adequada para os fins da pesquisa e antes dessa sobreposição de colônias. Em ambos os casos, a placa do isolamento primário deverá ser mantida invertida e permanecerá assim até o período máximo de incubação, quando serão quantificadas as UFC's/placa.

Apesar de Pontes e Ceballos (2012) apontarem que é impossível evitar a presença de fungos devido sua disseminação no ambiente, a minimização de sua contaminação em alimentos deve ser preocupação de todos, uma vez que os bioaerossóis fúngicos transportados pelo ar podem provocar riscos potenciais à saúde humana. As condições insalubres de exposição relatadas por Braga et al. (2020) na comercialização do piracuí, que também foram visualizadas nessa pesquisa, devem ser solucionadas visando a qualidade desse alimento.

O armazenamento inadequado do piracuí também pode resultar nas características relatadas por Rasul et al. (2022) em peixe seco: a contaminação por fungos micotoxigênicos, sendo algumas dessas toxinas bastante deletérias à saúde humana; a infestação de insetos e microrganismos carreados por eles, capazes de alterar as propriedades sensoriais e degradação de nutrientes, entre outras. Tais características são comprometedoras da qualidade do alimento e necessitam de atenção.

#### **4. Conclusão**

Todas as amostras de piracuí analisadas apresentaram contaminação por fungos em ambos os períodos pluviométricos analisados, com predominância de contagens acima dos padrões estabelecidos. Por feiras, somente no período chuvoso houve influência de fatores climáticos nessa contaminação, e todos os índices nesse período foram superiores ao período da estiagem. Em cada período pluviométrico houve diferença dessa contaminação entre diferentes vendedores, suscitando que fatores particulares a eles são interferentes importantes nessa contaminação. Para determinar a contaminação fúngica geral em piracuí de forma mais eficiente, os dados obtidos nessa pesquisa permitem recomendar a utilização dos meios BDA ou SDA suplementados com cloranfenicol, desaconselhando-se o uso dos meios G18 ou RBC.

#### **Agradecimentos**

Para a UFOPA, pela sua infraestrutura e pessoal, especialmente Waldinete de Fátima Freitas Lobato e Djanira Rodrigues Leão Peleja, técnicas de laboratório.

#### **Divulgação**

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. O(s) autor(es) e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.



