

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS**

**Estudo da ingestão de sete corantes artificiais pela  
população brasileira**

**Patrícia da Silva Rodrigues**

**Porto Alegre  
Fevereiro de 2021**

**Patrícia da Silva Rodrigues**

**Estudo da ingestão de sete corantes artificiais pela  
população brasileira**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito para a obtenção do grau de Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

**Orientadores:**

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Florencia Cladera Olivera (Orientadora)  
Prof. Dr. Alessandro de Oliveira Rios (Co-orientador)

**Porto Alegre  
2021**

### CIP - Catalogação na Publicação

da Silva Rodrigues, Patrícia  
Estudo da ingestão de sete corantes artificiais  
pela população brasileira / Patrícia da Silva  
Rodrigues. -- 2021.  
177 f.  
Orientadora: Florencia Cladera-Oliveira.

Coorientador: Alessandro de Oliveira Rios.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, Instituto de Ciência e Tecnologia de  
Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e  
Tecnologia de Alimentos, Porto Alegre, BR-RS, 2021.

1. Aditivos Alimentares. 2. Corantes Artificiais.  
3. Ingestão Diária Máxima Teórica. 4. Ingestão Diária  
Aceitável. 5. Pesquisa de Orçamento Familiar. I.  
Cladera-Oliveira, Florencia, orient. II. de Oliveira  
Rios, Alessandro, coorient. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS

Autora: Patrícia da Silva Rodrigues (Engenheira de Alimentos /UNISINOS)

Título da Tese: Estudo da ingestão de sete corantes artificiais pela população brasileira

Submetida como parte dos requisitos para obtenção do grau de

DOUTORA EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Homologada em:

Pela banca examinadora:

Por:

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Florencia Cladera Olivera  
Orientadora  
Docente do Instituto de Ciência e  
Tecnologia de alimentos  
PPGCTA/UFRGS

---

Prof. Dr. Eliseu Rodrigues  
Coordenador do Programa de Pós-  
Graduação em Ciência e Tecnologia de  
Alimentos  
PPGCTA/UFRGS

---

Prof Dr Alessandro de Oliveira Rios  
Co-orientador  
Docente do Instituto de Ciência e  
Tecnologia de alimentos  
PPGCTA/UFRGS

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Simone Hickmann Flôres  
Diretora do Instituto de Ciência e  
Tecnologia de alimentos  
ICTA/UFRGS

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Adriana Pavesi Arisseto Bragotto  
Banca - Departamento de Alimentos e  
Nutrição – UNICAMP

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Juliane Elisa Welke  
Banca - PPGCTA/UFRGS

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Poliana Deyse Gurak  
Banca – Departamento de Nutrição –  
UFCSPA

## AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Profa. Dra. Florencia Cladera Olivera, pela oportunidade. Passamos por momentos desafiadores em meio a uma pandemia mundial, que adiou alguns planos e tornou tudo um pouco mais complicado, mas que fez com que conseguíssemos nos orgulhar da superação. Agradeço enormemente a compreensão e empatia.

Ao meu co-orientador Alessandro de Oliveira Rios por estar presente dando apoio e mostrando sempre um caminho sensato.

Ao meu filho Pedro, que pouco entende o mundo aos seus 5 anos de idade, mas que em diversos momentos não esteve ao lado da sua mãe, provavelmente não por sua escolha. Meu filho, quero que saiba que tudo que a sua mãe faz é para ser uma pessoa da qual nós dois possamos nos orgulhar no futuro.

À família, em especial às mulheres: Marli (mãe), Jacque (tia), Priscila (irmã) e Giovana (afilhada) que cuidaram do meu filho como se fosse filho delas. Minha “rede de mulheres”, que transforma a solidão em comunhão, pratica o cuidado mútuo, traz o carinho que atenua as dores, que ri, que chora e que nunca abandona. Qualquer agradecimento a vocês nunca será suficiente!

Ao meu amor André Luiz Lopes, pela compreensão, pelo amor e pelo incentivo. A nossa caminhada em busca da nossa melhor versão tem sido longa, difícil e cheia de desafios, mas como diz aquela velha frase:  
“Mar calmo nunca fez bom marinheiro!” Te amo!

Ao meu amigo/irmão Émerson Silva, que está morando do outro lado do Atlântico mas é próximo como se ainda nos encontrássemos todos os dias. Obrigada por acolher as minhas angústias, de ser sempre tão sincero, por falar sério quando precisa e por me fazer rir no restante do tempo. Te amo e torço muito por ti.

Aos colegas do laboratório 201 por fazerem parte dessa trajetória.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFRGS, ao CNPQ e a CAPES pelo apoio financeiro ao trabalho.

À banca examinadora.

À todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho. Muito obrigada!

## RESUMO

A cor é considerada um dos principais atributos de aparência dos alimentos, por isso o uso de corantes para realçar, restaurar ou conferir cores aos produtos e torná-los mais atraentes é uma estratégia comum nas indústrias. Os estudos que avaliam a exposição a corantes pela população em geral são escassos, sendo que no Brasil praticamente não existem dados de ingestão. O objetivo deste trabalho foi determinar a Ingestão Diária Máxima Teórica (IDMT) dos corantes Azorrubina (INS 122), Azul Brilhante (INS 133), Amarantho ou Bordeaux S (INS 123), Eritrosina (INS 127), Indigotina (INS 132), Ponceau 4R (INS 124) e Vermelho Allura (INS 129) pela população brasileira e quantificar corantes em alguns alimentos que mais contribuem para a ingestão (refrescos em pó e refrigerantes). Para isso, dados de presença desses corantes em alimentos foram correlacionados com dados de consumo presentes nas POFs (Pesquisas de Orçamentos Familiares) realizadas nos anos de 2008/2009 e 2017/2018, com indivíduos com idade igual ou superior a 10 anos. A IDTM média *per capita* (mg/dia) não ultrapassou a Ingestão Diária Aceitável (IDA) para nenhum dos corantes avaliados e para nenhuma das distribuições populacionais estudadas. O Amarantho foi o corante para o qual o valor de IDMT mais se aproximou da IDA, atingindo até 66% da IDA para adolescentes. Observou-se que, de modo geral, a ingestão de corantes é maior nas faixas etárias mais jovens. Os resultados de IDMT Balanceada pela Prevalência de Consumo Alimentar (BPCA), ou seja, quando são considerados apenas os consumidores que de fato afirmam ingerir alimentos que contenham o corante (e não a média populacional), a IDMT BPCA se aproxima da IDA, mas sem ultrapassá-la para a maioria dos corantes. A IDMT BPCA chega a 59,3% da IDA para o Vermelho Allura, 66,7% para a Eritrosina e 115% para o Azul Brilhante. Para o Amarantho a IDA é ultrapassada pela IDTM BPCA para todas as distribuições populacionais avaliadas, sendo o valor de consumo máximo calculado de 94,1 mg/dia, o que representa aproximadamente 300% da IDA. De forma geral, os alimentos que mais contribuem para a ingestão dos corantes artificiais estão nas seguintes categorias: “sucos/refrescos/sucos em pó reconstituídos”, “refrigerantes”, “outras bebidas não alcoólicas”, “bebidas destiladas”, “outros doces”, “iogurtes”, “chocolates” e “sorvete/picolé”. As análises experimentais de refresco em pó e refrigerantes mostraram que, para Vermelho Allura e Azul Brilhante, todas as amostras estavam de acordo com a legislação vigente. Para o corante Amarantho, das 20 amostras analisadas 18 estavam acima do limite máximo permitido por lei. Conclui-se que o consumo de Azorrubina, Eritrosina, Indigotina, Ponceau 4R, Vermelho Allura e Azul Brilhante não representa um risco para a população brasileira de um modo geral (para pessoas acima de 10 anos). Porém, para o corante Amarantho, os resultados mostram que o consumo pela população brasileira de forma geral está acima dos limites recomendados, o que pode estar colocando em risco a saúde de certos grupos populacionais.

**Palavras-chave:** Aditivos alimentares. Corantes artificiais. Ingestão Diária Aceitável. Ingestão Diária Máxima Teórica.

## ABSTRACT

Colour is considered one of the main attributes of the appearance of food, hence the use of dyes to enhance, fix or assign colours to products and make them more attractive is a common strategy in food industries. Studies evaluating exposure to dyes by the general population are scarce and in Brazil there are practically no data on the intake of dye. The objective of this project was to determine the Theoretical Maximum Daily Intake (TMDI) of the dyes Azorubin (INS 122), Brilliant Blue (INS 133), Amaranth/Bordeaux S (INS 123), Erythrosine (INS 127), Indigotine (INS 132), Ponceau 4R (INS 124) and Allura Red (INS 129) by the Brazilian population and quantify the dyes in foods that contribute most to the dye intake. To perform that, data on the presence of these dyes in food were correlated with the consumption data present in the HBSs (Household Budget Surveys) carried out in the years 2008/2009 and 2017/2018, with individuals aged 10 years and over. The average TMDI per capita (mg/day) did not exceed the Acceptable Daily Intake (ADI) on any of the dyes and the population distributions evaluated in this study. Amaranth was the dye to which the TMDI was the closest to the ADI, reaching 66% of the ADI in teenagers. It was observed that in general, the intake of dyes increases as the age group decreases. The results of TMDI Balanced by the Prevalence of Food Consumption (BPFC), that is, when considering only consumers who claim to eat foods that contain dye (and not the population's average), the TMDI BPFC approaches ADI, but does not exceed for most dyes. TMDI BPFC reaches 59.3% of ADI for Allura Red, 66.7% for Erythrosine, and 115% for Brilliant Blue. For Amaranth, the TMDI BPFC exceeded the ADI for all evaluated population distributions, with the maximum consumption value at 94.1 mg/day, which represents approximately 300% of the ADI. In general, the foods that contribute the most to the intake of artificial dyes are powdered juices and soft drinks, soft drinks, other non-alcoholic beverages, distilled beverages, candy, yogurts, chocolates, and ice creams. Experimental analyses of powdered soft drinks and soft drinks showed that for Allura Red, and Brilliant Blue, all samples were in accordance with current legislation. For Amaranth, of the 20 samples analysed, 18 were above the maximum limit allowed by law. Therefore the consumption of Azorubin, Erythrosine, Indigotine, Ponceau 4R, Allura Red and Brilliant Blue do not represent a risk for the Brazilian population for people over 10 years of age. However, the results for the Amaranth dye, show that the consumption by the Brazilian population, in general, is above the recommended limit, which may be putting the health of certain age groups of the population at risk.

**Keywords:** Food additives. Artificial dyes. Acceptable Daily Intake. Theoretical Maximum Daily Intake.

## LISTA DE FIGURAS

### **ARTIGO 1: Estimation of theoretical intake of synthetic food colors Azorubine, Erythrosine, Indigotine and Ponceau 4R by the Brazilian population**

Figure 1: Map of Brazil with mean TMDI and TMDI weighted by the Prevalence of Food Consumption (WPFC) of food colors Azorubine, Erythrosine, Indigotine, and Ponceau 4R (mg/day) in the North (NO), Northeast (NE), South (SO), Southeast (SE), and Midwest (MW) regions of Brazil. .... **Erro! Indicador não definido.**

### **ARTIGO 3: Avaliação da exposição dietética ao corante Vermelho Allura pela população brasileira**

Figura 1: Mapa do Brasil com IDMT média e balanceada pela Prevalência da Consumo da Alimentos (PCA) de Vermelho Allura (mg / dia) em regiões Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil utilizando os dados das POFs 2008/2009 e 2017/2018. .... **Erro! Indicador não definido.**

### **ARTIGO 4: Estimativa de ingestão teórica do corante Azul Brilhante e quantificação em alimentos**

Figura 1: Estimativa de IDMT média, balanceada pela prevalência de consumo alimentar (BPCA) e calculada pela abordagem FAO/OMS de Azul Brilhante (mg/dia) nas cinco regiões do Brasil (Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste) utilizando os dados das POFs 2008/2009 e 2017/2018. .... **Erro! Indicador não definido.**

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Lista dos corantes artificiais permitidos no Brasil, Estados Unidos, União Européia e Japão.....	23
Tabela 2: Propriedades de alguns corantes artificiais utilizados no Brasil.....	24
Tabela 3: Principais estudos e resultados da avaliação de Toxicidade de curto prazo e subcrônica, Genotoxicidade, Toxicidade crônica e carcinogenicidade, Toxicidade reprodutiva e de desenvolvimento, Alergenicidade, hipersensibilidade e intolerância para os corantes Amarantho (INS 123), Azorrubina (INS 122), Azul Brilhante (INS 133), Eritrosina (INS 127), Indigotina (INS 132), Ponceau (INS 124) e Vermelho Allura. ... <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
Tabela 4: Vantagens e desvantagens dos métodos de inquérito alimentar.....	37

### **ARTIGO 1: Estimation of theoretical intake of synthetic food colors Azorubine, Erythrosine, Indigotine and Ponceau 4R by the Brazilian population**

Table 1: ADI of Azorubine, Erythrosine, Indigotine, and Ponceau by gender and age group considering mean body weight obtained from 2008/2009 HBS.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Table 2: Categories, number of products in the category, number of products containing Azorubine, Erythrosine, Indigotine, and Ponceau 4R, and percentage of products containing these food colors.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Table 3: Estimated TMDI per capita and weighed by Prevalence of Food Consumption (PFC) of Azorubine, Erythrosine, Indigotine, and Ponceau 4R (mg/day) for male and female genders.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Table 4: Estimated TMDI per capita and TMDI weighted by Prevalence of Food Consumption (PFC) of Azorubine, Erythrosine, Indigotine, and Ponceau 4R (mg/day) for the adolescent, adult, and senior age groups. ....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

### **ARTIGO 2: A injeção do corante artificial Amarantho (Bordeaux) pode colocar em risco a saúde dos consumidores no Brasil?**

Tabela 1: Ingestão Diária Aceitável (IDA) de Amarantho por gênero e faixa etária considerando peso médio obtido pela POF 2008/2009. ....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
--	--------------------------------------

Tabela 2: Categorias, concentração máxima permitida por lei, número total de produtos disponíveis no website em cada categoria, número de produtos contendo Amarantho e porcentagem de produtos contendo Amarantho. .... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 3: Estimativas de IDMT média, balanceada pela prevalência de consumo alimentar (BPCA) e calculada pela abordagem FAO/OMS de Amarantho (mg/dia) para os gêneros masculino e feminino utilizando os dados das POFs 2008/2009 e 2017/2018. .... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 4: Estimativas de IDMT média, balanceada pela prevalência de consumo alimentar (BPCA) e calculada pela abordagem FAO/OMS de Amarantho (mg/dia) para as áreas urbana e rural utilizando os dados das POFs 2008/2009 e 2017/2018..... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 5: Estimativa de IDMT média, balanceada pela prevalência de consumo alimentar (BPCA) e calculada pela abordagem FAO/OMS de Amarantho (mg/dia) nas cinco regiões do Brasil (Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste) utilizando os dados das POFs 2008/2009 e 2017/2018. .... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 6: Estimativa de IDMT média, balanceada pela prevalência de consumo alimentar (BPCA) e calculada pela abordagem FAO/OMS de Amarantho (mg/dia) por faixas etárias: adolescentes, adultos e idosos utilizando os dados das POFs 2008/2009 e 2017/2018. **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 7: Quantidade de Amarantho (mg/100mL) em amostras de refrescos em pó e refrigerantes adquiridos em Porto Alegre e demais corantes presentes na lista de ingredientes..... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 8: Estimativa de Ingestão Diária (EID) de Amarantho “média” e “balanceada pela prevalência de consumo alimentar” (mg/dia) para as distribuições populacionais gêneros, áreas rural e urbana, regiões do Brasil e faixas etárias utilizando os dados das POFs 2008/2009 e 2017/2018. .... **Erro! Indicador não definido.**

### **ARTIGO 3: Avaliação da exposição dietética ao corante Vermelho Allura pela população brasileira**

Tabela 1: IDA de Vermelho Allura por gênero e faixa etária considerando peso médio obtido pela POF 2008/2009..... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 2: Categorias, concentração máxima permitida por lei, número de produtos disponíveis no website em cada categoria, número e porcentagem de produtos contendo Vermelho Allura. .... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 3: Estimativas de IDMT média, balanceada pela prevalência de consumo alimentar (BPCA) e calculada pela abordagem FAO/OMS de Vermelho Allura (mg/dia) para os gêneros masculino e feminino utilizando os dados das POFs 2008/2009 e 2017/2018. **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 4: Estimativas de IDMT média, balanceada pela prevalência de consumo alimentar (BPCA) e calculada pela abordagem FAO/OMS de Vermelho Allura (mg/dia) para as áreas urbana e rural utilizando os dados das POFs 2008/2009 e 2017/2018.. **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 5: Estimativa de IDMT média, balanceada pela prevalência de consumo alimentar (BPCA) e calculada pela abordagem FAO/OMS de Vermelho Allura (mg/dia) por faixas etárias: adolescentes, adultos e idosos utilizando os dados das POFs 2008/2009 e 2017/2018. .... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 6: Concentração de Vermelho Allura em refrescos em pó reconstituídos (mg/100mL) e demais corantes presentes na lista de ingredientes. .... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 7: Estimativa de Ingestão Diária (EID) de Vermelho Allura “média” e “balanceada pela prevalência de consumo alimentar” (mg/dia) para as distribuições populacionais gêneros, áreas rural e urbana, regiões do Brasil e faixas etárias utilizando os dados das POFs 2008/2009 e 2017/2018. .... **Erro! Indicador não definido.**

#### **ARTIGO 4: Estimativa de ingestão teórica do corante Azul Brilhante e quantificação em alimentos**

Tabela 1: Ingestão Diária Aceitável (IDA) de Azul Brilhante por gênero e faixa etária (considerando peso médio obtido pela POF 2008/2009). .... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 2: Categorias, concentração máxima permitida por lei, número total de produtos disponíveis no website em cada categoria, número e porcentagem de produtos contendo Azul Brilhante. .... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 3: Estimativas de IDMT média, balanceada pela prevalência de consumo alimentar (BPCA) e calculada pela abordagem FAO/OMS de Azul Brilhante (mg/dia) para os gêneros masculino e feminino utilizando os dados das POFs 2008/2009 e 2017/2018. .... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 4: Estimativas de IDMT média, balanceada pela prevalência de consumo alimentar (BPCA) e calculada pela abordagem FAO/OMS de Azul Brilhante (mg/dia) para as áreas urbano e rural utilizando os dados das POFs 2008/2009 e 2017/2018.. **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 5: Estimativa de IDMT média, balanceada pela prevalência de consumo alimentar (BPCA) e calculada pela abordagem FAO/OMS de Azul Brilhante (mg/dia) por faixas etárias: adolescentes, adultos e idosos utilizando os dados das POFs 2008/2009 e 2017/2018. .... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 6: Quantidade de Azul Brilhante (mg/100mL) em amostras de refrescos em pó e refrigerantes adquiridos em Porto Alegre e demais corantes presentes na lista de ingredientes..... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 7: Estimativa de Ingestão Diária (EID) de Azul Brilhante “média” e “balanceada pela prevalência de consumo alimentar” (mg/dia) para as distribuições populacionais gêneros, áreas rural e urbana, regiões do Brasil e faixas etárias utilizando os dados das POFs 2008/2009 e 2017/2018. .... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 6: Resumo dos resultados de análises laboratoriais dos corantes Vermelho Allura, Amarantho e Azul Brilhante (mg/100 mL) em amostras de refresco em pó reconstituído e refrigerantes e o percentual que representa do máximo permitido pela legislação brasileira.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	15
2	OBJETIVOS.....	18
2.1	Objetivo geral .....	18
2.2	Objetivos específicos .....	18
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
3.1	Corantes em alimentos.....	19
3.1.1	Histórico do uso de corantes em alimentos .....	20
3.1.2	Aspectos legais .....	20
3.1.3	Corantes Artificiais.....	22
3.2	Aspectos Toxicológicos do Consumo de Corantes.....	25
3.2.1	Ingestão Diária Aceitável (IDA).....	26
3.2.2	Aspectos Toxicológicos do Consumo de Corantes Artificiais .....	27
3.3	Avaliação de consumo de aditivos.....	36
3.3.1	Métodos de avaliação do consumo de alimentos.....	37
3.3.1.1	Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF).....	40
3.4	Estimativa de Ingestão de Corantes Artificiais.....	41
3.5	Métodos de quantificação de corantes artificiais em alimentos .....	43
4	MATERIAIS E MÉTODOS .....	45
4.1	Banco de dados de alimentos contendo corantes artificiais.....	45
4.2	Levantamento de dados de Pesquisa de Orçamento Familiar.....	45
4.3	Estimativa da Ingestão Diária Máxima Teórica dos corantes artificiais.....	46
4.4	Determinação do teor de corantes artificiais nos alimentos através de CLAE-UV/VIS.....	46
4.5	Estimativa da Ingestão Diária dos aditivos.....	48
4.6	Cálculo do valor de Ingestão Diária utilizando concentrações de Amarantho experimentais.....	48

5	RESULTADOS.....	49
	ARTIGO 1: Estimation of theoretical intake of synthetic food colors Azorubine, Erythrosine, Indigotine and Ponceau 4R by the Brazilian population ..	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
	ARTIGO 2: A ingestão do corante artificial Amarantho (Bordeaux) pode colocar em risco a saúde dos consumidores no Brasil? ..	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
	ARTIGO 3: Avaliação da exposição dietética ao corante Vermelho Allura pela população brasileira ..	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
	ARTIGO 4: Estimativa de ingestão teórica do corante Azul brilhante e quantificação em alimentos comercializados no Brasil ..	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
6	DISCUSSÃO GERAL .....	50
7	CONCLUSÕES.....	57
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59

## INTRODUÇÃO

As opiniões, desejos e percepções dos consumidores exercem um impacto importante sobre a indústria de alimentos. O desenvolvimento de produtos cada vez mais específicos (com diferentes formatos, cores, texturas, sabores, etc.) aumenta para atender as expectativas da população em geral. Entre os constituintes dos alimentos, os aditivos destacam-se como os principais responsáveis pela melhoria das características que exercem influência sobre a decisão de aquisição de determinado produto. Estas substâncias desempenham um papel fundamental não só na vida útil e segurança microbiológica, mas também se mostram importantes na melhoria das características sensoriais (MARTINS et al. 2016).

No momento da compra existem diferentes parâmetros que o consumidor utiliza para julgar o quanto um produto alimentício é atraente, dentre eles, a cor é uma das características que apresenta maior destaque. Os consumidores estão cada vez mais atentos à importância da leitura dos rótulos dos alimentos, embora, uma avaliação das informações nutricionais e da lista de ingredientes ainda possa trazer certa dificuldade. Além disso, geralmente os consumidores não podem experimentar os alimentos nos pontos de venda antes da compra. Assim, além da reputação ou de uma experiência anterior, a aparência é um parâmetro associado a qualidade e crucial na decisão de compra. Para frutas e verduras *in natura*, cores vivas e vibrantes estão atreladas a frescor, teor de vitaminas e possíveis funções bioativas e/ou antioxidantes. Por outro lado, para alimentos processados existe uma preocupação de que o excesso de cores possa estar associado ao uso exagerado de corantes (COULTATE e BLACKBURN, 2018).

As expectativas dos consumidores desempenham um papel importante na percepção sensorial dos alimentos. Essas expectativas podem ser de base cultural ou o resultado de sinais fornecidos pela embalagem e apresentação do produto. Uma vez que a cor é considerada um dos principais atributos de aparência dos produtos alimentícios, com influência sobre sua aceitabilidade, espera-se que esse parâmetro esteja dentro das expectativas do consumidor para que o alimento seja escolhido por ele. Uma única tonalidade de cor não apresentaria os mesmos resultados quando usada para uma bebida energética ou para uma infusão calmante. Em geral, alimentos com cores atípicas têm um

efeito negativo sobre a aceitação, mas por outro lado, alimentos adequadamente coloridos são percebidos como produtos que apresentam uma intensidade mais forte de aroma e sabor, e geralmente recebem a resposta hedônica mais alta (PAAKKI, SANDELL e HOPIA 2016).

Os corantes artificiais são muito utilizados porque a sua capacidade de colorir é superior à da maior parte daqueles obtidos de fontes naturais, sendo assim, adicionados aos alimentos em pequenas quantidades. Além disso, são mais estáveis, produzem cores mais uniformes e se misturam facilmente entre si, o que possibilita uma maior variedade de tonalidades. Normalmente esses corantes não contêm sabor desagradável ao contrário de alguns naturais que podem conter características das matérias primas de origem, como por exemplo, os corantes naturais derivados da beterraba (QUEIJA, QUEIRÓS e RODRIGUES, 2001).

A presença de corantes artificiais também pode estar associada a uma possível toxicidade, principalmente quando se trata de alguns tipos de azo-corantes. Este grupo de corantes, responsável por cores vibrantes e atraentes em alimentos, tem seu uso limitado devido ao seu potencial de carcinogenicidade que ocorre após a sua azo-redução pela microbiota intestinal. Apesar desse mecanismo de produção de compostos tóxicos ser conhecido, a importância clínica desse fenômeno depende da quantidade ingerida do corante. Dadas as baixas concentrações ingeridas pela população em geral e a baixa taxa de absorção, os danos à saúde humana parecem ser improváveis. No entanto, ressalta-se a importância de uma constante avaliação do potencial de toxicidade dos corantes alimentares pelas autoridades reguladoras e, conseqüentemente, de uma atualização das diretrizes para seu uso (AMCHOVA, KOTILOVA e KUCEROVA, 2015).

Para avaliar os possíveis efeitos que estes aditivos alimentares podem causar à saúde é importante possuir dados relativos à exposição dos consumidores a tais compostos. Para isso, são necessárias três informações essenciais: o consumo dos alimentos que contêm o corante, a concentração da substância nos alimentos e o peso corpóreo do consumidor (individual ou média da população em estudo). No entanto, dados relativos aos dois primeiros itens são escassos e poucos estudos existem em relação à avaliação da ingestão de aditivos pela população brasileira (RODRIGUES, 2015).

As estimativas de ingestão para os corantes artificiais Tartrazina (INS 102) e Amarelo Crepúsculo (INS 110) pela população brasileira foram avaliadas por Rodrigues (2015) e Feitosa et al. (2017). Os resultados indicaram que a ingestão média *per capita* de Tartrazina é inferior à Ingestão Diária Aceitável (IDA), porém, quando são levadas em consideração as prevalências de consumo, algumas populações podem estar consumindo quantidades deste corante superiores à IDA (RODRIGUES, 2015). Resultados semelhantes foram encontrados para o Amarelo Crepúsculo (FEITOSA et al, 2017). Para ambos corantes os adolescentes são a faixa etária com maior ingestão com relação à IDA quando comparados com adultos e idosos.

Com relação à ingestão dos demais corantes artificiais no Brasil os estudos são praticamente inexistentes ou focados em populações específicas. O presente trabalho tem como objetivo colaborar na obtenção e avaliação de dados de consumo destas substâncias e verificar se a ingestão pode estar colocando em risco a saúde da população brasileira.

# 1 OBJETIVOS

## 1.1 Objetivo geral

Estimar a ingestão dos corantes artificiais Amarantho (INS 123), Azorrubina (INS 122), Azul Brilhante (INS 133), Eritrosina (INS 127), Indigotina (INS 132), Ponceau (INS 124) e Vermelho Allura pela população brasileira.

## 1.2 Objetivos específicos

- Elaborar um banco de dados de alimentos que contêm corantes artificiais comercializados no Brasil.
- Estimar a Ingestão Diária Máxima Teórica (IDMT) dos corantes artificiais citados.
- Verificar se existe a possibilidade de a IDMT calculada nesse estudo ultrapassar a Ingestão Diária Aceitável (IDA) para cada corante.
- Identificar quais são os alimentos que mais contribuem para a ingestão (mg de corante/dia) de cada um dos corantes artificiais.
- Realizar análises laboratoriais para avaliar a quantidade de corantes nos alimentos que mais contribuem para a ingestão, verificando a sua adequação à legislação vigente para cada categoria de alimento.
- Realizar a Estimativa de Ingestão Diária (EID) com base nos dados de quantificação dos corantes obtidos experimentalmente substituindo valores teóricos por experimentais para realização dos cálculos.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Corantes em alimentos

A interação dos consumidores com os alimentos, geralmente envolve mais de um sistema sensorial. Muitas vezes, além de visualizar o produto, pode ser possível tocá-lo, ouvir o som que faz e muitas vezes sentir o cheiro. Todos os sentidos estão envolvidos simultaneamente, embora a contribuição individual de cada um para a experiência global do produto não seja necessariamente equivalente. Em relação aos alimentos, uma das primeiras impressões do consumidor refere-se a sua aparência. O termo aparência é constituído de muitos atributos tais como a cor, textura, brilho, tamanho e forma (MARTINS et al. 2016).

O fato do ser humano ser atraído por alimentos e bebidas que possuam cores agradáveis é um fenômeno instintivo, assim, adicionar cores atraentes aos alimentos e bebidas pode tornar o produto mais agradável para os clientes. Diversas pesquisas identificaram que a cor produz efeitos no humor e na percepção de qualidade, e provavelmente por isso, instintivamente ou conscientemente as cores são amplamente utilizadas na fabricação de alimentos desde vendedores ambulantes até grandes fabricantes (ASHFAQ e MASUD 2002; DOWNHAM e COLLIN 2000).

A indústria de alimentos sempre desenvolve novos produtos, principalmente impulsionada pelas crescentes demandas dos consumidores. Produtos mais saborosos, nutritivos, atraentes, saudáveis e de alta qualidade sensorial já estão disponíveis e, portanto, métodos e técnicas precisam ser desenvolvidos e implementados para atingir os objetivos industriais e os desejos do consumidor (MARTINS et al, 2016).

Existe uma demanda crescente por derivados de corantes naturais, em virtude das melhorias em termos de estabilidade e do interesse das indústrias alimentares em atender à crescente demanda do consumidor por produtos naturais. No entanto, os corantes naturais estão sendo testados ainda gradativamente. Com o aumento do uso de cores naturais em alimentos, a exposição a eles pode não ser mais em quantidades “naturais” ou “normais”. Os corantes naturais para alimentos são regulamentados pela mesma legislação que as substâncias sintéticas e também sujeitos a restrições de uso. As questões e preocupações com a substituição de corantes alimentares sintéticos por alternativas naturais estão sendo

discutidas. Alguns corantes naturais já foram estudados em relação ao possível risco relacionado ao seu consumo, como no caso do Carmim de Cochonilha (INS 120), que contém o ácido carmínico e está ligado a reações alérgicas e asma e o Caramelo (INS 150 a/b/c/d) com a preocupação de haver a formação de agentes genotóxicos ou carcinogênicos durante seu processo de fabricação (OPLATOWSKA-STACHOWIAK e ELLIOTT, 2017).

### **2.1.1 Histórico do uso de corantes em alimentos**

O emprego de materiais sintéticos, principalmente para colorir, iniciou em 1856 com a síntese do primeiro corante derivado da hulha, desenvolvido por Sir William Henry Perkin. Nessa época ainda não existiam métodos analíticos que detectassem a adição de corantes em alimentos, nem legislação que estabelecesse limites de uso, desse modo, a adulteração de alimentos era uma prática comum (DOWNHAM e COLLIN, 2000). Os metais pesados e outros elementos inorgânicos se tornaram especialmente mais baratos e adequados para "restaurar" a cor do leite diluído com água e outros produtos alimentares adulterados por fraude. Em 1900, 80 corantes diferentes eram usados nos Estados Unidos, mas com o passar dos anos muitos foram retirados do mercado em razão de preocupações com a segurança da saúde dos consumidores (ARIT, 2011).

### **2.1.2 Aspectos legais**

Nas primeiras décadas do século XX já existiam em todo o mundo mais de oitenta corantes sintéticos disponíveis para alimentos, embora sem qualquer regulamentação de seus usos ou graus de pureza. Com a utilização cada vez maior desses aditivos, os países começaram a estabelecer legislações para controlar seu uso. Assim, comitês internacionais, tais como a Comissão do Codex Alimentarius, organismo subsidiário da FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação) e da OMS (Organização Mundial da Saúde), foram criados com o intuito de, entre outros objetivos, estabelecer especificações e critérios para a utilização de aditivos alimentares, incluindo os corantes sintéticos (QUEIJA, QUEIRÓS e RODRIGUES, 2001).

No Brasil, de acordo com o Decreto nº 55.871, de 26 de março de 1965 do Ministério da Saúde, é obrigatório constar na rotulagem do corante: o número do registro; o nome comercial ou sinônimo oficialmente reconhecido, conforme discriminação do

Decreto e, ainda, a declaração de que se destina à adição em gêneros alimentícios (BRASIL, 1965).

A Legislação Brasileira define corante como a substância ou a mistura de substâncias que possuem a propriedade de conferir ou intensificar a coloração de alimentos e bebidas (BRASIL, 1978). No Brasil são atualmente permitidos catorze corantes artificiais (BRASIL, 2015).

De acordo com a Legislação Brasileira os corantes são classificados como (BRASIL, 1978):

1. Corante orgânico natural: aquele obtido a partir de vegetal, ou eventualmente, de animal, cujo princípio corante tenha sido isolado com o emprego de processo tecnológico adequado.
2. Corante orgânico sintético: aquele obtido por síntese orgânica mediante o emprego de processo tecnológico adequado. Dentro dessa classificação existem duas subclasses. Estas são:
  - ❖ Corante artificial: é o corante orgânico sintético não encontrado em produtos naturais.
  - ❖ Corante orgânico sintético idêntico ao natural: é o corante orgânico sintético cuja estrutura química é semelhante à do princípio ativo isolado de corante orgânico natural.
3. Corante inorgânico: aquele obtido a partir de substâncias minerais e submetido a processos de elaboração e purificação adequados a seu emprego em alimento.
4. Caramelo: o corante natural obtido pelo aquecimento de açúcares à temperatura superior ao ponto de fusão.
5. Caramelo (processo amônia): é o corante orgânico sintético idêntico ao natural obtido pelo processo amônia, desde que o teor de 4-metil, imidazol não exceda no mesmo a 200mg/kg (duzentos miligramas por quilo).

### **2.1.3 Corantes Artificiais**

Os corantes artificiais são muito usados porque a sua capacidade de colorir é superior à da maior parte dos obtidos a partir de produtos naturais. Além disso, são mais estáveis, produzem cores mais uniformes e se misturam facilmente entre si para fornecer uma maior variedade de tonalidades. Normalmente esses corantes não contêm sabor desagradável, ao contrário de alguns naturais que podem conter características das matérias primas de origem (QUEIJA, QUEIRÓS e RODRIGUES, 2001).

A lista de corantes artificiais permitidos para uso varia entre os países. A Tabela 1 apresenta os corantes que são aprovados para uso no Brasil, Estados Unidos, União Européia e Japão.

*Tabela 1: Lista dos corantes artificiais permitidos no Brasil, Estados Unidos, União Européia e Japão.*

INS	NOME(S) DO CORANTE ARTIFICIAL	BRASIL	EUA	UE	JAPÃO
102	Tartrazina	X	X	X	X
104	Amarelo de Quinoleína	X		X	
110	Amarelo Sunset/Amarelo crepúsculo FCF	X	X	X	X
121	Citrus Red n° 2		X		
122	Azorrubina	X		X	
123	Amaranto/Bordeaux S	X		X	X
124	Ponceau 4R	X		X	X
127	Eritrosina	X	X		X
128	Vermelho 2G			X	
129	Vermelho 40/Vermelho Allura AC	X	X	X	X
131	Azul patente V	X		X	
132	Indigotina/Carmim de Índigo	X	X	X	X
133	Azul Brilhante FCF	X	X	X	X
142	Green S			X	
143	Verde rápido FCF	X	X		X
151	Negro brilhante BN/Negro PN	X		X	
155	Marrom HT	X		X	
180	Litol rubina BK			X	
-	Orange B/ C.I. Acid Orange 137		X		
-	Food Red No.104/Phloxine B				X
-	Food Red No.105/Rose Bengale				X
-	Food Red No.106/Acid Red 52				X

FONTE: Brasil: (BRASIL, 2015), EUA: (US, 2017), UE: (FSA, 2018), Japão: (JFCRF, 2018).

A Tabela 2 mostra algumas propriedades físicas e químicas dos corantes artificiais permitidos no Brasil, bem como algumas classificações de uso internacional.

Tabela 2: Propriedades de alguns corantes artificiais utilizados no Brasil

Nome Usual	Tartrazina	Amarelo Crepúsculo	Azorrubina	Amaranto	Ponceau 4R	Eritrosina	Vermelho 40	Azul Patente V	Azul Indigotina	Azul Brilhante	Amarelo de Quinoleína	Verde Rápido	Negro Brilhante	Marrom HT
Nome Químico	sal tri-sódico-5-hidroxi-1-(4-sulfonil)-4-[(4-sulfonil)az- o]-pirazole-3-carboxilato	sal di-sódio 6-hidroxi-5-[4-sulfonil]az- o]-naftaleno-2-sulfonato	sal di-sódico 4-hidroxi-3-[(4-sulfo-1-naftil)azo]-naftaleno-2,7-di-sulfonato	sal tri-sódico do ácido 3-hidroxi-4-(4sulfo-1-naftil azo)-naftaleno-1,3-di-sulfonato	sal tri-sódico 7-hidroxi-8-(4-sulfo-1-naftil azo)-naftaleno-1,3-di-sulfonato	sal di-sódico 2,4,5,7-tetraiodo fluoresceína	sal di-sódico de 1-(2-metoxi-5-metil-4-sulfonilaz- o)-2-naftol-6-sulfonato	sal de cálcio di-4-[dietilamino ciclohexa-2,5-dielimeno-4)- dietilaminofen il]metil]-6-hidroxibenzen o-1,3-disulfonato	sal di-sódico do ácido 5,5'-indicotino sulfonato	sal tri-sódico de 4,4"-di(N- etil-3-sulfonatobenzi lamino0-trifenil metil-2-sulfonato	sal dissódico do ácido 2(2-quinolil)-indandionona-1,3-dis- sulfônico	sal tri-sódico 4-[4-(n-etil-p-sulfobenzil amino)-fenil]- (4-hidroxi-2-sulfonil)-1-(N- etil-N-p-sulfobenzil)- D2,5-ciclohexadieni mina	sal tetra-sódico 4-acetamido-5-hidroxi-6-[7-sulfonato-4-(4-sulfonil)-1-(N- etil-N-p-sulfobenzil)- naftilazo] naftaleno-1,7-disulfonato	sal di-sódico 4,4'- (2,4-dihidroxi-5-hidroximetil-1,3-fenilenobisazo ) di (naftaleno-1-sulfonato)
Classe	monoazo	monoazo	monoazo	monoazo	monoazo	xanteno	monoazo	trifenilmetano	indigóide	trifenilmetano	monoazo	trifenilmetano	bis-azo	bis-azo
Fórmula	C <sub>16</sub> H <sub>6</sub> N <sub>4</sub> Na <sub>3</sub> O <sub>8</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub> N <sub>2</sub> Na <sub>2</sub> O <sub>7</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> N <sub>2</sub> Na <sub>2</sub> O <sub>7</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>20</sub> H <sub>11</sub> N <sub>2</sub> Na <sub>3</sub> O <sub>7</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>20</sub> H <sub>11</sub> N <sub>2</sub> Na <sub>3</sub> O <sub>7</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>20</sub> H <sub>6</sub> I <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (H <sub>2</sub> O)	C <sub>18</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub> Na <sub>2</sub> O <sub>8</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>27</sub> H <sub>32</sub> N <sub>2</sub> O <sub>7</sub> S <sub>2</sub> N <sub>a</sub>	C <sub>16</sub> H <sub>8</sub> Na <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O <sub>8</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>37</sub> H <sub>34</sub> N <sub>2</sub> Na <sub>3</sub> O <sub>9</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>18</sub> H <sub>9</sub> NO <sub>8</sub> S <sub>2</sub> Na <sub>2</sub>	C <sub>37</sub> H <sub>34</sub> N <sub>2</sub> Na <sub>2</sub> O <sub>7</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>28</sub> H <sub>17</sub> N <sub>3</sub> Na <sub>4</sub> O <sub>14</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>27</sub> H <sub>18</sub> N <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> O <sub>9</sub> S <sub>2</sub>
Massa Molar	534,36 g/mol	452,37 g/mol	502,44 g/mol	604,49 g/mol	604,48 g/mol	879,84 g/mol	496,43 g/mol	582,67 g/mol	466,36 g/mol	792,85 g/mol	477,38 g/mol	808,86 g/mol	867,69 g/mol	652,56 g/mol
CAS Number	1934-21-0	2783-94-0	3567-69-9	915-67-3	2611-82-7	16423-68-0	25956-17-6	129-17-9	860-22-0	3844-45-9	8004-92-0	2353-43-9	2519-30-4	4553-89-3
Color Index (C. I.)	19140	15985	14720	16185	16255	45430	16035	42045	73015	42090	47005	42053	28440	20285
INS	102	110	122	123	124	127	129	131	132	133	104	143	151	155
Absorção Máxima (λ <sub>máx.</sub> )	426	480	515	523	505	526	502	635	610	629	414	625	570	403
Absortividade (em água) (E <sub>1cm</sub> <sup>1%</sup> )	527	551	545	438	431	1154	556	2000	498	1637	87,9	1560	530	460
Solubilidade	Solúvel em água e pouco solúvel em etanol	Solúvel em água e pouco solúvel em etanol	Solúvel em água e pouco solúvel em etanol	Solúvel em água (aprox. 70 g/L) e pouco solúvel em etanol (até 4 g/L), mas insolúvel em óleos vegetais	Solúvel em água e ligeiramente solúvel em etanol	Solúvel em água e etanol	Solúvel em água e ligeiramente solúvel em etanol 50%	Solúvel em água e pouco solúvel em etanol	Solúvel em água (1,6% a 20°C) e pouco solúvel em etanol	Solúvel em água e ligeiramente solúvel em etanol	Solúvel em água e ligeiramente solúvel em etanol	Solúvel em água e pouco solúvel em etanol	Solúvel em água e ligeiramente solúvel em etanol	Solúvel em água e insolúvel em etanol
IDA (mg/kg peso corpóreo/dia)	10	4	4	0,5	4	0,1	7	Nenhuma IDA alocada	5	6	3	25	1	1,5
Sinônimos	FD & C Yellow No. 5 e CI Food Yellow 4	Sunset Yellow FCF, Food Yellow No. 5 e FD&C Yellow No. 6.	Carmoisine, Azorubine, CI Acid Red 14 e CI Food Red 3.	CI Food Red 9, Naphthol Red S, E123, Azo Red, Bordeaux S, CI Acid Red 27, Fast Red	New Coccine, Food Red 102 e Coccine red	Erythrosine B, CI Food Red 14, FD & C Red No. 3, Erythrosine sodium	Allura Red AC, Food Red No. 40 e FD&C Red No. 40	C.I. Acid Blue 3, C.I. Food Blue 5, Carmine Blue V, C.I Acid Blue 1, Acid Blue V, C.I. Food Blue 3.	CI natural blue II, FD&C Blue No. 2, Indigotine and Acid blue 74	Brilliant Blue FCF, FD&C Blue No. 1, and Food Blue No.1	C.I. Acid Yellow 3, Food Yellow 13, D&C Yellow No. 10, Acid yellow 3, Quinidine Yellow KT, Japan Yellow 203, Lemon Yellow ZN 3	CI Food Green 3, FD&C Green	Brilliant Black PN or Black PN	Brown HT, Chocolate Brown HT and CI Food Brown 3
Forma de apresentação	Grânulos ou pó em tom laranja claro	Grânulos ou pó em tom laranja a vermelho	Grânulos ou pó em tom vermelho	Grânulos ou pó em tom castanho avermelhado	Grânulos ou pó em tom vermelho	Grânulos ou pó em tom vermelho	Grânulos ou pó em tom vermelho escuro	Grânulos ou pó em tom azul escuro	Grânulos ou pó em tom azul escuro	Grânulos ou pó em tom azul avermelhado	Grânulos ou pó em tom amarelo esverdeado	Grânulos ou pó em tom de vermelho a marrom/violeta	Grânulos ou pó pretos	Grânulos ou pó em tom castanho avermelhado
Coloração em solução	Amarelo limão	Amarelo Alaranjado	Vermelho	Vermelho azulado	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Azul	Azul	Azul	Amarelo esverdeado	Verde	Preto azulado	Marrom

## 2.2 Aspectos Toxicológicos do Consumo de Corantes

A mudança no hábito alimentar da população brasileira, ocorrida nas últimas décadas, tem atraído à atenção dos órgãos reguladores e da comunidade científica, pois a substituição de alimentos *in natura* por alimentos processados pode contribuir para o empobrecimento da dieta. Conseqüentemente, pode ocorrer o aparecimento de doenças crônicas não transmissíveis, responsáveis, principalmente, pelas doenças do aparelho circulatório, diabetes e neoplasias, resultado das modificações no padrão de adoecimento global na segunda metade do século XX. As doenças crônicas não transmissíveis apresentam etiologia multifatorial e estão associadas a fatores de riscos ambientais e comportamentais, como a alimentação inadequada, a obesidade, as dislipidemias, o tabagismo e a inatividade física (POLÔNIO e PERES, 2009).

Um corante alimentar somente é aprovado para consumo humano depois de estudos sobre a sua toxicidade aguda, subaguda e crônica. No entanto, a vigilância de seus efeitos após a comercialização deve ser mantida por bastante tempo. Informações relativas à segurança a longo prazo durante o uso, o seu efeito combinado e sua mutabilidade dentro do organismo são escassas. A resposta do indivíduo varia não somente de acordo com a dose, idade, sexo, estado nutricional e fatores genéticos, mas também de acordo a exposição a longo prazo e em baixas doses (SASAKI et al, 2002).

Existem algumas questões relacionadas aos corantes alimentares: a primeira é a falta de regulamentações uniformes em todo o mundo. Isso causa problemas para importadores e exportadores de alimentos, pois o mesmo corante pode ser legal em um país, mas ilegal em outro. A segunda está relacionada a uma crescente preocupação com relação aos possíveis efeitos adversos à saúde que a ingestão possa provocar. Com isso, devido às demandas dos consumidores, existe uma tendência da indústria em remover os corantes artificiais dos alimentos e substituí-los por produtos naturais. A terceira questão é que esta substituição pode não ser simples como parece e ainda, nem todos os corantes naturais são totalmente seguros. A tendência atual de usar “coloração de alimentos” (ingredientes alimentares, como frutas ou vegetais cujo efeito secundário é a coloração) em vez de aditivos de cor pode levar a mais problemas regulamentares, uma vez que essas substâncias, na maioria dos países, não são abrangidas pelos regulamentos sobre aditivos alimentares. O quarto

problema se refere a adição ilegal de corantes industriais conhecidos e emergentes em alimentos. Existem muitos compostos corantes (como corantes sudaneses, rodamina B, amarelo de metila ou verde malaquita) amplamente utilizados na indústria para colorir tecidos, plásticos ou tintas que são conhecidos ou suspeitos de terem efeitos negativos para a saúde e não devem ser consumidos por humanos. Em alguns países, particularmente nos países em desenvolvimento, corantes nocivos que não se destinam ao consumo humano podem ser adicionados aos alimentos devido à falta de restrições legais sobre seu uso ou capacidade muito limitada de monitoramento e controle. A globalização resultou na comercialização de alimentos entre países de todo mundo. O alongamento e aumento da complexidade da cadeia de abastecimento alimentar e o controle abaixo do padrão sobre a produção de alimentos nos países exportadores podem levar à exposição a produtos químicos perigosos em alimentos importados (OPLATOWSKA-STACHOWIAK and ELLIOTT, 2017).

### **2.2.1 Ingestão Diária Aceitável (IDA)**

O Comitê Conjunto FAO/WHO de Especialistas em Aditivos Alimentares (JECFA, do inglês *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*) é o comitê científico internacional de especialistas em aditivos alimentares administrado pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS). O JECFA se reúne desde 1956 e realiza as avaliações toxicológicas e de risco associado ao consumo de aditivos alimentares, contaminantes, toxinas de ocorrência natural e resíduos de medicamentos veterinários em alimentos, assessorando o Codex Alimentarius em suas decisões (BRASIL, 2012).

Com base em estudos toxicológicos, o JECFA estabelece a Ingestão Diária Aceitável (IDA) dos aditivos. A IDA é a quantidade estimada do aditivo alimentar, expressa em miligrama por quilo de peso corpóreo (mg/kg p.c.), que pode ser ingerida diariamente, durante toda a vida, sem oferecer riscos à saúde, à luz dos conhecimentos científicos disponíveis na época da avaliação. A IDA pode ser (BRASIL, 2015):

IDA não especificada ou não limitada: Atribuída a um aditivo quando o estabelecimento de um valor numérico para a IDA é considerado desnecessário face às informações disponíveis sobre o mesmo e ao seu emprego de acordo com as Boas Práticas

de Fabricação, ou seja, a substância não representa risco à saúde nas quantidades necessárias para obter o efeito tecnológico desejado.

IDA não alocada: Atribuída a um aditivo quando os dados toxicológicos disponíveis não são suficientes para se estabelecer a segurança de uso do mesmo.

IDA temporária: Atribuída a um aditivo quando os dados são suficientes apenas para concluir que o uso da substância é seguro por um período limitado de tempo, até que os estudos toxicológicos sejam concluídos e avaliados. Caso as informações adicionais solicitadas não sejam apresentadas no prazo estipulado a IDA temporária é retirada.

IDA: Atribuída a um aditivo quando seu uso é aceitável para certos propósitos, seu emprego não representa preocupação toxicológica ou quando a ingestão é autolimitante por razões tecnológicas ou organolépticas. Nesses casos, o aditivo em questão deve ser somente autorizado de acordo com as condições especificadas.

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), com a finalidade de minimizar os riscos à saúde humana, publicou em 1999 resoluções que estabeleciam os limites máximos permitidos dos aditivos para as diferentes categorias de alimentos. Na medida em que não existe obrigatoriedade legal em declarar as quantidades de aditivos presentes nos alimentos (somente a relação dos aditivos utilizados), podem surgir dúvidas em relação as quantidades utilizadas pelas indústrias e se essas são adequadas para que o consumo de determinado alimento não permita que a IDA seja ultrapassada. (SHUMANN, POLÔNIO e GONÇALVES, 2008).

## **2.2.2 Aspectos Toxicológicos do Consumo de Corantes Artificiais**

Associado ao fato de que a dieta humana sofreu ao longo do tempo, a tecnologia aplicada pela indústria de alimentos com o intuito de aumentar o tempo de vida útil desses produtos tem gerado questionamentos quanto à segurança do emprego de aditivos alimentares, fundamentalmente ao se tratar de corantes artificiais (MOUTINHO, BERTGES e ASSIS, 2007).

A Autoridade Europeia para a Segurança do Alimento (EFSA, do inglês *European Food Safety Authority*) fornece aconselhamento pelos seus Painéis Científicos e Comitê Científico, cujos membros são nomeados através de um processo de seleção aberto,

produzindo resultados científicos em nome da agência, como análises por pares da avaliação de substâncias ativas em pesticidas ou respostas a pedidos urgentes de aconselhamento. O EFSA também monitora e analisa informações e dados sobre perigos biológicos, contaminantes químicos, consumo de alimentos e riscos emergentes (EFSA, 2020).

Todos os corantes analisados nesse estudo foram avaliados e/ou reavaliados pela EFSA com relação a alguns aspectos biológicos e toxicológicos, são eles: Toxicidade de curto prazo e subcrônica, Genotoxicidade, Toxicidade crônica e carcinogenicidade, Toxicidade reprodutiva e de desenvolvimento, Alergenicidade, hipersensibilidade e intolerância. A Tabela 3 apresenta os principais estudos e resultados relacionados a cada parâmetro toxicológico descrito acima para cada um dos 7 corantes estudados nesse trabalho e que serviram de referência para o Comitê da EFSA sugerir, ou não, ajustes nas respectivas IDAs.

*Tabela 3: Principais estudos e resultados da avaliação de Toxicidade de curto prazo e subcrônica, Genotoxicidade, Toxicidade crônica e carcinogenicidade, Toxicidade reprodutiva e de desenvolvimento, Alergenicidade, hipersensibilidade e intolerância para os corantes Amarantho (INS 123), Azorrubina (INS 122), Azul Brilhante (INS 133), Eritrosina (INS 127), Indigotina (INS 132), Ponceau (INS 124) e Vermelho Allura.*

INS	Corante	Toxicidade de curto prazo e subcrônica	Genotoxicidade	Toxicidade crônica e carcinogenicidade	Toxicidade reprodutiva e de desenvolvimento	Alergenicidade, hipersensibilidade e intolerância
122	Azorrubina (EFSA, 2009 <sup>a</sup> )	<p>Ratos recém-desmamados receberam uma solução de Azorubina 0,1% para beber por 28 dias (consumo diário de aproximadamente 15 mg). Nenhum efeito tóxico foi observado. Ratos (10/sexo/grupo) foram alimentados com 0, 2, 4, 6 ou 8% de azorubina (equivalente a 0, 1000, 2000, 3000 ou 4000 mg/kg pc/dia) por 9 semanas. Nos dois níveis de dose mais elevados, foi observada uma redução no ganho de peso corporal. Nenhum outro efeito tóxico foi observado. Grupos de ratos (16/sexo/grupo) foram alimentados com 0, 0,05, 0,1, 0,5 ou 1% de azorubina (equivalente a 0,25, 50, 250 ou 500 mg/kg pc/dia, respectivamente) por 90 dias. Nenhuma patologia indesejável foi observada, quaisquer efeitos sobre os rins ou função renal foram observados. Grupos de porcos em miniatura (3/sexo/grupo) receberam Azorubina nos níveis de 0, 250, 500 e 1000 mg/kg pc/dia por 90 dias. Nenhuma toxicologia ou patologia foi observada. Gatos receberam azorubina (solução a 5%) em doses de 1000 mg (dia 1) e 100 mg (dias 9 e 18). Nenhum corpo de Heinz foi observado.</p>	<p>Azorubina testada em culturas de Escherichia coli a uma concentração de 0,5 g / 100 mL não revelou potencial mutagênico. Azorubina não foi mutagênica em um ensaio com Salmonella typhimurium (TA1538) a 50 µg/placa, com ou sem ativação metabólica. Nenhum efeito mutagênico foi encontrado quando Azorubina foi testada para citotoxicidade e mutagenicidade em Salmonella typhimurium (TA1535, TA1538, TA100 e TA98) nas concentrações de 0,1, 2, 20, 500 e 1000 µg/placa com ou sem ativação metabólica. Nenhuma evidência de potencial mutagênico foi obtida após a exposição de Escherichia coli e Salmonella typhimurium (TA1538) a 5 mg/mL de Azorubina, com ou sem ativação metabólica</p> <p>O metabolismo da Azorubina produz aminas aromáticas sulfonadas porém os autores concluem que é improvável que o corante induza qualquer risco genotóxico significativo pela exposição a essas, seja como derivadas de clivagem metabólica ou presentes como micro-contaminantes.</p>	<p>Grupos de camundongos B6C3F1 (50/sexo/grupo) foram alimentados com dietas contendo azorubina em níveis de 0, 0,3 ou 0,6% (equivalente a aproximadamente 0, 430 ou 860 mg/kg pc/dia). Nenhum sinal clínico relacionado ao composto foi observado, exceto por um peso corporal médio ligeiramente inferior em camundongos machos com alta dose. Ratos F344, foram alimentados com dietas contendo Azorubina por 103-104 semanas. Os machos receberam 0, 0,6 ou 1,25% (equivalente a 0, 300 ou 625 mg / kg pc / dia); as fêmeas receberam 0, 1,25 ou 2,5% (equivalente a 0, 625 ou 1250 mg / kg pc / dia). Lesões não neoplásicas encontradas em animais de controle e dosados também foram encontradas anteriormente como ocorrências espontâneas em ratos de laboratório em envelhecimento. O Painel concluiu que essas alterações histopatológicas adrenais não são oxicológicamente relevantes</p>	<p>Ratos (25/sexo/grupo) receberam 0 ou 1% de azorubina (equivalente a 0 ou 500 mg/kg pc/dia) por 6 meses. O ganho de peso, mortalidade e condição geral foram semelhantes em ambos os grupos. Após 7 meses, os animais foram acasalados para produzir uma geração F1. Após o desmame, os filhotes F1 também receberam 1% de Azorubina / Carmoisina e após 4 meses acasalaram para produzir uma geração F2. Nenhuma anormalidade em relação ao número de ninhadas ou fertilidade foi observada. A geração F2 também recebeu 1% de azorubina por 200 dias e, posteriormente, foi mantida em dieta normal e água por 2 anos. Nenhum efeito adverso foi observado na mortalidade ou incidência de tumor.</p>	<p>As reações a corantes alimentares, incluindo aquelas desencadeadas por mecanismos imunes (hipersensibilidade de tipo imediata e retardada) e não imunes (intolerância) são consideradas infrequentes na população, e uma prevalência de 0,14 a cerca de 2% foi relatada. Estudos recentes realizados em condições devidamente controladas implicam que a sensibilidade a aditivos alimentares em pacientes com urticária/angioedema crônico ou asma é incomum.</p>

INS	Corante	Toxicidade de curto prazo e subcrônica	Genotoxicidade	Toxicidade crônica e carcinogenicidade	Toxicidade reprodutiva e de desenvolvimento	Alergenicidade, hipersensibilidade e intolerância
123	Amaranto (EFSA, 2010)	<p>25 ratos Wistar machos e fêmeas, com 11 semanas de idade, alimentados com dietas planejadas para fornecer ingestão de 0, 20, 40, 80 ou 1250 mg/kg pc/dia de amaranto por 28 ou 90 dias. Resultados: baixa incidência geral de achados histopatológicos no rim, aumento no número de animais machos em altas doses com hiperplasia pélvica renal e calcificação após 90 dias. Grupo único de 4 porcos a uma dose de 500 mg/kg pc/dia de amaranto por 22 dias por gavagem (alimentação forçada) seguido de 750 mg/kg pc/dia durante 55 dias. Resultado: Nenhum efeito relacionado ao composto na patologia grosseira ou outra evidência de toxicidade sistêmica.</p>	<p>Estudos citogenéticos in vivo mostraram que o amaranto produziu aberrações cromossômicas marginais nas células da medula óssea em ratos com alguns aumentos na poliploidia com 30 mg/kg pc. Um teste letal dominante em ratos machos com até 5.000 mg/kg pc de amaranto por gavagem por 5 dias foi relatado como negativo. Alimentação por gavagem com amaranto a grupos de camundongos machos em doses de 0, 1, 10, 100, 1000 e 2000 mg/kg pc. Resultados: amaranto induziu aumentos significativos na migração de DNA nuclear no estômago glandular em doses de 1000 mg / kg pc e superiores. O dano ao DNA em outros órgãos foi esporádico. Em ratas grávidas, um efeito modesto, mas significativo foi observado com dose de 2.000 mg/kg pc no cólon e no pulmão. O amaranto não danificou o DNA de outros órgãos ou do embrião. A necropsia e os exames histopatológicos não revelaram nenhum efeito no cólon e estômago glandular. Ensaio do micronúcleo intestinal em camundongos após administração por gavagem oral de 20, 200 ou 1000 mg/kg pc duas vezes em intervalos de 24 horas e exame 24 horas depois. Resultados: a exposição a aminas aromáticas sulfonadas, derivadas de clivagem metabólica ou presentes como contaminantes em corantes, provavelmente não induzirá qualquer risco genotóxico significativo. No geral, com base no peso da evidência dos dados disponíveis, o Painel considera, que não há preocupação com relação à genotoxicidade do amaranto.</p>	<p>Ratos obtidos de ninhadas de pais tratados com amaranto e alimentados com amaranto na dieta em doses de até 1500 mg/kg pc/dia por 2,5 anos. Resultado: aumento estatisticamente significativo no número total de tumores malignos nas ratas mas nenhum tipo de tumor além dos comuns para ratos daquela linhagem. O Painel considera que não houve evidência convincente de carcinogenicidade neste estudo, pois não foi feita consideração completa de todos os dados do tumor, incluindo início e dados sobre lesões não neoplásicas, hiperplásicas e pré-neoplásicas. Grupos de 90 (controle) e 54 (tratados) ratos de cada sexo receberam amaranto em sua dieta para fornecer ingestão de 0, 50, 250 ou 1250 mg/kg pc/dia por 2 anos após o desmame. Resultados: amaranto fornecido em doses de até 1250 mg/kg pc/dia na dieta não teve nenhum efeito carcinogênico. Os principais efeitos relacionados ao tratamento observados no estudo foram nos rins de ratas com aumento na incidência de calcificação renal e hiperplasia epitelial pélvica renal. Foi realizada reavaliação que confirmou amplamente os achados do estudo inicial. As alterações renais pareceram específicas para ratos fêmeas. Devido aos efeitos do amaranto nos rins das ratas. Com base nisso e aplicando um fator de incerteza de 100, o JECFA estabeleceu um ADI de 0-0,5 mg/kg pc/dia. Em relação à carcinogenicidade, o Painel considera que os estudos disponíveis de forma em geral não indicam que o amaranto tem um potencial carcinogênico.</p>	<p>Três gerações, ratos Osborne-Mendel foram alimentados com 30, 300, 3000 e 30.000 mg de amaranto/kg de dieta, equivalente a 2,4-2570 mg/kg pc/dia para homens e 2,8-3083 mg/kg pc/dia para mulheres. Em comparação com os controles, a capacidade reprodutiva não foi afetada pelo tratamento, com níveis semelhantes de fertilidade e tamanho médio da ninhada por mãe, viabilidade da prole (número médio de filhotes nascidos vivos por mãe). Os estudos foram negativos em relação a toxicidade de desenvolvimento em camundongos, ratos, coelhos e cães.</p>	<p>Ratos receberam doses orais de 47 mg/kg pc/dia de amaranto por 4 semanas. Resultados: amaranto exerceu um efeito supressor nas células, mas não na resposta imune humoral. As reações a corantes alimentares, incluindo aquelas desencadeadas por mecanismos imunes (hipersensibilidade de tipo imediata e retardada) e não imunes (intolerância) são consideradas infrequentes na população. Alguns casos isolados de sensibilidade ao amaranto foram relatados, geralmente descrevendo urticária, mas geralmente estavam associados à exposição a outras cores.</p>

INS	Corante	Toxicidade de curto prazo e subcrônica	Genotoxicidade	Toxicidade crônica e carcinogenicidade	Toxicidade reprodutiva e de desenvolvimento	Alergenicidade, hipersensibilidade e intolerância
124	<b>Ponceau 4R (EFSA, 2009<sup>b</sup>)</b>	<p>Estudo de 90 dias, ratos (16/grupo) tratados com 0, 0,5, 1 ou 2% de Ponceau 4R em sua alimentação (equivalente a 0, 250, 500 e 1000 mg / kg pc / dia, respectivamente). Nenhum efeito adverso foi observado na aparência, comportamento crescimento, consumo de alimentos, contagens de glóbulos vermelhos, peso da maioria dos órgãos, função renal ou patologia e histopatologia macroscópica.</p> <p>Em um estudo de 3 meses com porcos (3/sexo/grupo) alimentados com Ponceau 4R nas doses de 0, 100, 300 e 900 mg / kg pc / dia, houve relato de uma ligeira redução no número de eritrócitos nos níveis mais elevados grupo de dose. Nenhuma anormalidade foi observada em relação ao crescimento, composição da urina e soro, peso dos órgãos ou histopatologia. O Painel observa que este estudo indica um NOAEL de 300 mg/kg pc/dia, mas que foi realizado com um número limitado de animais.</p>	<p>Estudo citogenético em células da medula óssea de camundongos machos em que a atividade clastogênica (aberrações cromossômicas) foi observada com uma dose intraperitoneal eficaz mínima de 4 mg kg pc Ponceau 4R. No entanto, TemaNord concluiu que nenhum potencial mutagênico foi demonstrado para Ponceau 4R. O Painel observou que a dosagem neste estudo não era por via oral e, portanto, considerou este estudo de valor limitado, uma vez que Ponceau 4R é mal absorvido quando administrado por via oral.</p> <p>A redução azo de Ponceau 4R pode produzir aminas aromáticas sulfonadas, porém os autores concluíram que as aminas aromáticas sulfonadas, ao contrário de seus análogos não sulfonados, não têm potencial genotóxico ou é muito baixo.</p>	<p>66 ratos/sexo/grupo receberam dietas para fornecer até 1250 mg/kg pc/dia por um período máximo de tratamento de 118 semanas. Nenhum aumento na incidência de tumor foi observado.</p> <p>Estudo carcinogênico após injeção subcutânea de 13 ratos com 0,5 mL de uma solução Ponceau 4R a 1% por 365 dias e um período de observação de 857 dias.</p> <p>Nenhum tumor foi encontrado. No geral, embora alguns estudos sejam limitados, os estudos de carcinogenicidade disponíveis com Ponceau 4R não mostram qualquer efeito carcinogênico.</p>	<p>20 ratos (10/sexo) receberam uma dieta contendo 0, 0,12, 0,24 ou 0,48% Ponceau 4R (equivalente a 212, 423 e 819 mg/kg pc/dia). Os animais foram alimentados a partir de 5 semanas de idade da geração F0 até 9 semanas de idade da geração F1, período durante o qual parâmetros reprodutivos e neurocomportamentais selecionados foram medidos. Não houve efeito adverso de Ponceau 4R no tamanho da ninhada, peso da ninhada ou proporção sexual ao nascimento.</p>	<p>Em uma série de 51 pacientes com sinais de alergia geral, 16% reagiram a uma dose oral de Ponceau 4R. Nenhuma evidência foi apresentada para mostrar que a sensibilização ocorreu devido à cor em vez de devido a uma reação cruzada com algum outro material. Um teste de contato realizado em um grupo de 50 pessoas com diagnóstico de dermatite de contato alérgica presuntiva a corantes, não demonstrou sensibilização a Ponceau 4R.</p>

INS	Corante	Toxicidade de curto prazo e subcrônica	Genotoxicidade	Toxicidade crônica e carcinogenicidade	Toxicidade reprodutiva e de desenvolvimento	Alergenicidade, hipersensibilidade e intolerância
127	Eritrosina (EFSA, 2011)	<p>Ratos Carworth farm E da cepa Specified Pathogen Free (SPF) (15 animais/sexo/grupo) receberam 0, 0,25,0,5, 1,0 ou 2,0% de eritrosina na dieta (equivalente a 0, 125, 250, 500 ou 1000 mg / kg pc / dia) por 90 dias. Não houve efeitos atribuíveis ao tratamento sobre a taxa de aumento de peso corporal ou ingestão de alimentos ou sobre os resultados de exames hematológicos, análises séricas ou testes de função renal. 24 porcos (grande cepa branca, 3 animais/sexo/grupo pesando aproximadamente 20 kg cada) foram alimentados com eritrosina em suas dietas em níveis de dose de 0, 167, 500 ou 1500 mg/kg pc/dia por 14 semanas. Nenhum efeito relacionado ao tratamento foi relatado para observações clínicas, peso corporal, hematologia e análise de urina.</p>	<p>Grupos de quatro camundongos foram dosados uma vez por via oral com eritrosina, e oito órgãos (estômago glandular, cólon, fígado, rim, bexiga urinária, pulmão, cérebro e medula óssea) foram analisados no ensaio Cometa 3 horas e 24 horas após a exposição. A eritrosina induziu danos ao DNA relacionados à dose no estômago glandular, cólon e bexiga urinária após administração oral de 100 mg/ g pc e 2.000 mg/kg pc e no pulmão a 2000 mg/kg pc nos grupos que foram sacrificados 3 horas após exposição. Nos grupos que foram sacrificados 24 horas após a exposição, nenhum dano ao DNA foi evidente. O resultado negativo na medula óssea foi consistente com os resultados negativos em estudos de aberração cromossômica da medula óssea. Com base nos dados disponíveis, o Painel considerou que a eritrosina não é motivo de preocupação no que diz respeito à genotoxicidade.</p>	<p>Dois grupos de ratos desmamados Charles River CD (70/sexo/dose) receberam eritrosina na dieta em níveis de dose de 0 ou 4,0% por um período de aproximadamente 29 meses. O consumo médio de eritrosina foi 2.465 mg /kg pc/dia para machos e 3.029 mg/kg pc/dia para fêmeas. Não houve efeitos consistentes relacionados com o composto no seguinte; observações físicas, comportamento, mortalidade, consumo de alimentos, hematologia, química clínica, urinalise ou achados oftalmológicos. Gerbils da Mongólia (aproximadamente 6 meses de idade, 20-24 machos receberam eritrosina (dissolvida em água) por intubação do estômago, em níveis de dose de 200, 750 ou 900 mg/kg pc por dose duas vezes por semana por 97 semanas. Os controles foram intubados apenas com água destilada. As dosagens foram administradas em um volume de 10 ml/kg pc. Nenhum efeito adverso relacionado ao tratamento foi observado para os parâmetros investigados, como toxicidade clínica, mortalidade, ganho de peso corporal, hematologia, peso dos órgãos, patologia bruta ou histopatologia</p>	<p>Nenhum efeito sobre a fertilidade foi observado quando eritrosina foi administrada a 1% nadieta de ratos Wistar por dois anos e injeções subcutâneas de solução aquosa (250 mL/kg pc duas vezes ao dia por três dias) para cinco ratos jovens. Da mesma forma, nenhum efeito adverso foi observado no ganho de peso corporal, mortalidade de mães, sobrevivência fetal, peso corporal fetal, desenvolvimento fetal interno e externo e desenvolvimento esquelético em coelhos após o sacrifício no dia 29 de gestação após a administração de 12,5, 40 ou 125 mg Eritrosina/kg pc/ dia dos dias 6 a 18 de gestação.</p>	<p>Foi relatado por TemaNord que a eritrosina induz hiperatividade em crianças, mas que isso não foi suficientemente documentado. Além disso, eles indicam que estudos in vitro mostraram que altas concentrações de eritrosina podem inibir as ATPases do tecido cerebral e a recaptação ativa de neurotransmissores. Postulou-se que esse é o mecanismo subjacente à hiperatividade. No entanto, não foi documentado que a eritrosina penetre a barreira hematoencefálica para dar origem a concentrações cerebrais significativas, portanto conclui-se que, "esse efeito no comportamento parece ser apenas de interesse acadêmico".</p>

INS	Corante	Toxicidade de curto prazo e subcrônica	Genotoxicidade	Toxicidade crônica e carcinogenicidade	Toxicidade reprodutiva e de desenvolvimento	Alergenicidade, hipersensibilidade e intolerância
129	Vermelho Allura (EFSA, 2016)	Estudos de curto prazo de toxicidade aguda de Vermelho Allura em várias espécies, incluindo ratos, cães e porcos, não revelaram nenhum efeito relacionado ao composto além da coloração da urina e das fezes. Nenhum novo estudo de curto prazo foi disponibilizado desde a última avaliação do Comitê.	A única indicação de potencial genotoxicidade do Allura Red AC foi o dano ao DNA em células do cólon e do estômago glandular de camundongos relatado por um grupo de pesquisadores, usando o ensaio do cometa. Tais danos ao DNA em camundongos não puderam ser confirmados por outros estudos conduzidos de acordo com as diretrizes da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Portanto, a evidência geral demonstra que Vermelho Allura não é genotóxico.	Em estudos de toxicidade e carcinogenicidade de longo prazo, camundongos ou ratos foram alimentados com Vermelho Allura na dieta a um nível de 0%, 0,37%, 1,39% ou 5,19%. O único efeito observado foi a diminuição do peso corporal na dose mais alta testada. Nenhuma evidência de carcinogenicidade foi observada nestes estudos.	Estudos de toxicidade de desenvolvimento em ratos e coelhos não mostraram quaisquer efeitos embriotóxicos ou teratogênicos relacionados ao composto. Um aumento estatisticamente significativo na incidência de ossificação reduzida do hióide foi observado no alto nível de dose de 0,7% (igual a 939 mg/kg pc/dia) em um estudo em ratos, mas não foram observados efeitos significativos em um estudo paralelo pelos mesmos autores em doses de até 1000mg/kg pc/dia. A ossificação reduzida do hióide observada em um estudo foi, portanto, considerada um achado incidental sem relevância toxicológica.	Efeitos neurocomportamentais foram relatados em alguns estudos especiais. Estudo de duas gerações em camundongos, nenhum efeito neurocomportamental foi encontrado em níveis de dose de até 2520 mg/kg pc/dia. No estudo de uma geração em ratos a diminuição da atividade da roda de corrida foi relatada em todos os níveis de dose, mas não mostrou uma relação dose-resposta. Efeitos neurocomportamentais foram relatados em ratos tratados com misturas de corantes, incluindo Vermelho Allura. No entanto, o uso de misturas nesses estudos não permite que quaisquer efeitos observados sejam atribuídos a componentes individuais.

INS	Corante	Toxicidade de curto prazo e subcrônica	Genotoxicidade	Toxicidade crônica e carcinogenicidade	Toxicidade reprodutiva e de desenvolvimento	Alergenicidade, hipersensibilidade e intolerância
132	<b>Indigotina (EFSA, 2014)</b>	<p>Porcos grandes brancos recém-desmamados (3/sexo/grupo) receberam Indigo Carmine em doses dietéticas de 0, 150, 450 e 1350 mg/kg pc/dia durante 90 dias. Os níveis de hemoglobina e as contagens de glóbulos vermelhos foram ligeiramente reduzidos após 45 e 90 dias em machos na dose mais alta testada. Não houve efeito do tratamento no crescimento, análise de urina e soro ou peso dos órgãos. O exame histológico revelou abscessos hepáticos em um macho no grupo de dose baixa, mas isso foi considerado não relacionado ao tratamento. Nenhuma outra anormalidade foi observada.</p> <p>Camundongos albinos suíços adultos machos (cepa B-6) (5 animais/grupo) foram alimentados com 0, 17 e 39 mg de Indigotina/kg pc/dia por um período de 42 dias por via oral misturado com a dieta padrão. Foram descritas alterações histopatológicas graves na arquitetura do testículo em ambas as doses. Porém o Painel considerou que o estudo apresenta problemas. A ingestão normal de ração em camundongos é de 3-4 g/dia. Foi indicado pelos autores que os ratos controle consumiram uma dieta de 10 g/dia. Os autores relataram que os ratos foram alimentados com 5 g de dieta contendo Indigo Carmine e 5 g de dieta normal.</p>	<p>Grupos de 4 camundongos ddY machos foram tratados uma vez por via oral com Indigotina na dose limite de 2.000 mg/kg de peso corporal. O estômago glandular, cólon, fígado, rim, bexiga urinária, pulmão, cérebro e medula óssea foram analisados quanto a danos no DNA 3 e 24 horas após o tratamento. Indigotina não produziu um aumento estatisticamente significativo no dano ao DNA em nenhum órgão.</p> <p>Grupos de seis ratos foram tratados por gavagem oral duas vezes, com intervalo de 24 horas entre cada dose. Os animais receberam apenas o veículo (1% de metilcelulose) ou Indigotina a 300, 2.000 e 3.000 mg /kg pc/dia. Os animais foram sacrificados às 48 horas. Os resultados obtidos indicam que nenhum aumento significativo nas frequências médias do grupo de eritrócitos policromáticos micronucleados (MN PCE) foi observado em qualquer grupo de tratamento com Indigotina em comparação com o grupo de controle.</p>	<p>Camundongos de 42 dias (60/sexo/grupo, 2 grupos de controle) foram alimentados com Indigotina em concentrações dietéticas de 0, 0,5, 1,5 ou 5,0% (igual a 0, 825, 2477 e 8259 mg/kg pc/dia em machos e 0, 945, 2836 e 9456 mg/kg pc/dia em fêmeas) para um máximo de 23 meses. Os autores concluíram que não havia efeitos consistentes relacionados com o composto ou dosagem biologicamente significativos no comportamento, morbidade, hematologia ou observações físicas gerais e que todas as neoplasias eram de tipos comuns em ratos idosos. Concluiu-se, portanto, que esta exposição ao longo da vida de camundongos ao Indigotina não demonstrou efeitos cancerígenos ou tóxicos.</p> <p>Grupos de cães Beagle (2/sexo/grupo; 1/sexo/controles) receberam dietas contendo 1 ou 2% (equivalente a 250 ou 500 mg/kg pc/dia) Indigotins por até dois anos. Sem sinais clínicos relacionados com Indigotina, lesões graves, ou patologia microscópica foram observadas por causa de mortes por infecções de vírus intercorrentes.</p>	<p>Em um estudo de reprodução de 3 gerações, grupos de dez machos e vinte ratos fêmeas Charles River CD foram alimentados com Indigotina em níveis dietéticos proporcionando ingestões de 0, 2,5, 25, 75 e 250 mg / kg pc / dia. O pelo e as fezes eram de cor azulada nos grupos de 75 mg/kg pc/dia e 250 mg/kg pc/dia. Índices de gestação, viabilidade e lactação de todas as ninhadas expostas os animais não diferiram dos controles. Coelho cinto holandês grávidos (10 fêmeas grávidas/grupo) receberam Indigotina em doses de 0, 25, 75 ou 250 mg kg pc/dia por gavagem. Nenhum efeito adverso estatisticamente significativo relacionado ao composto foi demonstrado em quaisquer parâmetros maternos (aparência ou comportamento, peso corporal ou mortalidade) ou em quaisquer parâmetros fetais (peso corporal, viabilidade ou anormalidades) em coelhos tratados com Indigo Carmine.</p>	<p>Nenhum caso de intolerância ao Indigo Carmine ou alergia foi relatado após a absorção por via oral.</p>

INS	Corante	Toxicidade de curto prazo e subcrônica	Genotoxicidade	Toxicidade crônica e carcinogenicidade	Toxicidade reprodutiva e de desenvolvimento	Alergenicidade, hipersensibilidade e intolerância
133	<b>Azul Brillhante (EFSA, 2018)</b>	A toxicidade aguda é baixa. A dose letal média em camundongos e ratos foi superior a 2000 mg/kg pc. Estudo dietético de 1 ano, 12 cães foram alimentados com o corante a 0%, 1% ou 2%. Resultado: Nenhum sinal clínico, lesão macroscópica ou achados patológicos microscópicos foram atribuídos à exposição ao Azul Brillhante.	Nenhuma atividade mutagênica foi observada do Azul brilhante em vários estudos de mutagenicidade in vitro realizados em Salmonella typhimurium, Bacillus subtilis e Escherichia coli. Resultados positivos foram relatados em dois ensaios de aberração cromossômica in vitro, um ensaio de micronúcleo in vitro e um ensaio de cometa in vitro em células de mamíferos, mas esses estudos tinham uma série de deficiências. Em contraste, resultados negativos foram obtidos em um ensaio de micronúcleo in vivo na medula óssea e um ensaio de cometa no estômago, cólon, fígado, rim, bexiga, pulmão, cérebro e medula óssea de camundongos. Com base nos dados disponíveis, o Comitê concluiu que não há preocupação com relação à genotoxicidade do Azul Brillhante.	Fêmeas e machos de ratos submetidos a dieta de 4% por 600 dias. Resultado: não houve tumores relacionados ao tratamento. Ratos alimentados com uma dieta contendo 0,1% de azul brilhante ao longo da vida (ingestão diária de 10-15 mg). Resultado: nenhum tumor relacionado ao tratamento foi encontrado. Ratos machos e fêmeas foram alimentados com dietas contendo 0%, 0,3% ou 3% de Azul Brillhante por 75 semanas. Resultado: nenhum efeito adverso relacionado ao tratamento foi observado na incidência tumoral, crescimento ou achados hematológicos. O Comitê concluiu que não existe qualquer preocupação no que diz respeito à carcinogenicidade do Azul Brillhante.	Nenhum efeito reprodutivo adverso relacionado ao tratamento foi encontrado em um estudo de geração única em ratos machos e fêmeas alimentados com Azul brilhante em doses de até 1.318 ou 1.073 mg/kg pc/dia, respectivamente. Da mesma forma, nenhum efeito adverso relacionado ao tratamento foi observado em um estudo de três gerações em ratos tratados com Azul brilhante em doses de até 1000 mg/kg pc/dia. Em estudos de toxicidade de desenvolvimento, nenhum efeito adverso foi relatado em ratos tratados com Azul brilhante em doses de até 2.000 mg/kg pc/dia ou em coelhos em doses de até 200 mg/kg pc/dia.	Estudo de uma geração sobre o desenvolvimento neurocomportamental em camundongos, Azul brilhante foi dado na dieta em concentrações de 0%, 0,08%, 0,24% ou 0,72%. A alta dose de Brilliant Blue resultou em alguns efeitos estatisticamente significativos no desenvolvimento neurocomportamental. No entanto, o Comitê notou que os efeitos no comportamento exploratório eram inconsistentes e que não havia efeitos da exposição ao Azul Brillhante em qualquer dose em vários outros testes neurocomportamentais neste estudo. Estudos não relataram evidências de alergenidade, irritação da pele, sensibilização dérmica ou câncer de pele como resultado do tratamento com Azul Brillhante.

### **2.3 Avaliação de consumo de aditivos**

O GSFA (*General Standard for Food Additives*), órgão da FAO que estabelece as condições sob as quais aditivos alimentares permitidos podem ser usados em alimentos, afirma que o uso de aditivos alimentares é justificado apenas quando essa utilização apresenta alguma vantagem, não apresenta um risco apreciável para a saúde dos consumidores, não induz o consumidor ao erro e apresenta uma ou mais funções tecnológicas (JECFA, 2014).

O primeiro passo para a avaliação da segurança dos aditivos alimentares é o estabelecimento de uma IDA expressa numa base de peso corporal que pode ser ingerida diariamente ao longo da vida sem risco de saúde apreciável para o consumidor, com base nos conhecimentos científicos disponíveis até o momento da avaliação, sendo esse trabalho conduzido internacionalmente pelo JECFA. Na segunda etapa a IDA deve ser comparada a uma provável exposição diária ao aditivo levando em consideração todas as fontes de alimentos. Existem diferentes abordagens para estimar a exposição dietética diária provável dos aditivos alimentares. Algumas podem ser muito caras e demoradas e representar dificuldades para alguns países que desejem iniciar tais avaliações dietéticas para aditivos alimentares. Desse modo, em 2014, a FAO/WHO divulgaram diretrizes que se destinam a facilitar o trabalho dos governos, especialmente dos países com recursos limitados, na avaliação da exposição alimentar aos aditivos alimentares, refletindo os atuais procedimentos em vigor para que todos trabalhem da mesma maneira (JECFA, 2014). No presente estudo foram seguidas as diretrizes propostas pela FAO/WHO a fim de se obter resultados confiáveis e reprodutíveis de estimativa de corantes artificiais pela população brasileira.

A avaliação da exposição alimentar combina dados de consumo alimentar e de concentração do aditivo no alimento. Três elementos devem ser levados em conta na avaliação da exposição a um aditivo: (1) a concentração do aditivo alimentar em alimentos; (2) a quantidade de alimento consumida; e (3) o peso corpóreo médio da população (kg) (JECFA, 2014).

### 2.3.1 Métodos de avaliação do consumo de alimentos

Obter informações sobre a ingestão alimentar de grupos ou mesmo de indivíduos é sempre uma tarefa complexa. As práticas alimentares estão mergulhadas nas dimensões simbólicas da vida social, envolvidas nos mais diversos significados, desde o âmbito cultural até as experiências pessoais, o que confere a estas práticas menos objetividade do que se espera ao abordá-las por meio de métodos de investigação sobre consumo alimentar (GARCIA, 2004).

Distintos métodos têm sido utilizados para a determinação do consumo alimentar, entre eles (BERTIN et al. 2006):

- ❖ Recordatório de 24 horas (R24h): consiste na obtenção, através de entrevista, de informações quantitativas dos alimentos e bebidas consumidos nas 24 horas precedentes ou no dia anterior, da primeira à última refeição do dia, caracterizando o consumo atual.
- ❖ Registro alimentar (RA): é um método onde o próprio indivíduo ou responsável anota as estimativas das porções de alimentos consumidos, seus tipos, receitas e preparações por um dia, uma semana ou um período mais longo, caracterizando o consumo atual.
- ❖ Questionário de frequência de consumo alimentar (QFCA): é constituído por uma lista dos alimentos mais frequentemente consumidos ou que formam o padrão alimentar da região, no qual se registra a frequência habitual de consumo (nunca, diária, semanal, mensal etc.).
- ❖ História alimentar (HA): busca-se a obtenção de informações sobre o consumo e hábitos alimentares do indivíduo ao longo do seu ciclo de vida, podendo cobrir o período de um dia, uma semana, um mês ou período mais longo, possibilitando a caracterização do consumo habitual ou usual.

Na Tabela 4 estão descritos os métodos de investigação do consumo alimentar e suas vantagens e desvantagens.

*Tabela 4: Vantagens e desvantagens dos métodos de inquérito alimentar*

Método	Vantagens	Desvantagens
Recordatório de 24 horas	Rápida aplicação	Depende da memória do entrevistado
	Não altera a ingestão alimentar	Depende da capacidade de o entrevistador estabelecer uma boa comunicação e evitar a indução de respostas
	Pode ser utilizado em qualquer faixa etária e em analfabetos	Um único recordatório não estima a dieta habitual
	Baixo custo	A ingestão relatada pode ser atípica
Diário alimentar ou registro alimentar	Os alimentos são anotados no momento do consumo	Consumo pode ser alterado, pois o indivíduo sabe que está sendo avaliado
	Não depende da memória	Requer que o indivíduo saiba ler e escrever
	Menor erro quando há orientação detalhada para o registro	Há dificuldade para estimar as porções
	Mede o consumo atual	Exige alto nível de motivação e colaboração
	Identifica tipos de alimentos e preparações consumidos e horários das refeições	Menor adesão de pessoas do sexo masculino
		As sobras são computadas como alimento ingerido
		Requer tempo O indivíduo deve conhecer medidas caseiras
Questionário de frequência alimentar	Estima a ingestão habitual do indivíduo	Depende da memória dos hábitos alimentares passados e de habilidades cognitivas para estimar o consumo médio em longo período de tempo pregresso
	Não altera o padrão de consumo	Desenho do instrumento requer esforço e tempo
	Baixo custo	Dificuldades para a aplicação conforme o número e a complexidade da lista de alimentos
	Classifica os indivíduos em categorias de consumo	Quantificação pouco exata
	Elimina as variações de consumo do dia a dia	Não estima o consumo absoluto, visto que nem todos os alimentos consumidos pelo indivíduo podem constar na lista
	A digitação e a análise do inquérito são relativamente simples, comparadas a outros métodos	Requer entrevistadores treinados
História alimentar	Elimina as variações de consumo do dia a dia	Depende da memória do entrevistado

Leva em consideração a variação sazonal  
Tempo de administração longo  
Fornecer a descrição da ingestão habitual em relação aos aspectos qualitativos e quantitativos

---

Fonte: (FISBERG, MARCHIONI e COLUCCI, 2009)

No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é o principal provedor de dados e informações, que atendem às necessidades dos mais diversos segmentos da sociedade civil, bem como dos órgãos das esferas governamentais federal, estadual e municipal.

O IBGE oferece uma visão completa e atual do País, através do desempenho de suas principais funções:

- ❖ Produção e análise de informações estatísticas.
- ❖ Coordenação e consolidação das informações estatísticas.
- ❖ Produção e análise de informações geográficas.
- ❖ Coordenação e consolidação das informações geográficas.
- ❖ Estruturação e implantação de um sistema de informações ambientais.
- ❖ Documentação e disseminação de informações.
- ❖ Coordenação dos sistemas estatístico e cartográfico nacionais.

O IBGE conduz periodicamente, entre outras pesquisas, a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) que obtém informações gerais sobre domicílios, famílias e pessoas, hábitos de consumo, despesas e recebimentos das famílias pesquisadas, tendo como unidade de coleta os domicílios. Atualiza a cesta básica de consumo e obtém novas estruturas de ponderação para os índices de preços que compõem o Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor do IBGE e de outras instituições (IBGE, 2010 e IBGE, 2020).

### 2.3.1.1 Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF)

As Pesquisas de Orçamentos Familiares visam disponibilizar informações sobre a composição dos orçamentos domésticos e as condições de vida da população brasileira, incluindo a percepção subjetiva da qualidade de vida, além de gerar bases de dados e estudos sobre o seu perfil nutricional.

As POFs iniciaram no Brasil no período de 1974-1975 com Estudo Nacional da Despesa Familiar - Endef (âmbito territorial nacional, à exceção das áreas rurais das Regiões Norte e Centro-Oeste) e tiveram 6 edições até os dias atuais, foram elas: POF 1987-1988, POF 1995-1996, POF 2002-2003, POF 2008-2009 e POF 2017-2018. As edições dos anos 80 e 90 ficaram restritas às Regiões Metropolitanas de interesse do Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor - SNIPC, do IBGE. A partir da POF 2002-2003, a abrangência geográfica da pesquisa passou a ser nacional. Além da realização em todo o território brasileiro, as POFs dos anos 2000 apresentam temas adicionais importantes em relação às anteriores em virtude da necessidade de informações detalhadas sobre as condições de vida a partir do consumo, especialmente das famílias de menor rendimento, razão pela qual incluiu-se no âmbito geográfico a área rural, e foram investigadas também as aquisições não monetárias (IBGE, 2010 e IBGE, 2020).

O público alvo de todas as pesquisas POF realizadas foram domicílios particulares permanentes ocupados e seus moradores, na área de abrangência da pesquisa nas situações urbana e rural. A captação das informações para a pesquisa, a partir da POF 2002-2003, foi realizada eletronicamente através de computador portátil (Notebook) com os seguintes documentos de coleta (IBGE, 2010 e IBGE, 2020).

POF 1: Questionário de Características do Domicílio e dos Moradores. Utilizado para: identificar e caracterizar o domicílio e seus moradores. Investigar variáveis relacionadas aos temas meio ambiente, utilização de energia alternativa, amamentação infantil, alimentação escolar e fecundidade.

POF 2: Questionário de Aquisição Coletiva. Registra as despesas com bens e serviços do domicílio e todos os moradores (ex: energia elétrica, gás, telefone, aluguel, pequenos reparos ou manutenção do domicílio, etc.)

POF 3: Caderneta de Aquisição Coletiva. Utilizada pelo informante para registrar, durante sete dias consecutivos todas as despesas realizadas com alimentos, bebidas, artigos de higiene pessoal e de limpeza, combustíveis de uso doméstico (exceto gás e lenha) e outras pequenas compras de rotina.

POF 4: Questionário de Aquisição Individual. Registra as despesas com vestuário, produtos farmacêuticos, alimentação fora do domicílio, veículos, transportes, viagens esporádicas, comunicação, etc.

POF 5: Questionário de Trabalho e Rendimento Individual. Registra as informações sobre características do trabalho, assim como os rendimentos e outros recebimentos provenientes do trabalho.

POF 6: Avaliação das Condições de Vida. Registra informações de caráter subjetivo, que expressaram a opinião do informante em relação as suas condições de vida.

O Bloco de Consumo Alimentar Pessoal (POF 7) foi incluído como uma primeira experiência na POF 2008-2009.

POF 7: Bloco de Consumo Alimentar Pessoal. Registrados pelos informantes, durante dois dias não consecutivos, todos os alimentos e bebidas consumidos efetivamente pelos informantes, com detalhamento da hora, descrição do produto, quantidade consumida informada através de medidas caseiras e ainda se foi consumida no domicílio ou fora do domicílio.

Para propiciar a estimação de orçamentos familiares que contemplem as alterações a que estão sujeitos ao longo do ano, definiu-se o tempo de duração da pesquisa em doze meses. As POFs que servem de base para esse estudo são a POF 2008/2009 (realizada de maio de 2008 a maio de 2009) e a POF 2017/2018 (realizada de julho de 2017 a julho de 2018). A divulgação dos resultados da POF 2008/2009 ocorreu em meados de novembro de 2010 e a da POF 2017/2018 em meados de agosto de 2020 (IBGE, 2010 e IBGE, 2020).

## **2.4 Estimativa de Ingestão de Corantes Artificiais**

Atualmente existem poucos estudos que estimem a ingestão de corantes artificiais. Rodrigues (2015) realizou estimativa da ingestão de Tartrazina (INS 102) pela população brasileira e os resultados mostram que a ingestão média *per capita* é inferior à IDA

(Ingestão Diária Aceitável). Porém, ao considerar a IDTM (Ingestão Diária Teórica Máxima) algumas populações podem estar consumindo quantidades de Tartrazina superiores à IDA.

Feitosa et al (2017), ao realizar uma estimativa de ingestão do corante artificial Amarelo Crepúsculo (INS 110) pela população do Brasil relataram que, também para esse corante, a ingestão média *per capita* não ultrapassaria a IDA. Porém, ao considerar a IDTM, é possível que a IDA esteja sendo ultrapassada por alguns grupos populacionais. Também de acordo com essa pesquisa, os adolescentes são a faixa etária mais provável para ter uma alta ingestão de Amarelo Crepúsculo (ao se comparar adolescentes, adultos e idosos). O banco de dados utilizado nesse estudo (POF 2008-2009) não incluía informações necessárias para a avaliação em crianças, porém existe uma tendência de que a IDA seja ultrapassada ao considerar o menor peso corporal desses indivíduos.

Batada e Jacobson (2016), em seu estudo realizado na Carolina do Norte, Estados Unidos, investigaram a prevalência de corantes artificiais em produtos de mercearia destinados a crianças. Foram avaliados os rótulos de 810 produtos e em 350 (43,2%) havia a presença dessa substância. O maior percentual de produtos com corantes artificiais foi encontrado em balas (96,3%), petiscos com sabor de frutas (94%) e pós para preparo de bebidas (89,7%). Os corantes artificiais mais comuns foram Vermelho 40 (29,8% dos produtos), Azul Brilhante (24,2%), Tartrazina (20,5%) e Amarelo Crepúsculo 6 (19,5%).

Ha et al (2013) avaliaram a exposição alimentar a corantes artificiais aprovados para uso na Coreia do Sul. Os resultados de consumo foram obtidos através de dados obtidos pelo Ministério da Saúde e Bem-Estar da Coreia. Ao longo do ano de 2009 foi utilizado o método de recordatório de 24 horas para estimar o consumo total de alimentos de um total de 25.628 indivíduos com um ano ou mais de idade. A partir do banco de dados criado nessa pesquisa, foram selecionados 704 alimentos para análise laboratorial, e desses, 471 continham corantes sintéticos. Os consumos de corantes que mais se aproximaram da IDA foram para Amarantho, Eritrosina e Vermelho Allura e as categorias de alimentos que mais continham corantes artificiais foram bebidas, licores, chocolates e sorvetes para crianças.

Schumann, Polônio e Gonçalves (2008) avaliaram por meio de questionário de frequência quantitativa e qualitativa o consumo de pó para gelatina, preparado sólido para

refresco e refrigerante por 150 crianças de até 10 anos no Rio de Janeiro, Brasil. Os autores observaram que os alimentos pesquisados são frequentemente consumidos, sendo introduzidos na dieta, em muitos dos casos, antes da criança completar 1 ano de idade. Com relação aos corantes, constatou-se que os mais informados na rotulagem destes produtos são Amarelo Crepúsculo, Tartrazina e Amarantho. Considerando que o teor dos corantes nos alimentos analisados esteja no limite máximo permitido pela legislação, observou-se que a grande maioria das crianças avaliadas pode estar excedendo a ingestão diária aceitável para o corante Amarantho e que cerca de 20% poderia estar excedendo o consumo recomendado para o Amarelo Crepúsculo.

Valente (2018) realizou um estudo de ingestão de corantes por crianças de 0 a 12 anos residentes no estado do Rio Grande do Sul (Brasil) através de questionário de frequência alimentar disponibilizado em redes sociais (*online*) em que os pais ou responsáveis responderam sobre o consumo de alimentos pelas crianças. Dentre os corantes citados no estudo, Amarelo Crepúsculo, Vermelho Bordeaux e Vermelho 40 tiveram a Ingestão Diária Aceitável (IDA) ultrapassada em algumas dietas individuais. Três (3) crianças do estudo ultrapassaram a IDA do corante Amarelo Crepúsculo e, em um dos casos, a quantidade consumida era aproximadamente duas vezes o valor da IDA. O corante Bordeaux foi o responsável pelo maior número de casos em que a IDA foi ultrapassada (7,3%), sendo que uma das crianças apresentou ingestão superior a 7 vezes a IDA.

Até o momento, não foram encontrados estudos de estimativa de ingestão de Vermelho Allura (INS 129), Azul Brilhante (INS 133), Ponceau (INS 124), Bordeaux (INS 123), Indigotina (INS 132) e Azorrubina (INS 122) pela população brasileira em geral.

## **2.5 Métodos de quantificação de corantes artificiais em alimentos**

Técnicas analíticas são constantemente desenvolvidas para monitorar a presença de corantes artificiais em alimentos. Uma grande variedade de produtos alimentícios contém corantes artificiais, como consequência, existem muitos métodos para extração e quantificação em laboratório. A maioria dos procedimentos envolve a liberação dos analitos contidos em suas matrizes, seguido por remoção de matéria indesejável e um método de extração adequado. Várias técnicas podem ser utilizadas para determinação de corantes, tais como: espectrofotometria, eletroforese capilar e cromatografia (YAMJALA et al, 2016;

ROVINA et al, 2016). A Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) é a técnica mais utilizada para determinação de corantes em alimentos.

O uso da CLAE associado a algum detector, como por exemplo: UV/VIS (Ultra-violeta/Visível), DAD (Detector de arranjo de diodos – do inglês, *Diode Array Detector*), RID (Detector de índice de refração – do inglês, *Refractive Index Detectors*), MS (Espectrômetro de Massas – do inglês, *Mass Spectrometry*), entre outros tem apresentado resultados bastante satisfatórios, visto o seu alto poder de separação e sua grande capacidade de detectar limites muito baixos (1 a 5 ppm) (PRADO e GODOY, 2004). A técnica CLAE é comumente utilizada para determinar a presença de corantes sintéticos artificiais, pois pode oferecer boa repetibilidade e sensibilidade aceitável com a detecção tradicional de UV-VIS.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Banco de dados de alimentos contendo corantes artificiais**

Primeiramente foi realizado um levantamento dos alimentos existentes que contêm corantes artificiais através de dados disponíveis nos rótulos de produtos à venda em sites de redes de supermercados. Com isto foi obtida uma estimativa do número de produtos que contêm estes corantes, sendo criado um banco de dados destes alimentos.

#### **3.2 Levantamento de dados de Pesquisa de Orçamento Familiar**

Como fonte de informação foram utilizados os dados de consumo de alimentos, nos domicílios e fora deles, fornecidos pelas Pesquisas de Orçamentos Familiares POFs 2008/2009 e 2017/2018, conduzida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2010 e IBGE, 2020). Nestas pesquisas, cada morador, com 10 anos ou mais de idade, registrou em dois dias não consecutivos, seu consumo individual de alimentos. A coleta de dados em 2008/2009 foi realizada por registros alimentares e, nesta ocasião, foram registrados também idade, gênero e massa corporal de cada indivíduo (IBGE, 2010). A coleta de dados em 2017/2018 foi realizada por recordatório de 24 horas e não foi coletada a massa corporal dos indivíduos (IBGE, 2020). As POFs classificam os alimentos em categorias (em torno de 100), sendo que as mesmas sofreram pequenas modificações de uma pesquisa a outra. Para cada uma destas categorias foi verificado se existia algum produto contendo em sua formulação algum dos corantes analisados nesse estudo.

As diretrizes da FAO/OMS indicam que sejam utilizados métodos de triagem e consumo de alimentos que superestimem a exposição dietética, pois essa medida evitará situações em que seja indicado erroneamente que não existe nenhuma preocupação de segurança com o consumo do aditivo em estudo (JECFA, 2014). Desta forma, no presente estudo, quando uma categoria apresentou um produto com algum dos corantes analisados considerou-se que todos os alimentos alocados na categoria continham esse(s) corante(s). Além disso, considerou-se que os alimentos continham o(s) corante(s) na mais alta concentração permitida pela legislação brasileira.

Os dados da POF encontram-se disponíveis no site do IBGE, constando as informações para cada estado e região do país. Dos alimentos que constam nas POFs foram identificados aqueles em que são utilizados corantes artificiais na sua formulação.

### **3.3 Estimativa da Ingestão Diária Máxima Teórica dos corantes artificiais**

Para cada alimento foi verificada a quantidade máxima permitida de cada corante artificial pela legislação brasileira. Com os valores de ingestão dos alimentos foi determinada a Ingestão Diária Máxima Teórica (IDMT) destes aditivos nas diferentes regiões brasileiras e nos diferentes grupos populacionais estudados na POF.

As Diretrizes da FAO/OMS consideram que a pessoa que consome alimentos de uma categoria não necessariamente consome de outras categorias, por isso sugerem uma abordagem que considere, na média, as duas categorias com maiores consumos (JECFA, 2014). Neste trabalho também serão apresentados nos resultados os valores obtidos utilizando esta abordagem.

Foram verificados quais são os alimentos que mais contribuem para a ingestão de cada um dos corantes. Estes foram escolhidos para realizar análises laboratoriais de quantificação.

### **3.4 Determinação do teor de corantes artificiais nos alimentos através de CLAE-UV/VIS**

A partir dos resultados obtidos nas etapas anteriores do estudo, foram selecionados os alimentos das categorias que mais contribuíram para a IDMT para realizar a quantificação do corante em laboratório, usando metodologia de PRADO & GODOY (2004) adaptada.

#### **Reagentes**

Os reagentes utilizados foram metanol (grau HPLC) e os padrões Amarantho, Vermelho Allura e Azul Brillhante ambos com grau de pureza maior que 99% e adquiridos da Sigma Aldrich®. Todas as soluções foram preparadas com água destilada e deionizada (Milli-Q system-Millipore).

#### **Amostras**

Amostras de refrescos em pó e refrigerantes de diferentes marcas e sabores adquiridas na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil foram analisadas. Todos os produtos disponíveis contendo o corante de interesse na lista de ingredientes presente no rótulo foram comprados ao longo dos meses de dezembro de 2018 e janeiro de 2019. No caso de refrescos em pó, o conteúdo de 5 embalagens comerciais do mesmo lote foi homogeneizado e posteriormente solubilizado conforme recomendação do fabricante utilizando água deionizada (Mili-Q) em temperatura ambiente. Em seguida as amostras foram filtradas (Millex LCR 0,45 $\mu$ m) para injeção no cromatógrafo. No caso de refrigerantes, o conteúdo de 5 embalagens comerciais foi homogeneizado, desgaseificado utilizando banho de ultrassom e filtrado (Millex LCR 0,45 $\mu$ m) para injeção no cromatógrafo. As análises foram realizadas em duplicata.

### **Análises cromatográficas**

As análises cromatográficas foram realizadas em cromatógrafo Waters e2695 equipado com desgaseificador, sistema de bomba quaternária para solvente e detector UV/VIS 2998. A coluna utilizada foi a ODS-2, 150X4.6mm i.d., 3 $\mu$ m, C18 *polymeric column* (Waters Spherisorb, Ireland). O método foi adaptado de PRADO & GODOY (2004) utilizando como fases móveis o metanol (solvente A) e a água deionizada (Milli-Q system-Millipore) (solvente B) com um gradiente de eluição isocrático programado para 45%A:55%B, sendo utilizado um fluxo de 0,5 mL/min e um volume de amostra de 10 $\mu$ L.

O equipamento foi ajustado para trabalhar em um espectro entre 200 e 800 nm e os cromatogramas foram processados no comprimento de onda do corante de interesse. Foram injetadas separadamente diferentes concentrações do padrão ( $\geq 99\%$ , Sigma-Aldrich) sob as mesmas condições para a construção de cada curva padrão. A identificação foi realizada comparando os tempos de retenção das amostras com as diferentes diluições do padrão.

### **Análise estatística**

A análise estatística foi realizada utilizando o programa Statistica (Statsoft, USA). Os resultados das análises do teor de cada corante nos alimentos foram expressos como média  $\pm$  desvio padrão e comparados através de análise de variância e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### **3.5 Estimativa da Ingestão Diária dos aditivos**

A Estimativa da Ingestão Diária foi realizada através da multiplicação do valor médio de consumo de um alimento pelo valor médio do nível de corante encontrado neste alimento por análise, somando-se os valores de cada fonte alimentar considerada no estudo. Estes valores também foram comparados aos relativos à Ingestão Diária Máxima Teórica (item 4.3).

Alguns aspectos temporais devem ser levados em consideração e podem representar limitações nesse estudo. As POFs utilizadas na elaboração das IDMTs foram realizadas em dois períodos distintos, a mais antiga ocorrendo em 2008/2009 e a mais recente ocorrendo em 2017/2018. Nesse estudo, se considera que a POF mais atual serve de base para os cálculos e a mais antiga serve como comparação dos resultados demonstrando possíveis variações de consumo e, por consequência, redução ou aumento de possíveis riscos. O período de levantamento de dados sobre os alimentos através do website da maior rede de supermercados foi realizado entre julho de 2016 e junho de 2017. O período de realização da POF 2017-2018 foi de julho de 2017 a julho de 2018. Além disso, a parte experimental do estudo foi iniciada após a análise e obtenção dos primeiros resultados teóricos, por isso as amostras analisadas foram adquiridas em um período posterior, entre dezembro de 2018 e janeiro de 2019. Portanto, existem alguns meses de diferença entre a elaboração das duas bases de dados e mais alguns meses entre a análise inicial destas e posterior quantificação laboratorial das amostras.

### **3.6 Cálculo do valor de Ingestão Diária utilizando concentrações de Amaranto experimentais**

Os valores de concentração de cada corante nos alimentos avaliados experimentalmente foram utilizados para recalcular a Estimativa de Ingestão Diária. Dessa forma, alimentos que mais contribuíram para a ingestão de determinado corante nos cálculos iniciais tiveram seus valores máximos permitidos por lei substituídos pelos valores obtidos em laboratório (mínimos, médios e máximos) e, em seguida a IDMT foi ajustada, obtendo-se os valores de Estimativa de Ingestão Diária (EID).

#### 4 RESULTADOS

Os resultados do presente estudo estão apresentados na forma de quatro artigos científicos:

- Estimation of theoretical intake of synthetic food colors Azorubine, Erythrosine, Indigotine and Ponceau 4R by the Brazilian population
- A ingestão do corante artificial Amarantho (Bordeaux) pode colocar em risco a saúde dos consumidores no Brasil?
- Avaliação da exposição dietética ao corante Vermelho Allura pela população brasileira.
- Estimativa de ingestão teórica do corante Azul Brillante e quantificação em alimentos.

## 5 DISCUSSÃO GERAL

A aparência é um aspecto determinante no momento da escolha do consumidor por determinado produto. A indústria de alimentos procura manter seus clientes satisfeitos fazendo com que os produtos atendam às suas exigências. Para isso, desenvolve tanto métodos de produção, como matérias-primas, aditivos e embalagens, para atingir seus objetivos, bem como para propiciar a fidelização dos consumidores aos seus produtos. Embora cada indivíduo possua definições subjetivas e particulares sobre as características desejáveis de um alimento, um ponto em comum entre todos é que cores agradáveis induzem a uma ideia de qualidade global. Desse modo, a adição de corantes em alimentos é uma prática antiga e bastante utilizada até a atualidade (COULTATE and BLACKBURN, 2018).

No entanto, diversos estudos relacionam o uso de aditivos alimentares com efeitos tóxicos, principalmente no tocante aos corantes artificiais (COULTATE and BLACKBURN, 2018). Porém existem poucos estudos sobre a avaliação da ingestão destes aditivos pela população.

No ano de 2013, este grupo de pesquisa em Ciências dos alimentos iniciou um trabalho com o intuito de estimar a ingestão diária de corantes artificiais pela população brasileira. Com esse objetivo, foi utilizado um método de avaliação de estimativa de ingestão baseado nas diretrizes da FAO (JECFA, 2014), que utiliza dados de presença de corantes nos alimentos comercializados por redes de supermercados no Brasil e dados de consumo de alimentos obtidos nas duas últimas Pesquisas de Orçamentos Familiares (POF) realizada no país (POF 2008/2009 e POF 2017/2018). A POF mais recente teve os seus resultados divulgados em agosto de 2020. No presente estudo foi avaliado o consumo dos seguintes corantes artificiais pela população brasileira: Azorrubina (INS 122), Azul Brillante (INS 133), Amarantho ou Bordeaux S (INS 123), Eritrosina (INS 127), Indigotina (INS 132), Ponceau 4R (INS 124) e Vermelho Allura (INS 129). O consumo dos corantes Tartrazina e Amarelo Crepúsculo não foi abordado, visto que estes foram estudados em trabalhos anteriores, utilizando a POF 2008/2009 e brevemente descritos a seguir.

Rodrigues (2015) avaliou a Ingestão Diária Máxima Teórica (IDMT) média *per capita* (mg/dia) de Tartrazina e observou que esta não ultrapassava a IDA em nenhuma das

seguintes distribuições: por gêneros (masculino e feminino), por regiões brasileiras (Norte, Nordeste, Centro-oeste, Sudeste e Sul), por classes de renda familiar *per capita* (até R\$ 296; mais de R\$ 296 a R\$ 571; mais de R\$ 571 a R\$ 1.089; mais de R\$ 1.089) e por faixas etárias (adolescentes, adultos e idosos). No entanto, ao considerar a prevalência de consumo alimentar, ou seja, apenas as pessoas que afirmam consumir os alimentos, a Ingestão Diária Máxima Teórica Balanceada pela Prevalência de Consumo Alimentar (IDMT BPCTA) foi superior à IDA para os seguintes grupos populacionais: mulheres nas regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste; mulheres nas classes de renda familiar *per capita* “até R\$ 296” e “mais de R\$ 296 a R\$ 571”; e para as faixas etárias “Adolescentes” (para ambos os sexos) e “Adultos” para “19 anos” e “20 a 24 anos” do sexo feminino. Para os “Adolescentes” de 10 anos a IDMT ao considerar a prevalência de consumo, esta foi o dobro da IDA. Desta forma, o trabalho publicado em 2015 indicou que alguns grupos populacionais podem estar colocando em risco a sua saúde pelo consumo do corante Tartrazina em quantidades maiores que as recomendadas. A pesquisa indicou ainda quais os alimentos que mais contribuem para a ingestão de Tartrazina: Sucos/refrescos/sucos em pó reconstituídos.

Feitosa et al (2017) realizaram estudo semelhante em que avaliaram a estimativa de consumo do corante artificial Amarelo Crepúsculo (AC) pela população brasileira. De forma similar ao estudo da Tartrazina, foi observado que a IDMT média não ultrapassou a Ingestão Diária Aceitável (IDA). No entanto, ao considerar a prevalência de consumo alimentar em áreas urbanas e rurais (279 e 260 mg de AC/dia), nas cinco regiões do país (260 a 338 mg de AC/dia) e nas faixas etárias dos adolescentes (332 mg AC/dia), observaram que parte da população pode estar excedendo, chegando a valores de quase 2 vezes a IDA recomendada. Segundo este estudo, os alimentos que mais contribuem para o consumo excessivo do Amarelo Crepúsculo são sucos em pó, refrigerantes e chocolates. De acordo com a pesquisa, os adolescentes são a faixa etária com uma maior ingestão do corante em relação à IDA.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o consumo de outros corantes artificiais pela população. Apesar de atualmente a legislação brasileira permitir o uso de 14 diferentes corantes artificiais, excluindo os que já tinham sido estudados (Tartrazina e Amarelo crepúsculo), foram selecionados sete corantes artificiais que foram

observados nas listas de ingredientes dos alimentos comercializados que compõe o banco de dados utilizado neste estudo. Assim, no presente trabalho foi avaliado o consumo de Azorrubina (INS 122), Azul Brilhante (INS 133), Amarantho ou Bordeaux S (INS 123), Eritrosina (INS 127), Indigotina (INS 132), Ponceau 4R (INS 124) e Vermelho Allura (INS 129). Os seguintes corantes artificiais permitidos em alimentos no Brasil não foram constatados nos rótulos de nenhum alimento: Amarelo de Quinoleína (INS-104), Azul Patente V (INS 131), Verde Rápido (INS-143), Negro Brilhante (INS-151) e Marron HT (INS-155), podendo ser considerada praticamente nula sua ingestão.

Os resultados deste trabalho foram apresentados em quatro artigos científicos:

- Estimation of theoretical intake of synthetic food colors Azorubine, Erythrosine, Indigotine and Ponceau 4R by the Brazilian population
- A ingestão do corante artificial Amarantho (Bordeaux) pode colocar em risco a saúde dos consumidores no Brasil?
- Avaliação da exposição dietética ao corante Vermelho Allura pela população brasileira.
- Estimativa de ingestão teórica do corante Azul Brilhante e quantificação em alimentos.

A Tabela 5 apresenta um resumo geral das informações referentes aos corantes artificiais utilizados no Brasil, considerando os valores obtidos para a POF 2017/2018 por ser a informação mais atual disponível no momento. Para os corantes Tartrazina e Amarelo Crepúsculo, como já mencionado, os dados se referem à POF 2008/2009 porém com as ingestões aceitáveis recalculadas, já que houve revisões e alterações nos valores desde as publicações daqueles trabalhos até hoje. A IDA de Tartrazina passou de 7 para 10 mg/Kg p.c. Para a elaboração da Tabela 4 foram usadas as IDAs vigentes.

*Tabela 5: Resumo das IDMTs média e IDMTs BPCA dos corantes artificiais*

INS	Nome do corante	IDMT média						IDMT BPCA					
		Mín. <sup>1</sup> (mg/dia)	População <sup>2</sup>	% IDA <sup>3</sup>	Máx. <sup>4</sup> (mg/dia)	População	% IDA	Mín. (mg/dia)	População	% IDA	Máx. (mg dia)	População	% IDA

*utilizados no Brasil.*

102	Tartrazina (Rodrigues et al, 2015)	25	Idosos - idoso masculino	3,6%	45,1	Sul - adolescente feminino	9,4%	346,5	Idosos - idoso masculino	49,5%	496,1	Norte - adolescente feminino	103,4%
110	Amarelo Crepúsculo (Feitosa et al, 2017)	18	Idosos - idoso masculino	6,4%	40	Adolescentes - adolescente feminino	20,8%	221	Idosos - idoso masculino	78,9%	338	Nordeste - adolescente feminino	176,0%
122	Azorrubina	0,3	Norte - adulto masculino	0,1%	1,2	Adolescentes - adolescente feminino	0,6%	13,4	Nordeste - adulto masculino	4,7%	16,6	Norte - adolescente feminino	8,6%
123	Amaranto (Bordeaux S)	6,6	Idosos - idoso masculino	18,9%	13,9	Sul - adolescente feminino	57,9%	58,5	Centro-Oeste - adulto masculino	162,5%	94,1	Idosos - Idoso feminino	298,7%
124	Ponceau 4R	0,4	Rural - adulto masculino	0,1%	1,2	Adolescentes - adolescente feminino	0,6%	27,3	Idosos - idoso masculino	9,8%	33,5	Adolescentes - adolescente feminino	17,4%
127	Eritrosina	0,06	Rural - adulto masculino	0,8%	0,12	Urbano - adolescente feminino	2,5%	2,4	Rural - adulto masculino	33,3%	4,2	Idosos - idoso feminino	66,7%
129	Vermelho Allura	13,8	Idosos - idoso masculino	2,8%	23,6	Sul - adolescente feminino	7,0%	162,1	Feminino - idoso feminino	36,8%	199,3	Sul - adolescente feminino	59,3%
132	Indigotina	0,6	Norte - adulto masculino	0,2%	1,7	Sudeste - adolescente feminino	0,7%	40,6	Centro-Oeste - adulto masculino	11,3%	53,5	Norte - adolescente feminino	22,3%
133	Azul Brillhante	14,4	Idosos - idoso masculino	3,4%	30,4	Sudeste - adolescente feminino	10,6%	219,7	Centro-Oeste - adulto masculino	50,9%	279,4	Sudeste - adolescente feminino	97,0%

<sup>1</sup>Mín. (IDMT mínima) = menor ingestão calculada para o respectivo corante (mg/dia).

<sup>2</sup>População = (distribuição populacional – população da qual a IDA foi usada na comparação com a IDMT).

<sup>3</sup>% IDA = percentual que a IDMT representa da IDA da população apresentada.

<sup>4</sup>Máx. (IDTM máxima) = maior ingestão calculada para o respectivo corante (mg/dia).

Pode ser observado que a IDTM média não ultrapassa a IDA para nenhum corante, sendo o Amaranto o que mais se aproxima da IDA (chegando a valores de aproximadamente 58% da IDA). Na sequência aparecem o Amarelo Crepúsculo (20,8% da IDA segundo dados da POF 2008/2009), o Azul Brillhante (10,6% da IDA), a Tartrazina (9,4% da IDA segundo dados da POF 2008/2009) e o Vermelho Allura (7,0% da IDA).

Considerando a IDTM BPCA, a maioria dos corantes ainda tem o consumo abaixo da IDA. Para os corantes Azorrubina, Ponceau 4R e Indigotina os valores máximos de IDTM BPCA não ultrapassam 25% da IDA. Para Vermelho Allura, Eritrosina e Azul Brillhante os valores máximos não ultrapassam a IDA mas se aproximam dela (59,3; 66,7 e 97,0% respectivamente). Os corantes para os quais a IDTM BPCA máxima ultrapassa a

IDA são a Tartrazina, o Amarelo Crepúsculo e o Amaranato, chegando a valores de 103,4; 176,0 e 298,7% da IDA respectivamente (para Tartrazina e Amarelo Crepúsculo os dados são da POF 2008/2009). Para o Amaranato a IDA é ultrapassada pela IDTM BPCA para todas as distribuições populacionais avaliadas, até o valor máximo de consumo (94,1 mg/dia) que chega a ser em torno de 3 vezes maior do que a ingestão aceitável.

Considerando os 7 corantes estudados nesse trabalho, são 12 as categorias em que pelo menos um dos corantes está presente na formulação dos produtos, são elas: Cereais matinais, Outros laticínios, Chocolates, Sorvete/picolé, Outros doces, Doces diet/light, Bebidas destiladas, Sucos/refrescos/sucos em pó reconstituídos, Refrigerantes, Outras bebidas não alcoólicas, Iogurtes e Outros laticínios. Se for levada em consideração as diferenças de consumo de alimentos entre as POFs 2008/2009 e 2017/2018 observa-se que para a maioria dessas categorias, o consumo de alimentos (g/dia) é menor na POF mais recente com destaque para o consumo de “Refrigerantes” para a região Sudeste que diminuiu de 111,7 g/dia em 2008 para 69,6 g/dia em 2017. Em alguns casos houve aumento de consumo, com destaque para a categoria “Sucos/refrescos/sucos em pó reconstituídos” em que o consumo aumentou de 115,1 g/dia em 2008 para 133,3 g/dia no caso de moradores da área rural do país.

Das 12 categorias citadas, 9 aparecem em alguma distribuição populacional como uma das categorias que mais contribui para o consumo do respectivo corante estudado. As categorias e os corantes são descritos a seguir:

- Iogurtes: uma das categorias que mais contribui para o consumo de Azorrubina e Ponceau 4R.
- Outros doces: uma das categorias que mais contribui para o consumo de Azorrubina, Eritrosina e Indigotina.
- Chocolates: uma das categorias que mais contribui para o consumo Indigotina.
- Sorvete/picolé: uma das categorias que mais contribui para o consumo Ponceau 4R.
- Bebidas destiladas: uma das categorias que mais contribui para o consumo Azul brilhante.

- Refrigerantes: uma das categorias que mais contribui para o consumo Azul brilhante e Amaranto.

- Sucos/refrescos/sucos em pó reconstituídos: uma das categorias que mais contribui para o consumo Vermelho Allura, Azul brilhante e Amaranto.

- Outras bebidas não alcoólicas: uma das categorias que mais contribui para o consumo Vermelho Allura, Azul brilhante e Amaranto.

Considerando os resultados obtidos, nesse trabalho foram também realizadas análises laboratoriais de quantificação dos corantes nos alimentos que mais contribuíram para a ingestão de Vermelho Allura (INS129), Amaranto (INS 123) e Azul Brilhante (INS 133). O Vermelho Allura foi quantificado em 48 amostras de refresco em pó, o Amaranto foi quantificado em 12 amostras de refresco em pó e 8 de refrigerantes e o Azul Brilhante foi quantificado em 17 amostras de refresco em pó e 6 de refrigerantes. A Tabela 5 apresenta um resumo dos resultados experimentais obtidos.

*Tabela 6: Resumo dos resultados de análises laboratoriais dos corantes Vermelho Allura, Amaranato e Azul Brilhante (mg/100 mL) em amostras de refresco em pó reconstituído e refrigerantes e o percentual que representa do máximo permitido pela legislação brasileira.*

INS	Corante	Limite estabelecido por legislação <sup>1</sup> (mg/100 mL)	Nº total de amostras	Menor conteúdo quantificado (mg/100 mL)	% da Legislação	Maior conteúdo (mg/100 mL)	% da Legislação
123	Amaranto	5	20	1,90 ± 0,82	38%	19,97 ± 0,81	400%
129	Vermelho Allura	10	48	0,04 ± 0,01	0,40%	0,973 ± 0,09	9,73%
133	Azul Brilhante	10	23	0,23 ± 0,03	2,30%	0,29 ± 0,04	2,90%

<sup>1</sup>Limite estabelecido por lei para “Bebidas gaseificadas e não gaseificadas prontas para o consumo” e para “Pós para o preparo de bebidas gaseificadas e não gaseificadas”

Os conteúdos de Vermelho Allura e Azul brilhante ficaram dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira para todas as amostras. Para Vermelho Allura uma amostra esteve abaixo do LD (0,01 mg/100mL) e duas abaixo do LQ (0,04 mg/100mL). Para o Azul Brilhante chamou a atenção o número de amostras abaixo do LD (0,061 mg/100mL) e LQ (0,184 mg/100mL). Para o corante Amaranato, os resultados foram muito diferentes, sendo que o conteúdo da maioria das amostras analisadas em laboratório ultrapassou a quantidade máxima permitida por lei chegando a 4 vezes o limite.

Ao considerar os resultados encontrados nesse estudo, observa-se que o consumo do corante Amaranato parece trazer riscos a população brasileira tanto do ponto de vista de ingestão somada de alimentos contendo o corante, como também pelo próprio conteúdo do corante nos alimentos que mais contribuem para a ingestão do mesmo. Para os demais corantes estudados (Azorrubina, Azul Brilhante, Eritrosina, Indigotina, Ponceau 4R e Vermelho Allura) a ingestão parece não oferecer riscos à saúde da população em geral.

## 6 CONCLUSÕES

Para os corantes avaliados nesse estudo (Azorrubina, Azul Brilhante, Amaranato ou Bordeaux S, Eritrosina, Indigotina, Ponceau 4R e Vermelho Allura), a Ingestão Diária Teórica Máxima (IDTM) média per capita (mg/dia) não ultrapassa a Ingestão Diária Aceitável (IDA) em nenhuma das distribuições populacionais estudadas nem para a POF 2008/2009 e nem para a POF 2017/2018. O valor máximo foi encontrado para o corante Amaranato, chegando a 58% da IDA.

Quando a prevalência de consumo alimentar é levada em consideração no cálculo da ingestão, a IDMT BPCA se aproxima da IDA, mas sem ser ultrapassada para a maioria dos corantes. A IDMT BPCA chega a 0,7% da IDA para Azorrubina, 0,9% da IDA para Ponceau 4R, 2,5% da IDA para Indigotina, 59,3% da IDA para o Vermelho Allura e 66,7% para a Eritrosina. Para o Azul Brilhante a IDTM BPCA ultrapassa a IDA em algumas distribuições populacionais, chegando a 115% da IDA. Para o Amaranato a IDA é ultrapassada pela IDTM BPCA em todas as distribuições populacionais avaliadas, até o valor máximo de consumo (94,1 mg/dia), podendo representar aproximadamente 3 vezes a IDA.

De modo geral as categorias de alimentos que mais contribuem para a ingestão dos corantes estudados são: Sucos/refrescos/sucos em pó reconstituídos, Refrigerantes, Outras bebidas não alcoólicas, Bebidas destiladas, Outros doces, Iogurtes, Chocolates e Sorvete/picolé.

Amostras de refresco em pó e refrigerantes comercializadas na cidade de Porto Alegre (RS) foram analisados sendo que, para Vermelho Allura e Azul Brilhante, todas as amostras estavam de acordo com a legislação vigente, inclusive apresentando conteúdo de corante bem mais baixo do máximo permitido. Para o corante Amaranato, das 20 amostras analisadas 18 estavam acima do limite máximo permitido por lei.

Pode-se concluir que o consumo de Azorrubina, Eritrosina, Indigotina, Ponceau 4R, Vermelho Allura e Azul Brilhante não representa um risco para a população brasileira de um modo geral (para pessoas acima de 10 anos). Alguns grupos populacionais podem estar ingerindo esses corantes em quantidades próximas, e eventualmente, superiores às

recomendadas considerando dietas específicas. De forma geral, quanto menor a faixa etária maior o consumo de corantes artificiais e maior a chance de ultrapassar a IDA.

Para o corante Amarantho, os resultados mostram que o consumo pela população brasileira de forma geral está acima dos limites recomendados tanto analisando os resultados de estimativa de ingestão teórica do corante como também os conteúdos do corante em alimentos que contribuem para o consumo total do corante. Os resultados desse estudo mostram que o consumo do corante artificial Amarantho pode estar colocando em risco a saúde de diversos grupos populacionais.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMCHOVA P, KOTOLOVA H, RUDA-KUCEROVA J. 2015. Health safety issues of synthetic food colorants. *Regul. Toxicol. and Pharmac.* 73:914-922.

ARIT, U. 2011. *The Legislation of Food Colours in Europe*. Boycetown, Carrigaline, County Cork. Ireland: NATCOL.

ASHFAQ N, MASUD T. 2002. Surveillance on Artificial Colours in Different Ready to Eat Foods. *Pakist. Jour. of Nutr.* 5:223-225.

BATADA A, JACOBSON M. 2016. Prevalence of artificial food colors in grocery store products marketed to children. *Clinical Pediatrics.* 55(12):1113–1119.

BERTIN RL, PARISENTI J, PIETRO PF, VASCONCELOS FAG. 2006. Métodos de avaliação do consumo alimentar de gestantes: uma revisão. *Rev. Brasil. de Saúde Mat. Infan.* 6:383-390.

BRASIL. 1965. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Decreto nº 55871, de 26 de março de 1965.

\_\_\_\_\_. 1978. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Resolução - CNNPA nº 44.

\_\_\_\_\_. 2012. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Informe Técnico nº. 48, de 10 de abril de 2012. Esclarecimentos sobre a segurança de uso do corante Caramelo IV – processo sulfito amônia (INS 150d).

\_\_\_\_\_. 2015. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. MINISTÉRIO DA SAÚDE. COMPÊNDIO DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA DE ADITIVOS ALIMENTARES.

COULTATE T, BLACKBURN. 2018. Food colorants: their past, present and future. *Coloration Technology.* 134:165-186. doi: 10.1111/cote.12334.

DOWNHAM A, COLLINS P. 2000. Colouring our foods in the last and next millennium. *International Journal of Food Science and Technology.* 35:5-22.

EFSA (European Food Safety Authority). 2009<sup>a</sup>. Scientific Opinion on the re-evaluation of Azorubine/Carmoisine (E 122) as a food additive. EFSA Panel on Food additives and Nutrient Sources added to Food (ANS). 7(11):1332.

EFSA (European Food Safety Authority). 2009<sup>b</sup>. Scientific Opinion on the re-evaluation of Ponceau 4R (E 124) as a food additive. EFSA Panel on Food additives and Nutrient Sources added to Food (ANS). 7(11):1328.

EFSA (European Food Safety Authority). 2010. Scientific Opinion on the re-evaluation of Amaranth (E 123) as a food additive. EFSA Panel on Food additives and Nutrient Sources added to Food (ANS). 8(7):1649.

EFSA (European Food Safety Authority). 2011. Scientific Opinion on the re-evaluation of Erythrosine (E 127) as a food additive. EFSA Panel on Food additives and Nutrient Sources added to Food (ANS). 9(1):1854.

EFSA (European Food Safety Authority). 2014. Scientific Opinion on the re-evaluation of Indigo Carmine (E 132) as a food additive. EFSA Panel on Food additives and Nutrient Sources added to Food (ANS). 12(7):3768.

EFSA (European Food Safety Authority). 2016. Evaluation of certain food additives, Eighty-second report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives.

EFSA (European Food Safety Authority). 2018. Evaluation of certain food additives: eighty-fourth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives.

EFSA (European Food Safety Authority). 2020. About EFSA. Última atualização: 22 de julho de 2020. Disponível em: < <https://www.efsa.europa.eu/en/aboutefsa>>.

FSA (Food Standards Agency). 2018. EU Approved additives and E Numbers - Additives and E Numbers for colours, preservatives, antioxidants, sweeteners, emulsifiers, stabilisers, thickeners and other types of additives. Última atualização: 01 de março de 2018. Disponível em: <https://www.food.gov.uk/business-guidance/eu-approved-additives-and-e-numbers>.

FEITOSA LCAF, RODRIGUES PS, SILVA AS, RIOS AO, CLADERA-OLIVERA F. 2017. Estimate of the theoretical maximum daily intake of Sunset Yellow FCF by the Brazilian population. Food Addit. & Contam.: Part A. 34:1-8.

FISBERG RM, MARCHIONI DML, COLUCCI AC. 2009. Assessment of food consumption and nutrient intake in clinical practice. *Arquivos Brasil. de Endocr. e Metabol.* 53:617-624.

GARCIA RWD. 2004. Representações sobre consumo alimentar e suas implicações em inquéritos alimentares: estudo qualitativo em sujeitos submetidos à prescrição dietética. *Revista de Nutrição.* 17:15-28.

HA M.-S, HA S.-D, CHOI S.-H, BAE D.-H. 2013. Exposure assessment of synthetic colours approved in Korea. *Food Additives & Contaminants: Part A.* 30(4):643–653.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2010. PESQUISA DE ORÇAMENTOS FAMILIARES 2008/2009. In: Instituto Brasileiro de Geografia e estatística: banco de dados. 2010. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/xml/pof\\_2008\\_2009.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/xml/pof_2008_2009.shtm)>. Acesso em 13/09/2018.

\_\_\_\_\_. 2020. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. PESQUISA DE ORÇAMENTOS FAMILIARES 2017/2018. Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil In: Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/24786-pesquisa-de-orcamentos-familiares-2.html?edicao=28523&t=publicacoes>. Acesso em 21/08/2020.

JECFA (Joint FAO/WHO Committee on Food Additives). (2014). Guidelines for the simple evaluation of food additive intake. URL [www.fao.org/input/download/standards/6/cxg\\_003e.pdf](http://www.fao.org/input/download/standards/6/cxg_003e.pdf), accessed 15.01.2017.

JFCRF (Japan Food Chemical Research Foundation). 2018. List of Designated Additives. Última atualização: 03 de julho de 2018. Disponível em: <https://www.ffcr.or.jp/en/tenka/list-of-designated-additives/list-of-designated-additives.html#>

MARTINS N, RORIZ CL, MORALES P, BARROS L, FERREIRA ICFR. 2016. Food colorants: Challenges, opportunities and current desires of agroindustries to ensure consumer expectations and regulatory practices. *Trends in Food Scien. & Techn.* 52:1-15.

MOUTINHO I, BERTGES L, ASSIS R. 2007. Prolonged use of the food dye tartrazine (FD&C yellow n° 5) and its effects on the gastric mucosa of Wistar rats. *Brazilian Journal of Biology*. 67:141-145.

OPLATOWSKA-STACHOWIAK M, ELLIOTT CT. 2017. Food colors: Existing and emerging food safety concerns. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 57(3): 524–548.

PAAKKI M, SANDELL M, HOPIA A. 2016. Consumer's reaction to natural, atypically colored foods: an investigation using blue potatoes. *Journ. of Sens. Stud.* 31:78-89.

POLÔNIO MLT, PERES F. 2009. Food additive intake and health effects: public health challenges in Brazil. *Cader. de Saude Publ.* 8:1653-1666.

PRADO MA, GODOY HT. 2004. Determinação de corantes artificiais por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) em pó para gelatina. *Quím. Nova.* 27:22-26.

QUEIJA C, QUEIRÓS MA, RODRIGUES LM. 2001. A cor dos Alimentos. *Bolet. da Soc. Portug. de Quím.* 80:6-11.

RODRIGUES PS, Estudo do uso de corantes artificiais em alimentos e estimativa de ingestão de Tartrazina pela população brasileira. 2015. 105f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ROVINA K, PRABAKARAN PP, SIDDIQUEE S, SHAARANI SMd. 2016. Methods for the analysis of Sunset Yellow FCF (E110) in food and beverage products- a review. *Trends in Analytical Chemistry.* 85:47–56.

SASAKI YF, KAWAGUCHI S, KAMAYA A, OHSHITA M, KABASAWA K, IWAMA K, TANUGUCHI K, TSUDA S. 2002. The comet assay with 8 mouse organs result with 39 currently used food additives. *Mutat. Res.* 519(1- 2):103-119.

SCHUMANN SPA, POLÔNIO MLT, GONCALVES ECBA. 2008. Evaluation of artificial dye intake by children. *Cien. e Technol. de Alim.* 28: 534-539.

US. 2017. FDA, Food and Drugs Administration US. Color Additives Approved for Use in Human Food. Part 74, Subpart A: Color additives subject to batch certification. Última

atualização: 15 de novembro de 2017. Disponível em:  
<https://www.fda.gov/ForIndustry/ColorAdditives/ColorAdditiveInventories/ucm115641.htm#table1B>

VALENTE MCH, 2018. Corantes artificiais: Estudo da estimativa de ingestão por crianças e da percepção de adultos residentes no Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul. p. 139.

YAMJALA K, NAIANAR MS, RAMISETTI NR. 2016. Methods for the analysis of azo dyes employed in food industry – A review. Food Chemistry. 192:813–824.