## Referências

- Abiala, Moses A., Abiola M. Okusanya, Afolake A. Olanbiwoninu, Opeyemi A. Abiala, and Francis H. Ibadin. 2020. "Myco-deterioration of smoke-dried African catfish (*Clarias gariepinus*) stored at ambient temperature." *Microbiology Research Journal International* 30 (11): 42–52. <https://doi.org/10.9734/mrji/2020/v30i1130282>.
- ADEPARÁ. 2018. *Regulamento Técnico de Produção da Farinha de Pescado Tipo Piracuí e das Outras Provisões*. <http://www.adepara.pa.gov.br/portaria-adepara-nº-3250>.
- Al-Saadi, Aaisha K., Abdulrahim M. Al-Ismaili, Mohammed Al-Ruzeiki, and Ismail M. Al-Bulushi. 2021. "Microbiological assessment of locally dried fish in Oman: technical note." *Journal of Agricultural and Marine Sciences* 26 (1): 53–56. <https://doi.org/10.24200/jams.vol26iss1pp53-56>.
- Alborch, L., M. R. Bragulat, G. Castellá, M. L. Abarca, and F. J. Cabañes. 2012. "Mycobiota and mycotoxin contamination of maize flours and popcorn kernels for human consumption commercialized in Spain." *Food Microbiology* 32 (1): 97–103. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2012.04.014>.
- APHA - Association, American Public Health. 2001. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. 1st ed. WASHINGTON D. C.
- Araújo, José Anchieta de, Andressa Fernandes Monção, Romero Kadran, and Rodrigues Vieira. 2017. "Avaliação bioclimática para frangos de corte na época das chuvas na região sudeste do estado do Pará" *Agroecossistemas* 9 (1): 180–88.
- Arslan, Umit. 2015. "Evaluation of antifungal activity of mono and dipotassium phosphates against phytopathogenic fungi." *Fresenius Environmental Bulletin* 24 (3): 810–16.
- Askun, Tulin. 2007. "Comparison of two medium according to mould enumeration and recovered species from wheat and feed." *Journal of Applied Biological Sciences* 1 (3): 37–42.
- Atayde, Hérlon Mota;, Antônio José Inhamus da; Silva, and Maria Fransisca Simas. Teixeira. 2005. "Micobiota presente em pescado processado, comercializado na cidade de Manaus, Amazonas." *Revista Higiene Alimentar* 19: 89–93.
- Barboráková, Zuzana, Roman Labuda, Georg Häubl, and Dana Tančinová. 2012. "Effect of glucose concentration and growth conditions on the fungal biomass, pH of media and production of fumagillin by a non-pathogenic strain *Penicillium scabrosum*." *Journal of Microbiology* 1 (4): 466–77.
- Beuchat, Larry R. 2003. "Media for detecting and enumerating yeasts and moulds." In *Handbook of Culture Media for Food Microbiology*, 37:369–85. [https://doi.org/10.1016/S0079-6352\(03\)80025-5](https://doi.org/10.1016/S0079-6352(03)80025-5).
- Beuchat, L. R., and Mann, DA. 2016. "Comparison of New and Traditional Culture-Dependent Media for Enumerating Foodborne Yeasts and Molds." *Journal of Food Protection* 79 (1): 95–111. <https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-15-357>.
- Braga, Tony Marcos Porto, Jaciara da Costa Marinho, Ericleya Mota Marinho Lima, Graciene do Socorro Taveira Fernandes, and Hérlon Mota Atayde. 2020. "Comércio da farinha de peixe (piracuí): um produto de importância econômica para cidade de Santarém, Pará, Brasil" *Brazilian Journal of Development* 6 (9): 72407–17. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n9-621>.
- Brasil. 1991. *Portaria Nº 108, de 04 de Setembro de 1991 Aprova os Métodos Analíticos para Controle de Alimentos para Uso Animal. Diário Oficial Da União (DOU)*.
- . 2022a. *Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa Nº 161, de 1º de Julho de 2022 Estabelece os Padrões Microbiológicos dos Alimentos. Diário Oficial Da União (DOU)*.
- . 2022b. *Resolução RDC Nº 724, de 1º de Julho de 2022 Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. Diário Oficial Da União (DOU)*.
- Corominas, Arnau Vidal, and Vicent Sanchis Almenar. 2017. "Mycotoxins: Presence and Stability during Processing of Cereal Based Food". Tesis doctoral. Universitat de Lleida. <http://hdl.handle.net/10803/404911>



Costa, Lindalva de Melo Ferreira da, Ana Célia Vasconcelos Lages, Jaqueline Freitas do Nascimento, Anne do Socorro Santos da Silva, and Antonio Carlos Souza da Silva Júnior. 2019. "Desenvolvimento, avaliação físico-química e microbiológica da farinha de Tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818)." *Pubvet* 13 (8): 1–7. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n8a388.1-7>.

Gutema, Bezuayehu, and Fikadu Hailemichael. 2021. "Microbial quality of traditionally dried fish products from selected parts of Ethiopia." *Frontiers in Environmental Microbiology* 7 (1): 1. <https://doi.org/10.11648/j.fem.20210701.11>.

Hammer, Øyvind, David A.T. Harper, and Paul D. Ryan. 2001. "Past: paleontological statistics software package for education and data analysis." *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 1–9.

Hocking, A D, and J I Pitt. 1980. "Dichloran-Glycerol Medium for Enumeration of Xerophilic Fungi from Low-Moisture Foods." *Applied and Environmental Microbiology* 39 (3): 488–92. <https://doi.org/10.1128/aem.39.3.488-492.1980>.

King, A D, A D Hocking, and J I Pitt. 1979. "Dichloran-Rose Bengal Medium for Enumeration and Isolation of Molds from Foods." *Applied and Environmental Microbiology* 37 (5): 959–64. <https://doi.org/10.1128/aem.37.5.959-964.1979>.

Lima, Ericleya Mota Marinho, Paulo Roberto Brasil Santos, Tony Marcos Porto Braga, and David Gibbs McGrath. 2019. "A pesca de acari (*Pterygoplichthys pardalis*) na várzea do Baixo Amazonas, Pará, Brasil: Aspectos Estruturais e Socioeconômicos." *Gaia Scientia* 13 (4). <https://doi.org/10.22478/ufpb.1981-1268.2019v13n4.48781>.

Martins, H M, and M L Martins. 2001. "Qualidade micológica de rações para bovinos (Portugal : 1996-1999)." *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias* 96: 1996–99.

Mukaro, Joe Phaeton. 2021. "Microbial assessment of dried fish sold in streets and supermarkets in Harare central business district: Zimbabwe." *Texila International Journal of Academic Research* 8 (2): 23–35. <https://doi.org/10.21522/tijar.2014.08.02.art004>.

Nunes, Emília do Socorro Conceição de Lima, Ruth Helena Falesi Palha de Moraes Bittencourt, Moacir Cerqueira da Silva, Eliane Teixeira Márciso, and Robson Maia Franco. 2013. "Avaliação da qualidade do camarão salgado seco (aviú) e da farinha de peixe (piracuí) comercializados em mercados varejistas da cidade de Belém, Pará." *Revista do Instituto Adolfo Lutz* 72 (2): 147–54. <https://doi.org/10.18241/0073-98552013721556>.

Pontes, Camila Grisi Correia, and Beatriz Susana Ovruski de Ceballos. 2012. "Identificação de fungos contaminantes em farinha de mandioca (*Manihot esculenta* CRANTZ)." *Universidade Estadual da Paraíba*, 1–37. <http://dspace.bc.uepb.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/2826>.

Rasul, M. G., C. Yuan, K. Yu, K. Takaki, and A. K.M.A. Shah. 2022. "Factors influencing the nutritional composition, quality and safety of dried fishery products." *Food Research* 6 (5): 444–66. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.6\(5\).730](https://doi.org/10.26656/fr.2017.6(5).730).

Rodrigues, Mayara Lima Ribeiro, Edivaldo Sampaio de Almeida-Filho, and Luciana Kimie Savay-da-Silva. 2017. "Qualidade nutricional, microscópica e sanitária de ` farinha ´ de piracuí comercializada em Belém – PA." *Gaia Scientia*, 65: 51-61.

Santos, Joselito R C dos, and José de Arimatéa Freitas. 2004. "Características e qualidade de um produto derivado de peixe denominado `piracuí`." *Revista de Ciências Agrárias (UFRA)*, 41: 47–56. [http://www.ufra.edu.br/editora/downloads/revista\\_de\\_ciencia\\_agraria\\_41.pdf](http://www.ufra.edu.br/editora/downloads/revista_de_ciencia_agraria_41.pdf).

Silva-Junior, Antonio Carlos Souza, Anne do Socorro Santos da Silva, Nádia Rosana Matos Soares, Gediane Ribeiro de Moraes, Cleideane Monteiro de Sousa, and Jaqueline Freitas do Nascimento. 2017. "Caracterização físico-química e avaliação microbiológica de concentrado proteico de peixe comercializado em feiras livres da cidade de Macapá-AP." *Biota Amazônia* 7 (3): 33–36.

Silva, Fernanda Pereira, Wandreilla Moreira Garcia, Ilio Fealho, and De Carvalho Rivanildo. 2009. "Sazonalidade de *Cladosporium* sp. (fungo anemófilo) na cidade de Tangará da Serra-MT em função dos fatores ambientais no período de um ano." *Segunda Jornada Científica UEMG*.



Ciências Biológicas

**Scientia Amazonia, v. 12, n.1, B13-B23, 2023**

Revista on-line <http://www.scientia-amazonia.org>

<https://doi.org/10.5281/zenodo.8034710> - ISSN:2238.1910

Silva, N., V.C.A. Junqueira, N.F.A. Silveira, M.H. Taniwaki, R.A.R. Gomes and M.M.O. Okazaki. 2017. *Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água*. Edited by Blucher. 5th ed.

Taniwaki, Marta Hiromi, and Neusely da Silva. 2001. *Fungos em Alimentos: Ocorrência e Detecção*. 1st ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos.

Vieira, D. A. P., and N. C. A. Q. Fernandes. 2012. *Microbiologia Aplicada*. 1st ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria.