UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
Programa de Pós-Graduação em Toxicologia
e Análises Toxicológicas

Metodologia para estimativa de resíduos de praguicidas em *commodities* de origem animal para o cenário brasileiro, para estabelecimento de limites máximos de resíduos e condução de avaliações do risco dietético

Laura Brisighelo Valerio

Dissertação para obtenção do Título de Mestre
Orientador: Prof. Dra. Elizabeth de Souza Nascimento

São Paulo
2018

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
Programa de Pós-Graduação em Toxicologia
e Análises Toxicológicas

Metodologia para estimativa de resíduos de praguicidas em *commodities* de origem animal para o cenário brasileiro, para estabelecimento de limites máximos de resíduos e condução de avaliações do risco dietético

Laura Brisighelo Valerio

“Versão corrigida da Dissertação conforme resolução CoPGr 6018.
Original encontra-se disponível no Serviço de Pós-Graduação da FCF/USP”.

Dissertação para obtenção do Título de Mestre
Orientador: Prof. Dra. Elizabeth de Souza Nascimento

São Paulo
2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha Catalográfica

Elaborada pela Divisão de Biblioteca e
Documentação do Conjunto das Químicas da USP.

Bibliotecária responsável pela orientação de catalogação da publicação:
Marlene Aparecida Vieira - CRB - 8/5562

Valerio, Laura Brisighelo
V164m Metodologia para estimativa de resíduos de praguicidas em *commodities* de origem animal para o cenário brasileiro, para estabelecimento de limites máximos de resíduos e condução de avaliações do risco dietético / Laura Brisighelo Valerio. -- São Paulo, 2018.
172p.

Dissertação (mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. Departamento de Análises Clínicas e Toxicológicas.

Orientador: Nascimento, Elizabeth de Souza

1. Praguicidas : toxicologia. 2. Toxicologia. I. T. II. Nascimento, Elizabeth de Souza, orientador.

615.951 CDD

Laura Brisighelo Valerio

Metodologia para estimativa de resíduos de praguicidas em *commodities* de origem animal
para o cenário brasileiro, para estabelecimento de limites máximos de resíduos e condução de
avaliações do risco dietético

Comissão Julgadora
da
Dissertação para obtenção do Título de Mestre

Prof. Dr.
Elizabeth de Souza Nascimento /presidente

1o. examinador

2o. examinador

3o. examinador

4o. examinador

São Paulo, _____ de _____ de 2018.

Aos meus pais, que com muito apoio e incentivo,
nunca mediram esforços para que eu chegasse até
esta etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Prof. Dra. Elizabeth de Souza Nascimento, pela confiança, pelo respeito e pela orientação.

À Faculdade de Ciências Farmacêuticas e ao Programa de Pós-Graduação em Toxicologia e Análises Toxicológicas da Universidade de São Paulo, pela oportunidade de realização do curso.

À Carol Aguirre, pelo constante apoio e incentivo no meu desenvolvimento profissional.

À Syngenta, pelo apoio e pela oportunidade de concretizar essa importante realização pessoal e profissional.

Ao David Johnson, pelos ensinamentos e suporte durante o trabalho.

Aos meus pais, minha família, meus amigos e colegas, pela paciência, pelo carinho e companheirismo.

Enfim, agradeço à todos que fizeram parte e que me ajudaram, direta ou indiretamente, nessa diferente e importante etapa da minha vida. Muito obrigada!

RESUMO

VALERIO, L. B. **Metodologia para estimativa de resíduos de praguicidas em commodities de origem animal para o cenário brasileiro, para estabelecimento de limites máximos de resíduos e condução de avaliações do risco dietético**. 2018. 172f. Tese (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

No Brasil o Limite Máximo de Resíduo (LMR) para praguicidas é estabelecido pelas autoridades competentes apenas para as *commodities* vegetais e é publicado nas monografias dos ingredientes ativos da ANVISA. Os LMRs em *commodities* de origem animal não são estabelecidos, e, portanto, não é considerada a exposição não intencional dos animais, como o uso de praguicidas em culturas destinadas a alimentação animal. Consequentemente, tem-se um conhecimento inadequado dos reais valores de resíduos de praguicidas em produtos de origem animal como carne, leite e ovos, sendo uma limitação para a condução mais acurada de uma avaliação da exposição da população brasileira a praguicidas. Os LMRs estabelecidos pelo JMPR (*Joint FAO/WHO Meetings on Pesticide Residues*) e OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) para os produtos de origem animal não podem ser utilizados em primeira instância como sendo representativos para o Brasil, uma vez que é necessária uma análise profunda, não somente dos produtos, doses e culturas, a fim de identificar se estes refletem o cenário brasileiro, como também uma análise das práticas de alimentação animal feitas no país, uma vez que as tabelas relativas à alimentação animal para o cálculo da carga dietética de praguicidas são específicas para cada região/país, conforme estabelece a OECD. O objetivo deste estudo foi propor uma metodologia a ser utilizada para o cenário brasileiro a fim de estimar valores de resíduos de praguicidas em *commodities* de origem animal, para que estes sejam considerados na etapa de avaliação da exposição aos praguicidas no Brasil, no processo de avaliação do risco dietético. Para tanto, construiu-se as tabelas brasileiras de alimentos vegetais consumidos por diferentes animais e duas calculadoras/ferramentas em Excel® validadas para o auxílio da estimativa da carga alimentar de resíduos de praguicidas para cada animal e da estimativa dos resíduos em cada *commodite*. Sendo assim, demonstrou-se ser uma metodologia válida para estimar resíduos de praguicidas em *commodities* animais, para o cenário brasileiro.

Palavras-chaves: praguicidas, toxicologia, resíduos em produtos de origem animal, avaliação do risco, resíduos de praguicidas, limite máximo de resíduo.

ABSTRACT

VALERIO, L. B. **Methodology for the estimation of pesticide residues in animal commodities for the Brazilian scenario, for establishment of maximum residue limits and conduction of dietary risk assessments.** 2018. 172f. Tese (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

In Brazil the Maximum Residue Limit (MRL) for pesticides is established by the competent authorities only for plant commodities and it is published in the ANVISA's active ingredients monographs. MRLs on commodities of animal origin are not established, and therefore unintentional animal exposure such as the use of pesticides in crops intended for animal feed is not considered. Consequently, the actual values of pesticide residues in animal commodities are not known, becoming a limitation for the conduction of a more accurate exposure assessment of the Brazilian population to pesticides. The MRLs established by the JMPR (Joint Meetings on Pesticide Residues) and OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) for animal commodities cannot be used in the first instance as being representative for Brazil, since a thorough analysis is needed not only of the products, doses and crops, in order to identify if they reflect the Brazilian scenario, but also an analysis of the animal feeding practices predominant in the country, since the tables related to animal feed for the calculation of the animal dietary burden of pesticides are specific to each region/country, as established by the OECD. The objective of the study was to propose a methodology to be used for the Brazilian scenario in order to estimate pesticide residues levels in animal commodities, so that they are considered in the exposure assessment to pesticides in Brazil, in the dietary risk assessment process. In order to do so, were created the Brazilian animal feed table for different animals and two validated Excel® calculators/tools to aid in estimating the animal dietary burden for each animal and estimating the residues in each animal commodity. Therefore, it has been demonstrated to be a valid methodology for estimating pesticide residues in animal commodities for the Brazilian scenario.

Keywords: pesticide, toxicology, residues in animal commodities, risk assessment, pesticide residues, maximum residue level.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Avaliação do Risco	15
1.2 Avaliação da Exposição	16
1.2.1 Fontes de Exposição a Resíduos de Praguicidas Através da Dieta	16
1.2.2 Determinação de Resíduos de Praguicidas em Alimentos	18
1.2.3 Estudo de Alimentação Animal ou Estudo de Resíduos em Animais de Produção (<i>Livestock Feeding Studies</i> ou <i>Residues in Livestock</i>)	21
1.2.4 Carga Alimentar Animal de Resíduos de Praguicidas	23
1.2.5 Exposição Animal Através da Aplicação Direta de um Praguicida de uso Dual	26
1.2.6 Estimativa dos Níveis de Resíduos de Praguicidas nos Produtos de Origem Animal	27
1.3 Justificativa	28
2. OBJETIVOS	30
2.1 Geral.....	30
2.2 Específicos	30
3. MATERIAL E MÉTODOS	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 Tabela Brasileira de Alimentos Vegetais Consumidos pelos Animais.....	33
4.2 Prática Pecuária Predominante no Brasil	35
4.3 Calculadora de Carga Dietética Animal de Resíduos de Praguicidas	37
4.3.1 Estrutura da calculadora de carga dietética de resíduos de praguicidas	38
4.3.2 Cálculo da carga alimentar de resíduos de praguicidas com a calculadora – como utilizá-la	42
4.3.3 Etapas de cálculo utilizadas na calculadora	44
4.3.4 Validação da calculadora de carga dietética de resíduos de praguicidas	45
4.3.4.1 Validação utilizando os dados da União Européia para bovino de corte	46
4.3.4.2 Validação utilizando os dados da Austrália para bovino de corte	47
4.3.4.3 Validação utilizando os dados do Japão para bovino de corte	49
4.4 Calculadora para estimativa de resíduos em <i>commodities</i> de origem animal.....	51
4.4.1 Estrutura da Calculadora de Estimativa de Resíduos em <i>commodities</i> de origem animal	52
4.4.2 Validação da Calculadora de Estimativa de resíduos de Praguicidas em <i>Commodities</i> de Origem Animal.....	61

4.4.2.1 Validação da calculadora utilizando a aba “ <i>Mammalian Omental Fat</i> ” e “ <i>Summary_output_mammals</i> ”	61
4.4.2.2 Validação da calculadora utilizando a aba “ <i>Mammalian Kidney</i> ” e “ <i>Summary_output_mammals</i> ”	65
4.4.2.3 Validação da calculadora utilizando outras abas	70
4.4.2.4 Validação de todas as abas da calculadora	74
5. CONCLUSÃO	77
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICA.....	79
7. ANEXOS	83
8. APÊNDICE I- RELATÓRIO TÉCNICO FINAL: BOVINOS, CAPRINOS E OVINOS	105
9. APÊNDICE II - RELATÓRIO TÉCNICO FINAL: AVES E SUÍNOS	127

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de exposição humana à substâncias químicas através de diferentes meios e vias de exposição.	17
Figura 2. Fontes de exposição a resíduos de praguicidas através da dieta.....	18
Figura 3. Objetivos dos ensaios de metabolismo de praguicidas em plantas e dos ensaios de campo..	20
Figura 4. Objetivos dos estudos de alimentação animal (<i>livestock feeding studies</i>) e estudos de metabolismo animal.	21
Figura 5. Combinação dos resultados da carga alimentar com os resultados dos estudos de alimentação animal para estimar resíduos em produtos de origem animal.	28
Figura 6: Abas da calculadora de carga dietética de resíduos de praguicidas.	38
Figura 7: Aba “Input” com as informações apresentadas sobre cultura, classificação, % matéria seca e campo para inserção de dados referentes a resíduos.	38
Figura 8: Exemplo do resumo de carga alimentar de resíduos calculado para cordeiro/cabrito no Brasil.	41
Figura 9: Tabela com os resultados do cálculo da carga alimentar de resíduos para cada animal.	41
Figura 10: Aba “Input” para a entrada de dados de resíduos, com o exemplo das culturas milho, citros e girassol filtrando a coluna “Crop”.	42
Figura 11: Outras colunas da aba “Input” para o exemplo de milho, citros e girassol.	43
Figura 12: Tabela com os resultados do cálculo da carga alimentar de resíduos para cada animal.	44
Figura 13: Resultado de um exemplo de cálculo mostrando a combinação de potenciais contribuintes de resíduos na dieta animal, para os quatro grupos de itens alimentares.....	45
Figura 14: Exemplo de cálculo contido no Guia <i>Residues in Livestock</i> da OCDE para bovino de corte na União Européia.	46
Figura 15: Aba “ <i>Animal_diets_sheet</i> ” do Brasil com os dados da União Européia. Os números em vermelho são dados da UE que diferem daqueles do Brasil e que portanto foram alterados na planilha.	46
Figura 16: Exemplo de cálculo da carga alimentar de resíduos contido no Guia <i>Residues in Livestock</i> da OCDE para bovino de corte na União Européia.	47
Figura 17: Exemplo de cálculo contido no Guia <i>Residues in Livestock</i> da OCDE para bovino de corte na Austrália.....	48
Figura 18: Aba “ <i>Animal_diets_sheet</i> ” do Brasil com os dados da Austrália. Os números em vermelho são dados da Austrália que diferem daqueles do Brasil, e que portanto, foram alterados na planilha. .	48

Figura 19: Exemplo de cálculo da carga alimentar de resíduos contido no Guia <i>Residues in Livestock</i> da OCDE para bovino de corte na Austrália.	49
Figura 20: Exemplo de calculo contido no Guia <i>Residues in Livestock</i> da OCDE para bovino de corte no Japão.....	50
Figura 21: Aba “ <i>Animal_diets_sheet</i> ” do Brasil com os dados do Japão. Os números em vermelho são dados do Japão que diferem daqueles do Brasil, e que portanto, foram alterados na planilha.....	50
Figura 22: Exemplo de calculo da carga alimentar de resíduos contido no Guia <i>Residues in Livestock</i> da OCDE para bovino de corte no Japão.	51
Figura 23: Abas da calculadora de estimativa de resíduos em <i>commodities</i> de origem animal.	53
Figura 24: Cont. abas da calculadora de estimativa de resíduos em <i>commodities</i> de origem animal. ...	53
Figura 25: Cont. abas da calculadora de estimativa de resíduos em <i>commodities</i> de origem animal. ...	53
Figura 26: Tabelas para inserção dos dados do estudo de alimentação animal contidos na aba “ <i>Input</i> ”.	53
Figura 27: Tabela para transcrição dos resultados obtidos na calculadora de carga alimentar de resíduos de praguicidas.	54
Figura 28: Fragmento da aba <i>Summary_output_mammals</i> onde os níveis de resíduos para cada matriz e animal são apresentados, para cada método utilizado: regressão linear, interpolação e o uso de fatores de transferência para a carga máxima dietária de resíduos.	55
Figura 29: Fragmento da aba <i>Summary_output_mammals</i> onde os níveis de resíduos para cada matriz e animal são apresentados, para cada método utilizado: regressão linear, interpolação e o uso de fatores de transferência para a carga mediana dietária de resíduos.	56
Figura 30: Abas auxiliares para as abas “ <i>Summary_output_mammals</i> ” e “ <i>Summary_output_poultry</i> ”. Essa imagem inclui as abas “ <i>mammalian muscle</i> ”, “ <i>mammalian liver</i> ” e “ <i>mammalian kidney</i> ”.....	57
Figura 31: Tabelas com os dados dos estudos de alimentação animal a serem utilizados nos cálculos para a estimativa dos resíduos em <i>commodities</i> animais.	58
Figura 32: Gráfico da regressão linear dos dados do estudo de alimentação animal para <i>mammalian muscle</i>	59
Figura 33: Área de cálculo da aba auxiliar “ <i>1. mammalian muscle</i> ” mostrando as estimativas de resíduos para a carga mediana alimentar para carne de bovino de corte, utilizando as diversas metodologias.....	60
Figura 34: Exemplo retirado da FAO, 2016b e OCDE, 2013b onde é possível observar as estimativas de resíduos calculadas para cada matriz para cargas mediana e máxima dietética, doses e resultados dos estudos de alimentação animal.....	62
Figura 35: Tabelas com os dados dos estudos de alimentação animal a serem utilizados nos cálculos para a estimativa dos resíduos em <i>commodities</i> animais.	63
Figura 36: Aba “ <i>Mammalian Omental Fat</i> ” mostrando o campo para o cálculo do resíduo máximo de praguicidas em gordura de mamíferos para bovino de corte, para uma carga máxima dietária de resíduos de 6,12 mg/kg de peso seco, utilizando-se diferentes métodos (regressão linear, interpolação e fatores de transferência).	64
Figura 37: Tabela “ <i>Residues estimated for maximum dietary burden</i> ” da aba “ <i>Summary_output_mammals</i> ” com as estimativas de resíduos para cada método de cálculo, para cada animal mamífero.	64
Figura 38: Tabelas com os dados dos estudos de alimentação animal a serem utilizados nos cálculos para a estimativa dos resíduos em <i>commodities</i> animais.	66
Figura 39: Aba “ <i>Mammalian Kidney</i> ” mostrando o campo para o cálculo do resíduo máximo de praguicidas em rim de mamíferos para bovino de corte, para uma carga máxima dietária de resíduos de 6,12 mg/kg de peso seco, utilizando-se diferentes métodos (regressão linear, interpolação e fatores de transferência).	67
Figura 40: Tabela “ <i>Residues estimated for maximum dietary burden</i> ” da aba “ <i>Summary_output_mammals</i> ” com as estimativas de resíduos em rim, para cada método de cálculo, para cada mamífero.	67

Figura 41: Gráfico da regressão linear apresentado na aba “ <i>Mammalian Kidney</i> ”.....	68
Figura 42: Gráfico com a equação da reta para os resíduos em rim e gordura.	69
Figura 43: Gráfico da regressão linear apresentado na aba “ <i>Mammalian Kidney</i> ” com a equação da reta. Neste exemplo a calculadora não está considerando a dose zero/origem (grupo controle).	69
Figura 44: Tabelas com os dados dos estudos de alimentação animal (doses testadas e resíduos máximos e média) a serem utilizados nos cálculos para a estimativa dos resíduos em commodities animais (músculo). Tabela encontrada na aba “ <i>Mammalian Muscle</i> ”.....	71
Figura 45: Aba “ <i>Mammalian Muscle</i> ” mostrando o campo para o cálculo do resíduo máximo de praguicidas em músculo de mamíferos para bovino de corte, para uma carga máxima dietária de resíduos de 6,12 mg/kg de peso seco, utilizando-se diferentes métodos regressão linear, interpolação e fatores de transferência).	72
Figura 46: Tabela “ <i>Residues estimated for maximum dietary burden</i> ” da aba “ <i>Summary_output_mammals</i> ” com as estimativas de resíduos em músculo, para cada método de cálculo, para bovino de corte.	72
Figura 47: Aba “ <i>Mammalian Muscle</i> ” mostrando o campo para o cálculo do resíduo mediano de praguicidas em músculo de mamíferos para bovino de corte, para uma carga mediana dietária de resíduos de 4,07 mg/kg de peso seco, utilizando-se diferentes métodos (regressão linear, interpolação e fatores de transferência).	73
Figura 48: Tabela “ <i>Residues estimated for median dietary burden</i> ” da aba “ <i>Summary_output_mammals</i> ” com as estimativas de resíduos em músculo, para cada método de cálculo, para bovino de corte.	74
Figura 49: Aba “ <i>Input</i> ” com doses dos estudos e resultados dos resíduos em gordura visceral de mamíferos para todas as matrizes a animais.	74
Figura 50: Aba “ <i>Input</i> ” com as mesmas cargas alimentares máxima e mediana de resíduos para todos os animais.	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tabela brasileira de alimentos vegetais, peso corpóreo (kg) e quantidade diária de consumo de ração (em kg de matéria seca) para bovino leiteiro e de corte.	83
Tabela 2. Tabela brasileira de alimentos vegetais, peso corpóreo (kg) e quantidade diária de consumo de ração (em kg de matéria seca) para caprinos e ovinos (cabrito/cordeiro e cabras).	84
Tabela 3. Tabela brasileira de alimentos vegetais, peso corpóreo (kg) e quantidade diária de consumo de ração (em kg de matéria seca) para suíno de reprodução e de corte.	85
Tabela 4. Tabela brasileira de alimentos vegetais, peso corpóreo (kg) e quantidade diária de consumo de ração (em kg de matéria seca) para frango de corte, galinhas poedeiras e peru.	86

ABREVIATURAS (SIGLAS)

ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ARfD: Sigla em inglês (*Acute reference dose*) para dose de referência aguda

BPA: Boas práticas agrícolas

EFSA: *European Food Safety Authority*

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO: *Food and Agriculture Organization*

HR: Sigla, em inglês (*Highest residue*), adotada como padrão para definir a maior concentração de resíduo encontrada em ensaios supervisionados de campo, expresso em mg/kg.

IDA: Ingestão diária aceitável

IDE: Ingestão diária estimada

JMPR: *Joint Meeting on Pesticide Residues*

LMR: Limite máximo de resíduo

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MRBD: Sigla, em inglês (*Maximum Reasonably Balanced Diet*)

NOAEL: Sigla, em inglês *No Observed Adverse Effect Level* (Nível onde não se observa efeito adverso)

OCDE: Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OMS: Organização Mundial da Saúde

RWFC: Sigla, em inglês (*Reasonable worst case diet/feed*)

STMR: Sigla, em inglês (*Supervised Trials Median Residue*), adotada como padrão para definir a mediana dos resíduos encontrados em amostras provenientes de ensaios supervisionados de campo, expressa em mg/kg.

USEPA: *United States Environmental Protection Agency*

1. INTRODUÇÃO

O uso de praguicidas para o combate e a prevenção de doenças e pragas agrícolas é atualmente a principal estratégia no campo, garantindo alimento suficiente e de qualidade para a população (CALDAS, 2000). Embora o controle químico tenha reduzido o índice de doenças para seres humanos e animais, bem como incrementado a produção agrícola, esses agentes químicos podem permanecer ativos no ambiente e os diferentes meios como ar, solo, água e alimentos podem atuar como potenciais fontes de exposição para os seres humanos.

Na busca pela garantia da segurança dos alimentos, tema cada vez mais discutido devido à conscientização dos consumidores quanto ao direito de adquirir produtos de qualidade e seguros à saúde, o estudo da avaliação do risco da ingestão de praguicidas através da dieta torna-se uma ferramenta fundamental de análise.

A avaliação da exposição, uma das etapas da avaliação de risco, considera todos os cenários de exposição passíveis de ocorrerem quando do uso desse produto através de todas as possíveis fontes (ar, água, solo e dieta). Para a avaliação da exposição humana através da dieta é realizada a verificação da quantidade de resíduos do praguicida ingerida com os alimentos, multiplicando-se o nível de resíduo presente no alimento pela quantidade consumida deste alimento (CANADA, 2013; WHO, 1999). Dessa forma, a ingestão diária estimada (IDE) crônica é resultante da somatória das ingestões de todos os alimentos que poderiam conter resíduos do praguicida em questão, tanto de origem vegetal quanto de origem animal, uma vez que o aparecimento de resíduos de praguicidas, nesse último, pode ocorrer mediante a ingestão de rações e pastagens previamente tratadas, ou do uso de praguicidas no tratamento de ectoparasitas em animais de produção.

A limitação da avaliação da exposição aos praguicidas no Brasil por meio da dieta encontra-se, porém, no conhecimento adequado dos níveis de resíduos em *commodities* de origem animal, como carne, leite e ovos, já que o país não estabelece limite máximo de resíduos de praguicidas (LMR) para esses produtos, fixando-os apenas para *commodities* vegetais.

Sendo assim, a proposição de uma metodologia para ser utilizada para o cenário brasileiro a fim de estimar valores de resíduos de praguicidas em *commodities* de origem animal (uma vez que estes estão expostos aos resíduos através de sua alimentação) para estabelecimento de LMR e para que sejam considerados na etapa de avaliação da exposição é de suma importância quando se quer avaliar o risco a esses produtos e garantir a saúde dos consumidores.

1.1 Avaliação do Risco

Como Paracelso afirmou no século 16, “todas as substâncias são venenos; não há nenhuma que não seja um veneno. Portanto, a dose certa diferencia um veneno de um remédio”, esta relação fundamental entre um produto químico de toxicidade inerente e a exposição da população a essa substância química constitui a base para a moderna avaliação do risco de produtos químicos potencialmente perigosos. Consequentemente, a avaliação da exposição é essencial para a quantificação do risco e, em última análise, para determinar se uma substância representa um risco inaceitável para a saúde pública (FAO, 2005).

A avaliação do risco é um processo sistemático por meio do qual o perigo, a exposição e o risco são identificados e quantificados (CORRÊA, ALONZO, TREVISAN, 2014; IPCS, 2000). Também é definida como a caracterização sistemática e científica dos potenciais efeitos adversos resultantes da exposição humana aos agentes químicos (CORRÊA Apud FAUSTMAN, OMENN, 2001). Baseado nos resultados dessa avaliação, e levando em consideração outros fatores (políticos, sociais e econômicos), deve ser estabelecido um processo de tomada de decisão que visa eliminar, ou se isso não for possível, reduzir ao mínimo o risco que determinada substância química pode exercer (WHO, 1999; 2010).

O objetivo inicial da avaliação do risco de praguicidas para a saúde humana é garantir que estes podem ser utilizados de forma segura, sem efeitos danosos para as pessoas que possam estar expostas. Os cenários de exposição passíveis de ocorrerem quando do uso desse produto normalmente compreendem a exposição da população por meio da dieta e a exposição ocupacional (WHO, 1999).

Sendo assim, a população potencialmente exposta aos praguicidas pode ser dividida em duas categorias principais:

- a) Ocupacional: trabalhadores envolvidos com a manipulação e aplicação dos praguicidas em campo e/ou na entrada em áreas tratadas.
- b) Consumidores: que podem estar expostos ao ingerir alimentos que contenham resíduos de praguicidas utilizados nas culturas tratadas. Neste cenário, deve-se também levar em consideração a possível exposição aos praguicidas durante toda a vida, através do consumo de alimentos.

O processo de avaliação do risco compreende quatro etapas: a identificação e a caracterização do perigo (incluindo a avaliação dose-resposta), a avaliação da exposição e a caracterização do risco (IPCS, 2004; WHO, 1999; 2010).

Na fase da identificação do perigo, investiga-se se o praguicida pesquisado é capaz de causar um efeito adverso e identifica-se a natureza dos efeitos presentes numa população ou num ecossistema (IPCS, 2004; WHO, 1999; 2010).

Na etapa de caracterização do perigo, o objetivo principal é quantificar o perigo, previamente identificado na etapa anterior, e que servirá posteriormente para a escolha dos *endpoints* de relevância e dos níveis de dose em que não são observados efeitos adversos (NOAEL), utilizados no processo de caracterização do risco à saúde humana para os trabalhadores e/ou consumidores (CORRÊA, 2012).

A avaliação da exposição visa determinar a natureza, a quantidade e frequência da exposição humana ao praguicida no meio ambiente, ou estimar exposições hipotéticas que possam surgir pelo uso destes (IPCS; WHO, 1999). Assim, faz-se necessário prever, para cada praguicida em estudo, os cenários de exposição possíveis de ocorrerem quando do uso desse produto.

Finalmente, na caracterização do risco, a última etapa da avaliação do risco, as informações provenientes da etapa de identificação e caracterização do perigo são combinadas com as informações da avaliação da exposição para produzir uma declaração de risco sobre a exposição a um praguicida, sob condições específicas de exposição, para a tomada de decisões futuras (WHO, 2010). De forma geral, nesta etapa, compara-se a dose de referência estabelecida para determinada substância química (estabelecida através da seleção do nível de dose dos estudos de toxicidade, levando em consideração os fatores de incerteza) com a dose média diária de exposição calculada, quer seja para os cenários de exposição via dieta ou ocupacional (WHO, 2010).

Para demonstrar segurança, a exposição não deve exceder a dose de referência estabelecida. No caso da exposição por meio da dieta, esta nunca deve exceder a Ingestão Diária Aceitável (IDA) e a Dose de Referência Aguda (DRfA). Independentemente do tipo de cenário avaliado, o binômio risco/benefício deve ser sempre balanceado quando do gerenciamento do risco, assim como em todo processo de tomada de decisão regulatória.

1.2 Avaliação da Exposição

1.2.1 Fontes de Exposição a Resíduos de Praguicidas Através da Dieta

A avaliação da exposição é uma das etapas da avaliação do risco que visa mensurar a intensidade, a frequência e a duração da exposição humana a um agente presente no meio ambiente, ou estimar exposições hipotéticas que possam surgir pelo uso de determinadas substâncias químicas. Na sua forma mais complexa, ela considera: a magnitude, a duração e a

via de exposição; o tamanho, a natureza, a população exposta e as incertezas desse processo (CORRÊA et al., 2014; IPCS, 2000; WHO, 1999).

Devido à avaliação da toxicidade e da caracterização do risco dependerem da via (oral, inalatória e dérmica) e da duração da exposição (curto, médio ou longo prazos), o conhecimento de como e quando as pessoas podem estar expostas é relevante para a determinação de valores de referência apropriados (WHO, 2010). Dessa forma, devem-se prever, para cada praguicida em estudo, os cenários de exposição passíveis de ocorrerem quando do uso desse produto considerando-se todas as possíveis fontes: ar, água, solo e alimentos (WHO, 1999).

A figura 1 ilustra como uma pessoa ou população pode se expor a produtos químicos ambientais. Uma vez que o produto químico é liberado de sua fonte, ele pode se deslocar, através de vários tipos de meios ambientais, aos pontos onde a exposição humana pode ocorrer. Ar, solo, água, produtos e alimentos são os principais tipos de meios a partir dos quais a exposição química pode ocorrer. Quando uma pessoa interage ou é exposta a esses meios, as substâncias químicas podem entrar em seu organismo através da ingestão, inalação e contato com a pele (CANADA, 2013; WHO, 1999).

Figura 1. Diagrama de exposição humana à substâncias químicas através de diferentes meios e vias de exposição.

Fonte: Adaptado de CANADA, 2013.

Considerando a exposição através da dieta, os resíduos de praguicidas podem chegar ao consumidor através de diferentes formas, denominadas de fontes de exposição. Pode-se distinguir duas principais fontes de exposição (figura 2). A exposição direta ou primária (setas cinzas na figura 2) ocorre quando os consumidores ingerem alimentos que contêm resíduos de

praguicidas, uma vez que a cultura foi tratada no campo com um ingrediente ativo, por exemplo, um fungicida para os cereais ou um inseticida aplicado em maçãs, e/ou também quando há a ingestão de alimentos processados advindos de culturas previamente tratadas com praguicidas.

Já a exposição indireta ou secundária pode ocorrer através da presença de:

- Resíduos de praguicidas remanescentes no solo, que podem ser absorvidos por culturas de rotação semeadas após a colheita da cultura tratada.
- Resíduos em *commodities* de origem animal (setas azuis na figura 2). Isso porque muitas culturas são utilizadas para alimentação animal. No caso dos cereais, por exemplo, quase todas as partes da cultura podem ser usadas como alimento, incluindo grãos, palha e forragem, e esses resíduos quando ingeridos pelos animais podem ser transferidos para leite, ovos e carne resultando em uma potencial fonte de exposição para a população. Ou devido ao possível uso direto dessas substâncias nos animais de produção como produtos de fins veterinários (OCDE, 2013b).

Figura 2. Fontes de exposição a resíduos de praguicidas através da dieta.

Fonte: elaborada pelo autor.

1.2.2 Determinação de Resíduos de Praguicidas em Alimentos

A avaliação da exposição por meio da dieta é realizada pela verificação da quantidade de resíduos do praguicida ingerida com os alimentos. A ingestão de resíduo destes, presente em um determinado alimento, é obtida multiplicando-se o nível de resíduo no alimento pela quantidade consumida daquele alimento. Dessa forma, para a exposição crônica, a ingestão

diária estimada (IDE) é resultante da somatória das ingestões de todos os alimentos que poderiam conter resíduos do praguicida em questão (WHO, 1990). Já para a exposição aguda, acessa-se a exposição do indivíduo ao ingerir, num só dia, uma substância química presente em altas concentrações num alimento que, por sua vez, será consumido em grande quantidade (OMS, 2009).

Vários índices podem ser utilizados para prever o consumo de resíduos de determinado praguicida: **STMR - *Supervised Trial Median Residue*** - mediana dos resíduos encontrados em amostras provenientes de ensaios supervisionados de campo, expressa em mg/kg; **STMR-P *Supervised Trial Median Residue in processed commodity*** - mediana dos resíduos encontrada em alimentos processados, quando aplicável e disponível, expressa em mg/kg; **HR - *Highest Residue*** - maior concentração de resíduos encontrada em ensaios supervisionados de campo, expressa em mg/kg; **HR-P- *Highest Residue in processed commodity*** - maior concentração de resíduos em alimentos processados, calculada pela multiplicação da HR do alimento *in natura* pelo fator de processamento, quando aplicável e disponível, expressa em mg/kg; e **LMR – Limite Máximo de Resíduo** (FAO, 2005). O limite máximo de resíduos (LMR) é um desses índices e é definido como a quantidade máxima de resíduos de determinado praguicida legalmente aceita nos alimentos em decorrência da aplicação adequada, conforme estabelecido na rotulagem do produto, e é expresso em miligramas da substância por quilo de alimento (mg/kg). Esse índice é considerado como uma superestimativa da ingestão real de resíduos, pois se considera o valor teórico máximo permitido e não os dados reais de resíduos presentes nos alimentos e não é definido como um limite de saúde pública direto, mas sim um índice que reflete as práticas agrícolas fixado em níveis bem abaixo das quantidades que possam levar a um efeito adverso à saúde (CODEX ALIMENTARIUS, 2010; FAO, 2005; SOLOMON *et al.*, 2010).

Os LMRs para *commodities* vegetais são estabelecidos com base em ensaios de campo conduzidos sob as Boas Práticas Agrícolas (BPA). Esses ensaios de campo, também chamados de ensaios supervisionados de campo, indicam a magnitude de resíduos de praguicidas em *commodities* agrícolas, incluindo itens de alimentação animal, e precisam ser desenhados de tal forma que reflita os padrões de utilização de praguicidas que resultem nos mais altos resíduos possíveis (OCDE, 2013a).

A figura 3 ilustra os objetivos dos ensaios de campo: quantificar o intervalo esperado de resíduos em *commodities* agrícolas após o tratamento de acordo com a boa prática agrícola proposta ou estabelecida; determinar os valores de resíduos como a mediana de resíduos dos ensaios de campo - STMR (*Supervised Trial Median Residue*) e o maior resíduo - HR (*Highest*

Residue) para a condução das avaliações de risco dietético; e estabelecer LMRs (OCDE, 2013a). Tudo isso levando-se em consideração a definição de resíduos para a condução de avaliação do risco e estabelecimento de LMR, previamente identificado e definido através da condução de estudos de metabolismo em plantas e testes toxicológicos e de metabolismo em animais de experimentação (FAO, 2016; OCDE, 2009).

Já os LMRs, STMR e HR de *commodities* de origem animal, como carne, leite e ovos são estabelecidos com base em estudos de alimentação animal (*livestock feeding studies*) conforme apresentado na figura 4. Estes estudos são conduzidos pelas indústrias detentoras dos ingredientes ativos em uma das fases de desenvolvimento da molécula e fazem parte do dossiê de estudos submetidos às autoridades responsáveis por avaliar os praguicidas, a fim de conferir o seu registro no país. E da mesma forma que para as *commodities* vegetais, tudo isso levando-se em consideração a definição de resíduos para a condução de avaliação do risco e estabelecimento de LMR para as *commodities* animais (FAO, 2016; OCDE, 2009).

Figura 3. Objetivos dos ensaios de metabolismo de praguicidas em plantas e dos ensaios de campo.

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 4. Objetivos dos estudos de alimentação animal (*livestock feeding studies*) e estudos de metabolismo animal.

Fonte: elaborada pelo autor.

Diferentemente do Brasil, autoridades da União Europeia e Estados Unidos requerem esses estudos para registro de um praguicida. Estes estudos também são apresentados ao *Joint Meeting on Pesticide Residues* - JMPR, comitê de especialistas da *Food and Agriculture Organization* - FAO e Organização Mundial da Saúde - OMS que tem como propósito harmonizar a exigência e avaliação dos riscos sobre os resíduos de praguicidas. À OMS compete a análise dos dados toxicológicos a fim de estimar o nível no qual não se observa efeito adverso - NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*), a ingestão diária aceitável (IDA) e a dose de referência aguda – ArfD (*Acute reference dose*) e à FAO analisar as Boas práticas agrícolas (BPA), composição química, destino ambiental, metabolismo em animais e plantas, métodos de análise e estudos de processamento para estimar os LMRs, e juntos avaliam se o uso do praguicida pode dar origem a problemas de saúde pública.

1.2.3 Estudo de Alimentação Animal ou Estudo de Resíduos em Animais de Produção (*Livestock Feeding Studies* ou *Residues in Livestock*)

A finalidade dos estudos de resíduos em animais de produção é determinar os níveis de resíduos de praguicidas transferidos para a carne, tecido adiposo, fígado, rim, leite e ovos, após o consumo de ração tratada (incluindo culturas forrageiras), ou aplicação direta em animais (uso veterinário). Os resultados do estudo são utilizados pelas autoridades reguladoras para

estabelecer os LMR nos produtos de origem animal e avaliar a exposição dos consumidores decorrente do consumo de alimentos, tanto de origem vegetal quanto animal), a fim de garantir que estes resíduos não representem riscos inaceitáveis para a saúde dos consumidores através da condução de avaliação do risco dietético (OCDE, 2013a).

Como nos ensaios de campo, os estudos de alimentação em animal de produção são conduzidos de acordo com a definição de resíduos para avaliação do risco e estabelecimento de LMR a partir de estudos de metabolismo animal (figura 4).

Estudos de resíduos em animais de produção são conduzidos como estudos de alimentação animal; eles são normalmente realizados em ruminantes (bovinos de leite) e aves (galinha poedeira) e os resultados dos estudos podem ser extrapolados para outros animais de produção, ou seja, os resultados dos estudos em bovino podem ser extrapolados para outros ruminantes, cavalos, suínos, coelhos e outros; e os resultados em estudos de galinhas poedeiras podem ser utilizados para outras espécies de aves (peru, pato e outros) (OCDE, 2013a).

Nesses estudos três doses geralmente são testadas nos animais, 1x, 3x (ou 5x) e 10x, no qual a primeira dose testada (1x) representa um razoável *worst case* (pior cenário) de carga dietética de resíduos de praguicidas ingerida pelo animal. Essa carga de resíduos de praguicidas, que o animal poderá estar exposto através da sua dieta regular, é estimada através do conhecimento detalhado da alimentação animal, o qual será, por sua vez, combinada com dados de resíduos presentes em culturas e seus subprodutos destinados à alimentação animal. Como a suposição básica é de que todos os alimentos que compõem a dieta total do animal - e que podem ser tratados de acordo com o padrão de uso do praguicida recomendado em bula - serão tratados com o produto, essa carga dietética de resíduos reflete o caso mais crítico que pode ocorrer na prática (OCDE, 2013b). Os detalhes deste tipo de procedimento são abordados no próximo item deste trabalho (OCDE, 2013a).

De acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, OCDE, estudos de resíduos em animais de produção (*residues in livestock*) não são necessários quando os itens de alimentação animal apresentarem níveis de resíduos - provenientes de ensaios de campo nas culturas que refletem a utilização proposta do praguicida (isto é, dose máxima, número máximo de aplicações, mínimo intervalo de pré-colheita) - abaixo do limite de quantificação (LOQ), a menos que o estudo de metabolismo animal evidencie uma potencial bioacumulação significativa do praguicida em commodities de origem animal. No entanto, quando resíduos quantificáveis estão presentes nos itens de alimentação animal, faz-se necessário considerar a carga alimentar animal de resíduos de praguicidas estimada e os resultados dos estudos de metabolismo.

A OCDE apresenta o guideline 505 *Residues in Livestock* que descreve como esses estudos devem ser conduzidos, analisados e interpretados (OCDE, 2007).

1.2.4 Carga Alimentar Animal de Resíduos de Praguicidas

Para a realização dos estudos de resíduos em animais de produção (ou estudo de alimentação animal - *Livestock Feeding Studies*) é necessário estimar a carga alimentar animal de resíduos de praguicidas. Para isso faz-se necessário o conhecimento detalhado sobre a alimentação animal. Informações específicas sobre quais alimentos são destinados aos animais, suas quantidades e quais culturas e subprodutos podem ser utilizados como alternativas e se são intercambiáveis, são de extrema importância (OCDE, 2013b).

Para estimar a carga alimentar animal de resíduos de praguicidas devem ser definidos três requisitos gerais: *i*) uma compreensão das práticas de alimentação animal para a região de interesse, e isso engloba identificar quais culturas e seus subprodutos são rotineiramente (ou potencialmente) utilizados na alimentação animal, e em qual quantidade máxima; *ii*) a quantidade de resíduos que poderia estar presente nesses alimentos após a aplicação do produto na dose mais crítica recomendada na bula; *iii*) uma vez obtida a combinação potencial de ração/resíduo do praguicida, definir como essa informação deve ser combinada para atingir uma avaliação conservadora da quantidade total (carga) de resíduo bruto que pode ser consumida através da dieta total do animal.

Informações acerca do item *i* são derivadas de pesquisas de *experts* na área de alimentação animal, informações sobre o item *ii* são derivadas de dados gerados em ensaios de resíduos de campo (dados geralmente já produzidos pelas empresas detentoras dos ingredientes ativos e apresentados às autoridades), e informações acerca do item *iii* são representadas pelo modelo de cálculo utilizado e compreende uma parte intrínseca do método utilizado, que será abordado posteriormente neste trabalho.

Geralmente, o interesse recai em dietas de animais em uma fase perto da produção de produtos alimentares que fazem parte da alimentação humana, ou seja na fase final da produção de carne, leite e ovos considerando bovinos, suínos, caprinos e aves; aves poedeiras e bovino leiteiro (OCDE, 2013b).

Atualmente, existem quatro grandes calculadoras disponíveis e que vêm sendo utilizadas rotineiramente em diferentes lugares do mundo para estimar a carga alimentar animal de resíduos de praguicidas. O termo calculadora aqui entende-se tanto a ferramenta quanto o método a ser utilizado.

As calculadoras atualmente disponíveis são: a da OCDE, a do JMPR, a da *European Food Safety Authority* - EFSA e a da *United States Environmental Protection Agency* - USEPA (EFSA, 2015; FAO, 2016; OECD, 2013b; USEPA, 1996; 2008). Em muitos aspectos as calculadoras operam de modo semelhante. Por exemplo, as calculadoras do JMPR e da OCDE baseiam-se na mesma tabela de alimentação animal, e todas agrupam os alimentos em categorias. Em outros aspectos, as calculadoras diferem quanto ao número de alimentos e grupos de *commodities* e na maneira em que a dieta animal é calculada a partir de potenciais alimentos contribuintes.

A tabela da OCDE de alimento animal derivado de culturas possui 136 tipos de alimentos categorizados em quatro diferentes grupos: forragem e forrageiras; grãos e sementes; raízes e tubérculos; e subprodutos, para diferentes animais: bovino leiteiro e de corte, cabra/ovelha e cabrito/cordeiro, suíno de reprodução e de corte, frango de corte, galinha poedeira e peru.

Informações como o potencial máximo de contribuição (em %) de cada alimento para a dieta total do animal, peso corporal típico dos animais nos estágios de produção do alimento e a quantidade de ração consumida diariamente pelos animais são específicas do país/região e a OCDE contempla a União Europeia, os Estados Unidos, o Canadá, o Japão e a Austrália (OCDE, 2013b).

Outra informação específica de cada país/região, considerada pela OCDE, é o tipo de prática pecuária predominante, ou seja, sistema intensivo ou não-intensivo (definido como pastejo baseadas em culturas e pastagem). Isso determinará o método a ser utilizado para o cálculo da carga alimentar animal de resíduos de praguicidas, *Maximum Reasonably Balanced Diet* (MRBD) – Dieta Máxima Razoavelmente Equilibrada, para produção não-intensiva (extensiva), ou *Reasonable worst case diet/feed* (RWFC) – Razoável pior caso de dieta/alimentação, para produção intensiva (OCDE, 2013b). Esse ponto configura o item *iii*) mencionado anteriormente que define como a informação ração/resíduo deve ser combinada para atingir uma avaliação conservadora da quantidade total (carga) de resíduo bruto que pode ser consumida através da dieta total do animal.

A estimativa da carga alimentar animal total de resíduos de praguicidas utiliza a seguinte equação 1 (OCDE, 2013b):

Equação 1:

$\text{Contribuição dietética} = \frac{\text{Resíduo (mg/kg)} \times \% \text{ Dieta} \times \text{Quantidade diária de consumo de ração (kg)}}{\% \text{ Matéria Seca} \times \text{Peso corpóreo do animal (kg)}}$ <p>(mg/kg pc)</p>
--

A carga alimentar total de resíduos é então calculada pela seleção dos itens alimentares que contribuem com a maior carga dietética para cada categoria/grupo (em peso seco) e alocando a eles uma porcentagem da dieta do respectivo animal, de acordo com a quantidade máxima que aquele alimento representa na dieta do animal, até que seja atingida 100% da dieta total.

A abordagem de MRBD - utilizada para as regiões em que o sistema intensivo predomina (método utilizado pela OCDE para os Estados Unidos e Canadá) – utiliza porcentagens fixas para cada uma de suas categorias (volumoso, concentrado de carboidratos e concentrado de proteína) e vários itens alimentares podem ser utilizados por categoria. Já na abordagem de RWFC – utilizada para regiões onde as práticas de alimentação são predominantemente não- intensiva, método utilizado para a União Europeia, a Austrália e o Japão – seleciona-se apenas um item alimentar por categoria (forragem/forrageiras; grãos e sementes; raízes e tubérculos; e subprodutos). Apesar dessa diferença, em ambas as abordagens as culturas que mais contribuem, em termos de carga dietética de resíduo, por categoria, são selecionadas e consideradas no cálculo e não necessariamente aquela que apresenta o maior resíduo de praguicida. No método de RWFC, para a determinação da maior carga dietética de resíduo por categoria faz-se necessário considerar a contribuição de resíduos em uma base percentual da dieta (OCDE, 2013b).

O guia da OCDE, *Guidance Document On Residues in Livestock* (Documento de Orientação sobre Resíduos em Animais de produção) traz outras informações acerca dessas duas metodologias e como os cálculos são conduzidos para cada situação. Vale ressaltar que a OCDE não possui uma ferramenta de cálculo para isso, porém fornece todas as diretrizes para a condução do cálculo.

Dois tipos de carga alimentar animal de residuos podem ser calculadas: cargas máximas (*Maximum Dietary Burden* – Carga Máxima Dietária) que são utilizadas para estimativa de LMR de *commodities* de origem animal e para avaliação do risco dietético agudo e que utilizam o HR e STMR como nível de resíduo nos itens destinados a alimentação animal. Para forragens/forrageiras o HR deve ser considerado, enquanto para grãos e subprodutos o STMR é o nível de resíduo mais apropriado (OCDE, 2013a, OCDE 2013b); e a carga mediana (*Medium Dietary Burden* – Carga Mediana Dietária), utilizada para estimativa de STMR em *commodities animais* e para avaliações do risco dietético crônico, que considera o STMR como nível de resíduos na ração animal, e que não é abordado pelo Guideline da OCDE (OCDE, 2013b).

De cada categoria de animal de produção (bovino, ovinos/caprinos, suínos ou aves), a carga alimentar máxima é determinada e utilizada para o cálculo da dose 1X nos estudos de alimentação animal, que geralmente são conduzidos em bovino leiteiro e galinha poedeira. Como esses estudos são feitos apenas uma vez, tanto para ruminantes como para aves poedeiras e/ou suínos (esse último quando aplicável conforme descrito no guia da OCDE 2013a), a maior carga dietética de qualquer espécie será usada no estudo. Por exemplo, se a maior carga dietética for estimada para bovinos de corte em comparação com o bovino leiteiro, os animais de teste no estudo receberão a dose calculada para bovinos de corte, embora o bovino leiteiro seja usado no estudo. A mesma abordagem é usada para aves poedeiras, no qual a exposição dietética é calculada para frangos de corte, galinha poedeira e peru, separadamente. Geralmente, presume-se que a dose selecionada de 1× para o bovino se aplica aos suínos e ovelha/carneiro, dessa forma as dietas calculadas para esses animais são utilizadas apenas para derivação de limites máximos de resíduos para os produtos pecuários relevantes (OCDE 2013a; OCDE 2013b).

De maneira geral, o cálculo da carga alimentar animal de resíduos é utilizado para i) determinar quais as doses devem ser utilizadas nos estudos de metabolismo e alimentação animal; e ii) estimar os níveis de resíduos que podem ser transferidos para as *commodities* de origem animal, por meio da comparação da carga alimentar animal calculada com os resultados dos estudos de alimentação animal (abordado no item 1.2.5).

1.2.5 Exposição Animal Através da Aplicação Direta de um Praguicida de uso Dual

Quando um praguicida é de uso dual, isto é, de uso simultâneo em agronomia e na medicina veterinária, sendo este último proposto para uso direto em animais de produção, como por exemplo, para controle de piolhos, moscas, ácaros e carrapatos, são necessários dados para determinar a quantidade de resíduos em produtos de origem animal resultante dessa aplicação. Dessa forma, o estudo e o tratamento experimental deve refletir, o mais próximo possível, as condições sob as quais a substância será usada comercialmente, incluindo tipos de formulação, método de aplicação e modo de tratamento. Os usos diretos incluem a aplicação do produto no animal por meio de sprays, pós, “tag” auricular, injeção, dentre outros (OCDE, 2013b).

Todos os fatores que podem contribuir para a variabilidade dos níveis de resíduos em produtos de origem animal, tais como condições de criação animal, gênero e maturidade, de acordo com as Boas Práticas Agrícolas (BPA) devem ser considerados no planejamento e condução dos ensaios (OCDE, 2013b). A OCDE possui o guideline 505 Residues in Livestock que descreve como esses estudos devem ser conduzidos, analisados e interpretados (OCDE, 2007).

Pode haver situações específicas em que são necessários estudos para simular a exposição da aplicação direta de um produto ao animal, além da exposição através da alimentação de culturas tratadas. Nestes casos, o estudo de resíduo deve refletir os cenários de exposição combinados. Porém, se houver estudos separados de alimentação e tratamento direto, é aceitável adicionar os resíduos provenientes desses estudos para determinação dos limites apropriados. No entanto, isso pode resultar em LMRs mais altos para as *commodities* animais, representando, assim, uma abordagem mais conservadora (OECD, 2007). Dessa forma, o JMPR considera o cenário de resíduo mais crítico dentre as duas formas de exposição para determinar o resíduo de praguicida no produto de origem animal (JMPR, 2016b).

1.2.6 Estimativa dos Níveis de Resíduos de Praguicidas nos Produtos de Origem Animal

O guia da OCDE, *Guidance Document On Residues in Livestock* - Documento de Orientação sobre Resíduos em Animais apresenta uma maneira para estimar resíduos e estabelecer LMR para produtos de origem animal, com base nos exemplos utilizados pela FAO e documentados pela *Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues (JMPR)* (OCDE, 2013b). O manual da FAO de 2016 detalha os mais recentes procedimentos do JMPR para o estabelecimento de LMR em *commodities* de origem animal (FAO, 2016b).

Como ilustrado na figura 5, uma vez calculada a carga dietética animal de resíduos, que corresponde a quantidade de resíduo de determinado praguicida/ingrediente ativo ingerido pelos animais de produção através da sua alimentação, este valor pode ser correlacionado com as doses testadas nos estudos de alimentação animal (*animal feeding study*) – cuja finalidade é determinar os níveis de resíduos transferidos para a carne, leite e ovos – para então estimar os níveis de resíduos esperados do praguicida nos produtos de origem animal decorrente da exposição calculada (FAO, 2016a; 2016b; OCDE, 2013b). Esses níveis de resíduos são então, utilizados para estabelecimento de LMRs, STMRs e HRs e representam um dado importante de magnitude de resíduos para a realização das avaliações dietéticas (crônica e aguda).

O método de cálculo a ser escolhido (regressão linear, interpolação, uso de fatores de transferência) para obtenção dessas estimativas necessita de uma análise cuidadosa e criteriosa do avaliador, feita caso a caso, e encontra-se descrita no guia da OCDE e no Manual da FAO de 2016 (FAO, 2016b; OCDE, 2013b).

Figura 5. Combinação dos resultados da carga alimentar com os resultados dos estudos de alimentação animal para estimar resíduos em produtos de origem animal.

Adaptado da FAO 2016b.

1.3 Justificativa

No Brasil o Limite Máximo de Resíduo (LMR) para praguicidas é estabelecido pelas autoridades competentes apenas para as *commodities* vegetais e é publicado nas monografias dos ingredientes ativos da ANVISA. Os LMRs em *commodities* de origem animal não são estabelecidos, e, portanto, não são consideradas a exposição não intencional dos animais, como o uso de praguicidas em culturas destinadas a alimentação animal, e a exposição intencional devido ao uso veterinário de alguns ativos (como o caso da avermectina). Consequentemente tem-se um conhecimento inadequado dos reais valores de resíduos de praguicidas em produtos de origem animal como carne, leite e ovos, sendo uma limitação para a condução mais acurada da avaliação da exposição da população brasileira a praguicidas.

Os LMRs estabelecidos pelo JMPR e OCDE para os produtos de origem animal não podem ser utilizados, em primeira instância, como sendo representativos para o Brasil. É necessária uma análise profunda, não somente dos produtos, doses e culturas considerados para o estabelecimento desses LMRs, a fim de identificar se estes refletem o cenário brasileiro, como também uma análise das práticas de alimentação animal feitas no país, uma vez que as tabelas

relativas à alimentação animal para o cálculo da carga dietética de praguicidas são específicas para cada região/país, conforme estabelece a OCDE. Dessa forma, cada país deve usar suas próprias tabelas de alimentos e *commodities* alimentares utilizadas para alimentação animal para conduzir avaliações nacionais/regionais de risco (OCDE, 2013a). Atualmente, a OCDE e a FAO contemplam apenas informações da União Europeia, Estados Unidos, Canadá, Japão e Austrália, havendo necessidade de se construir uma base de dados brasileira sobre alimentação animal para que as análises de carga de resíduos de praguicidas nos animais, visanso o posterior estabelecimento de LMR em *commodities* de origem animal, possam ser realizadas de maneira adequada para o Brasil, e empregadas posteriormente na avaliação do risco humano a praguicidas através da dieta.

Apesar das autoridades brasileiras ainda não considerarem os produtos de origem animal dentro da avaliação da exposição dietética a praguicidas, havia uma proposta de inclusão dessas *commodities* para efeito de avaliação do risco conforme visto na Consulta Pública nº 87, de 2 de outubro de 2015 da ANVISA (que dispõe sobre a proposta de regulamento técnico, para critérios e exigências para avaliação toxicológica de agrotóxicos, componentes e afins). Nesse documento, não há informações a respeito de como esses LMRs seriam estimados e estabelecidos, porém há uma proposta de adotar os valores publicados pelo *Codex Alimentarius* ou por outras entidades internacionalmente reconhecidas, até que sejam estabelecidos esses valores pela ANVISA (BRASIL, 2015). Recentemente, a ANVISA publicou uma nova Consulta Pública que dispõe sobre os critérios para avaliação do risco dietético e ocupacional decorrente da exposição humana no âmbito da ANVISA (Consulta Pública nº 485, de 16 de março de 2018), porém esse tema não foi incluído (BRASIL, 2018). Apesar disso, sabe-se que a Agência entende a importância de estabelecer resíduos em alimentos de origem animal e de que certamente ocorrerão discussões sobre o assunto em um futuro próximo.

Sendo assim, a proposta de método deste trabalho, para o cenário brasileiro, a fim de estimar valores de resíduos de praguicidas em *commodities* de origem animal, para que estes sejam considerados na etapa de avaliação da exposição à praguicidas no Brasil é de suma importância, uma vez que a avaliação do risco a esses produtos faz-se necessária para garantir a saúde da população. Ao se excluir esses alimentos, deixa-se de considerar uma potencial fonte de exposição à população, o que torna menos preciso o processo da avaliação do risco dos praguicidas.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Propor uma metodologia a ser utilizada para o cenário brasileiro a fim de estimar valores de resíduos de praguicidas em *commodities* de origem animal, como carne, leite e ovos para estabelecimento de limites máximos de resíduos e para que estes sejam considerados na etapa de avaliação da exposição dietética à praguicidas no Brasil.

2.2 Específicos

Para atingir o objetivo geral desse trabalho foi necessário traçar alguns objetivos específicos:

i) construir uma tabela brasileira de alimentos vegetais consumidos por animais animais de produção (bovino leiteiro e de corte, cabra/ovelha e cabrito/cordeiro, suíno de reprodução e de corte, frango de corte e galinhas poedeiras e peru), semelhante à da OCDE. Para isso faz-se necessário a compreensão das práticas de alimentação animal brasileira:

- Identificar e quantificar as culturas e seus subprodutos rotineiramente (ou potencialmente) utilizados para a alimentação animal no Brasil. Nesse caso, informar as culturas (exemplo: alfafa, cevada) e para cada cultura quais são as partes destinadas para ração animal (ex: forragem, silagem, palha, grãos);
- Para cada item identificado, informar seu potencial máximo de contribuição (em %) para a dieta total dos animais;
- Quantidade diária de consumo de ração (em kg de matéria seca) para cada animal de interesse, no estágio próximo à produção de alimento;
- Peso corporal típico dos animais (em kg) nos estágios à produção de alimento.

ii) identificar a prática pecuária predominante no Brasil, sistema intensivo ou não-intensivo (extensivo). Isso determinou o método a ser utilizado para o cálculo da carga alimentar animal de resíduos de praguicidas (*Maximum Reasonably Balanced Diet* – MRBD ou *Reasonable worst case diet/feed* - RWFC); iii) construir uma calculadora em Excel para estimar a carga alimentar de resíduos de praguicidas para cada animal de produção, com base na tabela de alimento animal de produção, elaborada a partir deste trabalho e seguindo as diretrizes da OCDE para o cálculo, considerando a abordagem de MRBD ou RWFC; iv) propor uma metodologia para estimar resíduos em *commodities* de origem animal no Brasil utilizando o resultado obtido na calculadora de carga alimentar animal de resíduos de praguicidas, construída a partir deste trabalho, e nos estudos de alimentação animal (*animal feeding*), de acordo com as diretrizes da FAO e OCDE. Para tanto foi construída uma outra calculadora em Excel.

3. MATERIAL E MÉTODOS

As informações a respeito da prática de alimentação animal brasileira para a construção da tabela de alimento animal derivado de culturas e para a identificação do sistema de produção predominante no país (sistema intensivo ou não-intensivo) foram obtidas através de pesquisa em referências nacionais e consulta à especialistas da EMBRAPA. As informações necessárias para a criação dessa tabela seguiram o guia da OCDE “*Guidance Document on Residues in Livestock*” (OCDE, 2013b).

Dentre os contatos realizados com diversos especialistas brasileiros na área de alimentação animal, previamente mapeados para contribuição e validação dos dados da tabela brasileira de alimentação animal, selecionou-se três especialistas da EMBRAPA. Um especialista em suínos e aves (responsável pelas informações referentes a esses animais) e outro especialista em bovino de leite, responsável pelas informações de ruminantes. Este último contou também com a colaboração de um especialista em ovinos e caprinos para as informações específicas para esses animais.

A consultoria dos especialistas da área de alimentação animal, da EMBRAPA, caracterizou-se como uma etapa de extrema importância para que o trabalho pudesse abranger um cenário de práticas de alimentação animal o mais realista e representativo possível para o Brasil.

A metodologia da OCDE foi a escolhida para este trabalho, pois apesar do Brasil não ser um membro oficial ele é um parceiro chave desta organização e segue suas diretrizes. Além disso, é um método internacionalmente seguido, publicado em 2013 e baseia-se nas mesmas tabelas de composição de alimento usada pelo JMPR, porém com informações mais atualizadas.

As calculadoras construídas para o cálculo da carga alimentar de resíduos de praguicidas e da estimativa de resíduos em *commodities* de origem animal foram feitas utilizando-se a base do Excel e seguem as instruções presentes no *guidance Residues in Livestock*, guia 505 da OCDE e manual mais recente da FAO de 2016 (FAO, 2016b; OCDE, 2013a; OCDE, 2013b). O termo “calculadora” apresentado neste trabalho deve ser entendido tanto como a ferramenta quanto ao método utilizado.

A validação das duas calculadoras, quanto aos cálculos e aos resultados obtidos, foi realizada por meio da utilização dos exemplos contidos no guia *Residues in Livestock* da OCDE e Manual da FAO de 2016 (FAO, 2016b; OCDE, 2013b).

Para a calculadora de carga dietética animal de resíduos de praguicidas, a validação quanto a realização dos cálculos, adotando uma abordagem de RWFC ou MRBD, foi realizada por meio da utilização dos exemplos contidos no guia *Residues in Livestock* - Resíduos em

criação animal da OCDE (OCDE, 2013b) para as regiões que adotam a mesma abordagem de cálculo identificada e adotada para o Brasil. Dessa forma, os dados de alimentação animal, específicos para essas regiões, e disponíveis na OCDE, foram inseridas na calculadora para a obtenção dos resultados e comparação com os valores publicados pela OCDE.

Já a validação da calculadora responsável por estimar resíduo em *commodities* de origem animal foi feita por meio de análises feitas pela OCDE e FAO (FAO, 2016b; OCDE, 2013b), que foram utilizadas como exemplos de caso para verificar se a ferramenta resultou nos mesmos valores de resíduos publicados por essas instituições, ao inserir na calculadora os valores publicados e utilizados pela OCDE e FAO de carga alimentar de resíduos, doses testadas nos estudos de alimentação animal e os níveis de resíduos encontrados nesses estudos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Tabela Brasileira de Alimentos Vegetais Consumidos pelos Animais

Com o desenvolvimento desse trabalho foi possível realizar a construção das tabelas brasileiras de alimento animal, derivado de culturas, para diferentes animais de produção - bovino leiteiro e de corte, caprinos e ovinos (cordeiro/cabrito e cabras), suínos de reprodução e de corte, frango de corte, galinhas poedeiras e peru, conforme apresentado nas Tabelas 1, 2, 3 e 4 do Anexo. Essas tabelas contemplam informações acerca das culturas (exemplo: alfafa, cevada) e partes das culturas (ex: forragem, silagem, palha, grãos) e seus subprodutos que são rotineiramente (ou potencialmente) utilizados para a alimentação animal no Brasil; o potencial máximo de contribuição (em %) de cada item identificado para a dieta total dos animais; a quantidade diária de consumo de ração (em kg de matéria seca) para cada animal de interesse, e o peso corporal típico dos animais (em kg), nos estágios de produção de alimento. Essas informações (quali e quantitativas) a respeito da prática brasileira de alimentação animal se deram por meio de pesquisa em referências nacionais e consulta à especialistas da EMBRAPA.

O mapeamento quanti e qualitativo da alimentação animal foi feito consultando-se uma vasta quantidade de informações publicadas e disponíveis, que foram analisadas e selecionadas (ABIEC, 2017; ABPA, 2016, 2017; AGROCERES, 2018; ASSIS et al., 2005; BERTOL et al., 2015; BOGGESS et al., 2008; COBB, 2015; EMBRAPA, 2017; EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 2017; FACÓ et al.; 2011; FERREIRA et al., 2014; GONÇALVES et al., 2009; IBGE, 2017, 2018; LÔBO et. al., 2010, 2017; MENDES, 2014; NEVES et al. 2017; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2016; OLIVEIRA AS, 2015; OLIVEIRA G, 2014; REGINA, 2010; ROCHA, 2018; ROSTAGNO, 2017; STOCK, 2014; VALADARES et al., 2016, 2017, 2018). A consultoria dos especialistas da EMBRAPA, nessa área, caracterizou-se como uma etapa de extrema importância para que o trabalho pudesse abranger um cenário de práticas de alimentação animal o mais realista e representativo possível para o Brasil, uma vez que buscou-se representar o retrato atual do que vem sendo realizado na prática, e que muitas das vezes não estão relatados e publicados em literatura atual, representando uma carência desse tipo de informações no país. Com base na distribuição geográfica, na identificação das regiões mais relevantes e representativas para a pecuária nacional (para cada animal), e sabendo-se da padronização dessas práticas de produção, pode-se conduzir um levantamento bastante assertivo quanto às práticas de alimentação animal, no Brasil, de modo que possa se inferir sobre este tema com um elevado nível de confiabilidade.

Embora o Brasil seja um país continental, que permite a exploração de diversas culturas agrícolas, na prática, considerando a organização da cadeia produtiva, que por consolidação, e

consequente escala, apresenta demanda por volumes extremamente grandes, apenas as grandes culturas tem condições de suprir estas demandas de ingredientes. As demais culturas, que não constam no levantamento feito a partir desse trabalho, são consideradas insignificantes no contexto geral, estando estas mais direcionadas para alimentação de ruminantes ou atividades suinícolas ou avícolas de caráter familiar, sem um controle de volumes ingeridos.

Os apêndices I e II trazem as informações detalhadas dos especialistas da EMBRAPA e que foram utilizadas para a construção das tabelas brasileiras de alimento animal, derivado de culturas para diferentes animais (Tabelas 1, 2, 3 e 4 do Anexo). Para a construção dessas tabelas algumas premissas foram adotadas:

1. Quando um mesmo alimento apresentou valores diferentes de porcentagem de matéria seca (% DM) nas tabelas dos animais constantes nos apêndices I e II, por serem informações capturadas em mais de uma referência, a média desses valores foi considerada na tabela final (Tabelas 1, 2, 3 e 4 do Anexo). As diferenças de porcentagem foram baixas e foram observadas para os seguintes itens: cevada, grãos; milho, farelo de glúten; milho, grãos; algodão, farelo; arroz, farelo; arroz; grãos; soja, casca; soja, farelo; soja, grãos; sorgo, grãos, girassol, farelo; trigo, farelo (*barley, grains; corn, gluten meal; corn, grains; cotton, meal; rice, bran; rice, grain; soybean, hulls; soybean, meal; soybean, seeds; sorghum, grains; sunflower, meal; wheat, bran milled by-product*).
2. Itens alimentares que representam menos de 5% da dieta total não foram considerados (mesma premissa adotada pela OCDE, 2013b).
3. Os itens arroz, farelo integral e arroz, farelo desengordurado foram agrupados em um único item (arroz, farelo) e a sua % na dieta corresponde a máxima porcentagem de contribuição na dieta total dos animais dentre esses dois itens.
4. As informações constantes no apêndice I para caprinos e ovinos categoriza os animais em: cordeiros, cabritos e cabras leiteiras. Para a composição da tabela final e apresentar as informações conforme constam na OCDE, os animais foram agrupados em: cordeiros/cabritos (estes que são destinados a produção de carne no país) e cabras (destinadas à produção de leite no país). Para o grupo dos cordeiros/cabritos foi realizado uma média dos pesos corpóreos e do consumo diário dessas duas espécies. Já a porcentagem de contribuição de determinada cultura na dieta total do animal, quando esta foi diferente, foi considerado o maior valor (isso foi verificado em apenas um item: *sorghum, grains*).

À medida que as culturas destinadas à alimentação animal no Brasil eram identificadas, essas foram analisadas quanto a sua presença ou não na tabela harmonizada da OCDE dos alimentos derivados de culturas. Quando presentes, estas recebem o código IFN – *International Feed Nomenclature* (nomenclatura de alimentação internacional) - constante na tabela da OCDE, caso contrário estão destacadas em vermelho e possuem a informação de que não estão contempladas na tabela da OCDE, para posteriormente serem incluídas no final da tabela de alimentação animal da OCDE a ser construída com o aporte dos dados gerados neste trabalho.

A tabela harmonizada da OCDE de alimento animal derivado de culturas possui 136 tipos de alimentos categorizados em quatro diferentes grupos: forragem e forrageiras; grãos e sementes; raízes e tubérculos; e subprodutos, para os diferentes animais (bovino leiteiro e de corte, cabra/ovelha e cordeiro/cabrito, suíno de reprodução e de corte, frango de corte, galinhas poedeiras e peru). Foi possível identificar, através deste trabalho, além das culturas que já fazem parte da tabela harmonizada da OCDE de alimento animal derivado de culturas (28 culturas, sendo 7 culturas dentro do grupo de forragem/forrageiras; 10 do grupo grãos e sementes e 11 do grupo de subprodutos de culturas), 11 novos tipos de alimentos destinados à alimentação animal no Brasil - divididos entre forragem e forrageiras (*algaroba/mesquite, pods; cassava, silage; millet, silage e cactus, forage*) e subprodutos (*soya, toasted seed; sugarcane, industrial syrup; cassava root, meal; soya, micronized seed; sugarcane, sugar; vegetable, oil (exclusing coconut); e corn, germ meal*) - que não se encontram na tabela da OCDE e que foram identificadas como sendo específicas para a região.

4.2 Prática Pecuária Predominante no Brasil

Outro objetivo específico do trabalho atingido compreende a identificação do sistema de produção predominante no país (sistemas intensivo ou não-intensivo) para determinação do método a ser utilizado no cálculo da carga alimentar animal de resíduos de praguicidas (*Maximum Reasonably Balanced Diet* – MRBD para sistema intensivo ou *Reasonable worst case diet/feed* – RWFC para sistema não-intensivo).

De acordo com o levantamento de dados e pesquisa em referências nacionais, a pecuária brasileira é caracterizada pelo uso de pastagens tendo apenas 3% dos animais do rebanho terminado em sistema intensivo (ABIEC, 2016) e menos de 5% da produção de leite ocorre em sistemas confinados (ASSIS et al., 2005). Além disso, as pastagens ocupam mais de 50% da área dos estabelecimentos agropecuários em várias regiões (EMBRAPA, 2015). Somente para o rebanho bovino, a pecuária extensiva é responsável por cerca de 93% do rebanho, tendo nas pastagens sua principal fonte alimentar (NOGUEIRA, 2012).

Em 1994, 67% da pecuária brasileira, excluindo as aves, eram representados por bovinos, 87% dos quais correspondiam ao gado de corte e 13% ao gado de leite. Em seguida, destacaram-se os suínos, com 15% do total de efetivos da pecuária, os ovinos (9%) e os caprinos (5%) (EMBRAPA, 2006). Esse quadro apresentou pouca alteração desde 1990, quando o efetivo de bovinos correspondia a 68% da pecuária, mantendo as proporções de gado de corte e de leite. (AMARAL et al. 2012; EMBRAPA, 2006).

De acordo com EMBRAPA, 2015 uma grande variedade de sistemas de produção é praticada ao longo do território brasileiro, porém é possível identificar padrões de produção e tecnificação em algumas regiões. No Brasil Central - Regiões Centro-Oeste e Sudeste, por exemplo, destaca-se a pecuária de corte extensiva em pastagens nativas. A importância e a concentração da atividade pastoril na região central do Brasil também são verificadas pela ocupação da área de pastagens e pela presença dessa atividade econômica na maioria dos estabelecimentos rurais, uma vez que mais da metade da área dos estabelecimentos rurais da Região Centro-Oeste é ocupada com pastagens.

Apesar da grande capilaridade da atividade pecuária nos estabelecimentos rurais do Brasil central, a produção pecuária é marcada por grande diversidade e heterogeneidade tecnológica. Sistemas de produção intensivos em capital e alta taxa de produtividade por área e/ou por animal coexistem com sistemas extensivos, com baixa eficiência técnica (ZYLBERSZTAJN; MACHADO FILHO, 2003; SOUZA FILHO et al., 2010; EMBRAPA, 2015). Apesar do aumento da adoção de técnicas mais intensivas de produção, particularmente em algumas Regiões do Sudeste e Centro-Oeste, a exemplo de Goiás e São Paulo, EMBRAPA, 2015 conclui que a produção pecuária na região do Brasil central ainda é predominantemente extensiva, tendo o pasto como a principal fonte de alimentação. Já na região Sul os sistemas de produção de bovinos para corte são predominantemente o pasto, com intensificação variável (EMBRAPA, 2015).

Na área englobada pela Amazônia Legal, na região Norte, assim como no restante da região Centro-Oeste, grande parte da atividade pecuária ainda é desenvolvida em áreas tipicamente de fronteira agrícola, sob diferentes níveis tecnológicos, porém, com predominância de um modelo mais extensivo, com baixo uso de tecnologia (EMBRAPA, 2015). Na região Nordeste, que se destaca na criação de caprinos e ovinos de corte, a vegetação nativa (caatinga) é ainda o principal recurso forrageiro regional, usada como base alimentar para os rebanhos que na maioria das situações são criados de forma extensiva. Além disso, os sistemas produtivos dessa região caracterizam-se por apresentar modelos de exploração pecuários mistos, com ambiente compartilhado por bovinos, ovinos e caprinos em grande parte

das situações (EMBRAPA, 2015). De acordo com EMBRAPA 2006, o rebanho de ovinos no país, em termos gerais, apresenta baixo nível de produção, com criações em sistema extensivo e quase nenhuma aplicação de tecnologia.

Através do levantamento de literatura existente e consulta à especialistas da EMBRAPA (informações apresentadas nos apêndices I e II) pode-se concluir que o sistema de produção predominante no país é o sistema extensivo e que a alimentação, baseada principalmente na pastagem de pasto e culturas forrageiras, pode ser modificada para um aspecto mais intensivo durante a fase de acabamento, em que a alimentação dos animais pode ser complementada com grãos, forragem conservada (feno ou silagem), subprodutos ou rações compostas para melhorar as taxas de crescimento, composição corporal ou a produção de leite (EMBRAPA, 2015). Foi possível observar também que práticas intensivas também ocorrem no Brasil, porém não de forma predominante. Dessa forma, o cálculo da carga alimentar definido para o Brasil baseia-se na abordagem *Reasonable worst case diet/feed* (RWCF), o que vai ao encontro com o que a OCDE preconiza em seu guia *Residues in Livestock* (Resíduos em criação animal) em que se reconhece que práticas de criação intensiva existem em outras regiões, e não somente nos Estados Unidos, porém com uma porcentagem substancial de gado sendo criado com um sistema que varia de menos intensivo para não intensivo, enquadrando-se nesse cenário os países europeus, Japão e Austrália, que possuem seus cálculos baseados no RWCF (OCDE, 2007).

4.3 Calculadora de Carga Dietética Animal de Resíduos de Praguicidas

Nesse trabalho foi possível desenvolver uma calculadora em Excel responsável por estimar a carga dietética de resíduos de praguicidas para cada animal de produção, como resultado da potencial presença de resíduos nas culturas destinadas a alimentação animal. O cálculo combina as estimativas da composição qualitativa e quantitativa das dietas dos animais (para os diferentes animais) com estimativas de resíduos de praguicidas (para as culturas que apresentam registro de um determinado praguicida/ingrediente ativo), de tal forma que o consumo máximo alimentar de resíduos de praguicidas é calculado, considerando-se a abordagem de RWFC.

A calculadora executa automaticamente os cálculos descritos no parágrafo anterior, uma vez que os valores estimados de resíduos de praguicidas nos itens destinados a alimentação animal (refletindo o uso descrito em bula do praguicida) forem inseridos pelo usuário na aba **“Input”** contida na planilha. Todos os cálculos são realizados usando as funções padrão do Excel sem o uso de quaisquer macros.

4.3.1 Estrutura da calculadora de carga dietética de resíduos de praguicidas

A calculadora é composta por 4 abas principais relacionadas com o cálculo, conforme ilustrado na figura 6.

Figura 6: Abas da calculadora de carga dietética de resíduos de praguicidas.

- **Aba “Input”**

Esta aba apresenta uma listagem dos 136 possíveis diferentes alimentos para animais definidos na tabela de alimento animal da OCDE, além dos 11 novos itens destinados à alimentação animal no Brasil que foram identificados, a partir deste trabalho, e que não se encontram na tabela da OCDE. Cada item está separado em um dos seguintes grupos:

- forrageiras/forragem;
- raízes e tubérculos;
- grãos de cereais / sementes de culturas; e
- subprodutos.

Conforme ilustrado na figura 7, esta aba apresenta: campo para seleção do tipo de cálculo a ser realizado (*Maximum dietary burden* – Carga Máxima Dietária ou *Median dietary Burden* - Carga Mediana Dietária), o teor de matéria seca (%) de cada item alimentar, uma vez que a carga alimentar de resíduos é avaliada numa base de matéria seca e campos para a inserção dos dados de resíduos (MRL, HR e STMR) dos itens alimentares a serem considerados no cálculo da carga alimentar animal, e para anotações quanto a fontes de dados (“*Data Source*”). Caso os resíduos estejam expressos em base de matéria seca, a porcentagem correspondente de matéria seca (DM%) deve ser alterada para 100% na calculadora (FAO, 2016b).

Figura 7: Aba “Input” com as informações apresentadas sobre cultura, classificação, % matéria seca e campo para inserção de dados referentes a resíduos.

Brazilian Animal Dietary Burden Calculator											
Version 01, 04 May 2018.											
Select diet type →		Median dietary burden		Maximum dietary burden				Available Residues Data			
Does commodity feature in any BR animal diet?	Group	Crop	Commodity	IFN Code	Classification	Residue to Use	%DM	MRL	HR	STMR	Data so
		Filter by crop									
Yes	Forages	Corn, Field	Forage/Silage	3-28-345	R	HR	31 100		0,04	0,01	
Yes	Grain/Seeds	Corn, Field	Grain	4-20-698	CC	STMR	87 100			0,02	
Yes	By-products	Citrus	Dried Pulp	4-01-237	R	STMR	90 100			0,1	
Yes	By-products	Corn, Field	Gluten Meal	5-28-242	CC	STMR	88 100			0,03	
Yes	By-products	Sunflower	Meal	5-26-098	PC	STMR	89 100			0,04	
Yes	By-products	Corn	Germ meal	-	-	STMR	88 100			0,03	

- **Aba *Animal_Diets_Sheet***

A tabela da OCDE de alimentação animal, derivada de culturas, figura 1 do Anexo, foi transcrita para a planilha de Excel, na aba “*Animal_diets_sheet*”. Esta aba contém a mesma tabela de alimentos derivados de culturas e os novos itens alimentares identificados a partir deste trabalho para o Brasil, constantes na aba “*Input*”.

A listagem de culturas destinadas à alimentação animal é única, o que varia para cada animal são as quantidades que as mesmas representam na sua dieta. Como ilustrado na figura 2 do Anexo, esta planilha/aba contém os dados do Brasil para bovinos, suínos, aves e ovinos/caprinos identificados através deste trabalho com a construção das tabelas brasileiras de alimentação animal (Tabelas 1, 2, 3 e 4 do Anexo).

As porcentagens de matéria seca e a máxima contribuição de cada alimento na dieta total animal respeitaram o arredondamento utilizado na OCDE (sem casa decimal). As diferentes gramíneas (forragem frescas) identificadas como alimento animal foram agrupadas em *grass*, *forage fresh* e a média das porcentagens de matéria seca e o valor máximo de contribuição foram considerados na planilha.

A aba *Animal_Diets_Sheet* é a tabela matriz que “alimenta” a calculadora de estimativa da carga alimentar de resíduos de praguicidas com as informações constantes nos campos descritos a seguir: **Group** - grupo ao qual a cultura pertence (forragem/forrageiras, raízes e tubérculos, grãos e sementes e subprodutos); **Crop** - nome da cultura; **Part** - parte da cultura destinada a ração animal (ex: casca, forragem, sementes, etc.); **IFN Code** – código de nomenclatura de alimentação internacional, que estão listados para a maioria dos alimentos derivados de culturas; **Classification** – classificação das culturas em volumoso (*R: roughage*), carboidrato concentrado (*CC: carbohydrate concentrate*) e proteína concentrada (*PC: protein concentrate*), informação importante apenas para a abordagem de MRBD; **%DM (dry matter)** - porcentagem de peso seco das culturas e de seus processados; **Max % DM eaten** - potencial máximo de contribuição (em %) de cada alimento para a dieta total do animal, expresso em peso seco; **Daily intake (DM – dry matter - in kg)** – ingestão diária total em quilogramas de peso seco. Representa a quantidade de ração consumida diariamente pelo animal; **Body Weight (kg)** - peso corporal típico dos animais, em quilogramas, nos estágios de produção do alimento.

- **Aba *Brazil_Animal_Burdens***

Como mencionado anteriormente, a tabela de alimentação animal derivado de culturas constante na aba “*Animal_diets_sheet*” serve de subsidio, com todas as suas informações, para as planilhas responsáveis pelo cálculo da estimativa de resíduos de praguicidas para cada animal, constantes em outra aba da calculadora, denominada “*Brazil_animal_burdens*”, figura

3 do Anexo. Essa planilha além de conter as informações da aba “*Animal_diets_sheet*” apresenta também os seguintes campos: ***Residue level on fresh weight (mg/kg)*** – quantidade de resíduo presente na parte da cultura destinada a alimentação animal, em mg/kg de peso fresco; ***Residue level on dry weight (mg/kg)*** – quantidade de resíduo presente na parte da cultura destinada a alimentação animal, em mg/kg de peso seco. Essa informação é obtida através da divisão do ***Residue level on dry weight (mg/kg)*** pela ***%DM*** informada na tabela para determinada cultura; ***Residue intake (mg/ kg bw/ day)*** – quantidade de resíduo ingerida pelo animal através do consumo daquela cultura em questão, obtida através da multiplicação do ***Residue level on dry weight (mg/kg)*** pelo ***Max % DM eaten*** e pelo ***Daily intake (DM in kg)***, dividido pelo ***Body Weight (kg)***. A figura 3 do Anexo ilustra um fragmento da aba da calculadora para as estimativas do Brasil, “*Brazil_animal burdens*” para bovino de corte e leiteiro, estruturada para seguir uma abordagem de *Reasonable worst case diet/feed* (RWFC) para o cálculo da carga dietética animal de resíduos. Embora a figura 8 não ilustre, neste caso, porém nessa mesma aba, ao lado dos dados dos bovinos há os mesmos campos para todos os demais animais (aves, suínos, cabras/ovelhas).

O cálculo do consumo máximo de resíduos (em mg/ kg pc/d) para cada item de alimentação individual é apresentado para cada animal. (Estes resultados são apresentados na área contida dentro das colunas A-Z, linhas 1-193). Os resultados destes cálculos são utilizados para calcular a carga máxima alimentar para animais de acordo com o método RWFC, descrito no item 4.3.3. A combinação dos maiores contribuintes potenciais de resíduos para a dieta dos animais, de cada grupo de alimentos, é apresentada nas tabelas constantes abaixo da planilha de cálculo principal. A figura 8 ilustra uma dessas tabelas para cordeiro/cabrito de corte do Brasil. A seguinte informação é resumida na área contida dentro das colunas W-AF, linhas 195-220 (figura 8). Esse resumo apresenta a carga alimentar de resíduos calculada (grifado em amarelo).

Figura 8: Exemplo do resumo de carga alimentar de resíduos calculado para cordeiro/cabrito no Brasil.

Brazil Lamb/Goatling

Highest contributors for each commodity group

Feed Group	Crop	Part	DM intake (%)	Residue intake (mg/kg bw/d)	rank	Residue intake over DM intake
Forages	Corn, Field	Forage/Silage	85	0,005737	1	0,000067
Roots & Tubers	#N/A	#N/A	#N/A	0,000000	4	0,000000
Grain/Seeds	Corn, Field	Grain	25	0,000301	3	0,000012
By-products	Corn, Field	Gluten Meal	80	0,001427	2	0,000018

Calculation of total maximum dietary burden

Feed Group	Crop	Part	DM intake (%)	Residue intake over DM intake	Actual contribution to total residue intake (mg/kg bw/d)	Total DM intake (%)	Actual contribution to total DM intake (%)	Total residue intake mg/kg bw/d)
Forages	Corn, Field	Forage/Silage	85	0,000067	0,0057	85	85	0,0057
By-products	Corn, Field	Gluten Meal	80	0,000018	0,0003	100	15	0,0060
Grain/Seeds	Corn, Field	Grain	25	0,000012	0,0000	100	0	0,0060
Roots & Tubers	#N/A	#N/A	0	0,000000	0,0000	100	0	0,0060

Total dietary burden per unit mass of dry feed: 0,115 mg/kg DM feed

Total dietary burden per unit mass animal bodyweight: 0,006 mg/kg bw/d

Contributions to the dietary burden of residues

Forages	Corn, Field	Forage/Silage	95,5 %
By-products	Corn, Field	Gluten Meal	4,5 %
Grain/Seeds	-	-	-
Roots & Tubers	-	-	-

• Aba Output

A aba “**Output**” resume (re-apresenta) de forma ilustrativa e direta os resultados dos cálculos da carga alimentar de resíduos para cada animal presentes na aba “**Brazil Animal Burdens**”, conforme ilustra a figura 9. As cargas alimentares de resíduos estão expressas em termos de mg de resíduos/kg de peso seco total do alimento e de mg de resíduo consumido por dia/kg peso corpóreo do animal.

Figura 9: Tabela com os resultados do cálculo da carga alimentar de resíduos para cada animal.

	Region	Beef Cattle	Dairy Cattle	Rams/ Ewes/ Goat	Lambs/ goatling	Breeding Swine	Finishing Swine	Broiler Hens	Laying Hens	Turkey
		mg/kg DM in feed
	Brazil	0,129	0,129	0,115	0,115	0,026	0,027	0,022	0,022	0,022
		mg/kg bw/d
	Brazil	0,002	0,003	0,005	0,006	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

4.3.2 Cálculo da carga alimentar de resíduos de praguicidas com a calculadora – como utilizá-la

A seguir são apresentados os passos necessários no processo de utilização e preenchimento da calculadora da carga alimentar de resíduos de praguicidas:

1. Filtrar coluna “**Crop**” para mostrar apenas as culturas de interesse. Todas os itens alimentares derivados dessa cultura serão então exibidos. Os itens alimentares (*commodities*) para uma única cultura podem pertencer a vários grupos de alimentos destinados a alimentação animal (figura 10).
2. Inserir o valor de resíduo (em mg/kg do alimento) na coluna de HR e/ou STMR para cada cultura/item alimentar para o qual existe uma utilização de determinado praguicida sendo considerado, e para os quais estão disponíveis dados de resíduos ou que podem ser estimados (figura 10). Inserir os dados apenas para aqueles alimentos que são destinados à alimentação animal no Brasil. Essa informação consta na primeira coluna da tabela (figura 10).
3. Caso os resíduos estejam expressos em base de matéria seca, a porcentagem correspondente de matéria seca matéria (DM%) deve ser alterado para 100% na calculadora.
4. A coluna “**Data Source**” pode ser utilizada para realizar anotações sobre a fonte de dados dos resíduos introduzidos na calculadora (figura 10).

Figura 10: Aba “Input” para a entrada de dados de resíduos, com o exemplo das culturas milho, citros e girassol filtrando a coluna “Crop”.

Brazilian Animal Dietary Burden Calculator						Version 01, 04 May 2018.				
Select diet type →		☐ Median dietary burden		☒ Maximum dietary burden				Available		
Does commodity feature in any BR animal diet?	Group	Crop	Commodity	IFN Code	Classification	Residue to Use	%DM	MRL	HR	STMR
		Filter by crop								
Yes	Forages	Corn, Field	Forage/Silage	3-28-345	R	HR	☒ 31 ☐ 100		0,04	0,01
No	Forages	Corn, Field	Stover	3-28-251	R	HR	☒ 83 ☐ 100			
Yes	Grain/Seeds	Corn, Field	Grain	4-20-698	CC	STMR	☒ 87 ☐ 100			0,02
Yes	By-products	Citrus	Dried Pulp	4-01-237	R	STMR	☒ 90 ☐ 100			0,1
No	By-products	Corn, Field	Asp. Gr. Fr.	4-12-208	CC	STMR	☒ 85 ☐ 100			
No	By-products	Corn, Field	Milled Byprods.	5-28-235	CC	STMR	☒ 85 ☐ 100			
No	By-products	Corn, Field	Hominy Meal	4-03-010	CC	STMR	☒ 88 ☐ 100			
No	By-products	Corn, Field	Gluten Feed	5-28-243	CC	STMR	☒ 40 ☐ 100			
Yes	By-products	Corn, Field	Gluten Meal	5-28-242	CC	STMR	☒ 88 ☐ 100			0,03
Yes	By-products	Sunflower	Meal	5-26-098	PC	STMR	☒ 89 ☐ 100			0,04
Yes	By-products	Corn	Germ meal	-	-	STMR	☒ 88 ☐ 100			0,03

5. Para qualquer item alimentar, o valor de resíduos que será utilizado no cálculo da carga alimentar de resíduos é indicado na célula relevante da coluna “*residue value used in calculation*” (figura 11). O seguinte item deve ser observado:
 - A calculadora estima carga alimentar máxima (*Maximum Dietary Burden*) e carga alimentar mediana (*Medium Dietary Burden*) de resíduos. No primeiro cálculo, valores de HR são utilizados para os grupos de forragem/forrageiras, raízes e tubérculos e não para grãos e subprodutos. Para estes, os valores STMR são usados. O tipo de cálculo a ser realizado é selecionado no campo “*Select Diet Type*”. As informações apresentadas na aba “*Output*” refere-se ao tipo de cálculo selecionado, a qualquer momento, neste campo (figura 10). Dessa forma o resultado de um dos tipos de carga alimentar é apresentado por vez.

Figura 11: Outras colunas da aba “Input” para o exemplo de milho, citros e girassol.

Available Residues Data				
MRL	HR	STMR	Data source	Residue value used in calculation
	0,04	0,01		0,04
		0,02		-
		0,1		0,02
				0,1
				-
				-
				-
		0,03		-
		0,04		0,03
		0,03		0,04
				0,03

6. As cargas alimentares de resíduos para cada animal serão calculadas, para os valores de resíduos fornecidos, e serão preenchidas automaticamente na tabela resumida de resultados, constante na aba “*Output*”, da figura 12.
7. Devem ser consultadas as tabelas presentes no final da planilha da aba “*Brazil_animal_burdens*”, caso se necessite uma compreensão mais detalhada dos resultados individuais do cálculo da carga alimentar animal de resíduos (por animal). A figura 8 ilustra uma dessas tabelas para cordeiro/cabrito de corte do Brasil.

Figura 12: Tabela com os resultados do cálculo da carga alimentar de resíduos para cada animal.

	Maximum dietary burden									
	Region	Beef Cattle	Dairy Cattle	Rams/ Ewes/ Goat	Lambs/ goatling	Breeding Swine	Finishing Swine	Broiler Hens	Laying Hens	Turkey
		mg/kg DM in feed
	Brazil	0,129	0,129	0,115	0,115	0,026	0,027	0,022	0,022	0,022
		mg/kg bw/d
	Brazil	0,002	0,003	0,005	0,006	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

4.3.3 Etapas de cálculo utilizadas na calculadora

A calculadora estima a carga alimentar animal de resíduos com base na abordagem RWFC da OCDE.

1. Para cada item alimentar para o qual foram fornecidos valores de resíduos na aba **“Input”** a planilha calcula o consumo máximo possível de resíduo (carga) que este poderia fornecer (em matéria seca) através da alimentação animal.

2. O maior contribuinte de cada um dos grupos de alimentos (forragem e forrageiras; grãos e sementes; raízes e tubérculos; e subprodutos) são então combinados para dar a carga alimentar total, de uma forma que garanta que a soma das contribuições dos quatro itens não exceda 100% da massa total da dieta do animal.

i) Os quatro contribuintes principais são classificados em relação à quantidade: contribuição potencial máxima de resíduo para a dieta (mg/kg pc/dia) ÷ contribuição teórica máxima para a massa da dieta (em % de matéria seca).

ii) As contribuições na dieta (nível de resíduo e % de contribuição de matéria seca) são então somadas, começando com o primeiro item alimentar classificado, em seguida, o segundo item classificado é adicionado, o terceiro e o quarto.

iii) Se a adição da contribuição máxima possível do próximo item alimentar na dieta exceder 100% da dieta total do animal, a sua contribuição é então ajustada de tal forma que ele só contribui a quantidade necessária para se obter uma dieta total representando 100% da massa prescrita para o animal.

Esta sequência de etapas de cálculo é ilustrada no exemplo hipotético abaixo, na figura 13, para uma dieta de cordeiro/cabrito de corte no Brasil.

Figura 13: Resultado de um exemplo de cálculo mostrando a combinação de potenciais contribuintes de resíduos na dieta animal, para os quatro grupos de itens alimentares.

Brazil Lamb/Goatling								
Highest contributors for each commodity group								
Feed Group	Crop	Part	DM intake (%)	Residue intake (mg/kg bw/d)	rank		Residue intake over DM intake	
Forages	Corn, Field	Forage/Silage	85	0,005737	1		0,000067	
Roots & Tubers	#N/A	#N/A	#N/A	0,000000	4		0,000000	
Grain/Seeds	Corn, Field	Grain	25	0,000301	3		0,000012	
By-products	Corn, Field	Gluten Meal	80	0,001427	2		0,000018	

Calculation of total maximum dietary burden								
Feed Group	Crop	Part	DM intake (%)	Residue intake over DM intake	Actual contribution to total residue intake (mg/kg bw/d)	Total DM intake (%)	Actual contribution to total DM intake (%)	Total residue intake mg/kg bw/d
Forages	Corn, Field	Forage/Silage	85	0,000067	0,0057	85	85	0,0057
By-products	Corn, Field	Gluten Meal	80	0,000018	0,0003	100	15	0,0060
Grain/Seeds	Corn, Field	Grain	25	0,000012	0,0000	100	0	0,0060
Roots & Tubers	#N/A	#N/A	0	0,000000	0,0000	100	0	0,0060

Total dietary burden per unit mass of dry feed:			0,115 mg/kg DM feed					
Total dietary burden per unit mass animal bodyweight:			0,006 mg/kg bw/d					
Contributions to the dietary burden of residues			Forages	Corn, Field	Forage/Silage	95,5 %		
			By-products	Corn, Field	Gluten Meal	4,5 %		
			Grain/Seeds	-	-	-		
			Roots & Tubers	-	-	-		

O valor destacado na figura 13 é a carga alimentar animal total estimada de resíduos de praguicidas. Pode-se observar que a quantidade do item alimentar *Corn field, gluten mean* na dieta (que contribui com a segunda maior quantidade de resíduo sobre o consumo de matéria seca = 0,000018) foi reduzida, a partir do seu potencial valor máximo de 80% para 15%. A coluna “*Total DM Intake (%)*” é um total cumulativo quando são somadas as porcentagens da coluna “*Actual contribution to total DM intake (%)*”, que corresponde a proporção do item alimentar (em matéria) na dieta total do animal.

4.3.4 Validação da calculadora de carga dietética de resíduos de praguicidas

A validação da calculadora quanto a realização dos cálculos, adotando uma abordagem de RWFC, foi feita através da utilização dos exemplos contidos no guia *Residues in Livestock* - Resíduos em criação animal da OCDE (OCDE, 2013b) para as regiões que adotam a mesma abordagem de cálculo (União Europeia, Australia e Japão). O guia traz exemplos para o cálculo da carga alimentar animal de resíduos para bovino de corte para União Europeia, Australia e Japão, dessa forma os dados dessas 3 regiões para esse tipo de animal, foram alterados na aba “*Animal_diets_sheet*”, para a obtenção dos resultados.

4.3.4.1 Validação utilizando os dados da União Européia para bovino de corte

O exemplo apresentado na figura 14 foi retirado do guia Resíduos em Criação Animal da OCDE (OCDE, 2013b) e os dados específicos para a União Européia (dieta total do animal, peso corpóreo, % matéria seca e contribuição máxima do item alimentar, em % de matéria seca, na dieta total), contidos nesse exemplo, foram alterados na aba “*Animal_diets_sheet*”, conforme ilustrado na figura 15.

Figura 14: Exemplo de cálculo contido no Guia *Residues in Livestock* da OCDE para bovino de corte na União Européia.

Feedstuffs	Commodity Category	DM (%)	Diet (%)	Daily intake (kg)	Body weight (kg)	HR or STM ¹ (mg/kg)	HR or STM ¹ (mg/kg DM)	Dietary Contribution % intake (mg/kg bw)	Dietary Contribution ² (mg/kg bw)
Forages									
Alfalfa	forage	35	70	12	500	5	14.29	0.003	0.240
Alfalfa	silage	40	25	12	500	5	12.5	0.003	0.075
Corn, field	forage/silage	40	80	12	500	0.02	0.05	<0.001	0.001
Corn, field	stover	83	25	12	500	0.02	0.02	<0.001	<0.001
Alfalfa	hay	89	0	12	500	10	11.24	-	0
Alfalfa	meal	89	0	12	500	10	11.24	-	0
Roots/tubers									
Potato	culls	20	30	12	500	0.9	4.5	0.001	0.032
Cereal grains									
Corn, field	grain	88	80	12	500	0.02	0.02	<0.001	<0.001
By-products									
Corn, field	milled by-pdts	85	30	12	500	1	1.18	<0.001	0.008
Corn, field	gluten feed	40	30	12	500	0.2	0.5	<0.001	0.005
Corn, field	gluten meal	40	15	12	500	0.2	0.5	<0.001	0.002
Corn, field	Asp. grain fr	85	0	12	500	2.0	2.35	-	0
Corn, field	hominy meal	88	0	12	500	0.3	0.34	-	0

¹ North American Free Trade Agreement

² Dry feed weight basis.

Fonte: Reproduzido do Guia da OECD (OCDE, 2013b).

Figura 15: Aba “*Animal_diets_sheet*” do Brasil com os dados da União Européia. Os números em vermelho são dados da UE que diferem daqueles do Brasil e que portanto foram alterados na planilha.

							CATTLE
							Brazil cattle, beef
Daily Intake (DM in kg):							12
Body Weight (kg)							500
Group	Crop	Part	IFN Code	Classification	% DM	Max% DM eaten	
Forages/Fodders							
Forages	Alfalfa	Forage	2-00-196	R	35	70	
Forages	Alfalfa	Hay	1-00-054	R	89	0	
Forages	Alfalfa	Meal	1-00-023	R	89	0	
Forages	Alfalfa	Silage	3-08-150	R	40	25	
Forages	Corn, Field	Forage/Silage	3-28-345	R	40	80	
Forages	Corn, Field	Stover	3-28-251	R	83	25	
Roots & Tubers							
Roots & Tubers	Potato	Culls	4-03-787	CC	20	30	
Cereal Grains/Crops Seeds							
Grain/Seeds	Corn, Field	Grain	4-20-698	CC	88	80	
By-Products							
By-products	Corn, Field	Asp. Gr. Fr.	4-12-208	CC	85	0	
By-products	Corn, Field	Milled Byprods.	5-28-235	CC	85	30	
By-products	Corn, Field	Hominy Meal	4-03-010	CC	88	0	
By-products	Corn, Field	Gluten Feed	5-28-243	CC	40	30	
By-products	Corn, Field	Gluten Meal	5-28-242	CC	40	15	

Conforme apresentado na figura 4 do Anexo, os valores obtidos pela calculadora na aba “*Brazil_animal_burdens*” para *Residue level on dry weight* (mg/kg) e *Residue Intake* (mg/kg bw/day) são os mesmos do exemplo da OCDE para *HR or STMR* (mg/kg DM) e *Dietary Contribution* (mg/kg bw), respectivamente, conforme ilustrado na figura 14.

A estimativa de carga alimentar de resíduos, utilizando-se a calculadora, de 0,272 mg/kg pc/dia (figura 5 do Anexo) é a mesma obtida pela OCDE, conforme ilustra a figura 16. Dessa forma, conclui-se que a ferramenta calculou a carga de resíduos baseando-se na abordagem RWFC definido pela OCDE no guia Resíduos em criação animal (OCDE, 2013b).

Figura 16: Exemplo de cálculo da carga alimentar de resíduos contido no Guia *Residues in Livestock* da OCDE para bovino de corte na União Européia.

Category	Commodity	% Diet	Dietary Contribution	Adjusted % Diet	Adjusted Dietary Contribution ¹ (mg/kg bw)
Forages	Alfalfa forage	70	0.240	70	0.240
Roots/tubers	Potato culls	30	0.032	30	0.032
Cereal grains	Corn grain	80	0	0	0
By-products	Corn milled by-pdts	30	0	0	0
TOTAL	-	210	0.272	100	0.272

¹ Dry feed weight basis.

Fonte: Reproduzido do Guia da OECD (OCDE, 2013b).

4.3.4.2 Validação utilizando os dados da Austrália para bovino de corte

As mesmas etapas descritas para o exemplo da União Européia também foram feitas para a Austrália. O exemplo da figura 17 foi retirado do guia Resíduos em Criação Animal da OCDE (OCDE, 2013b) e os dados específicos para a Austrália (dieta total do animal, peso corpóreo, % matéria seca e contribuição máxima do item alimentar, em % de matéria seca, na dieta total), contidos nesse exemplo foram alterados na aba “*Animal_diets_sheet*”, conforme ilustrado na figura 18.

Figura 17: Exemplo de cálculo contido no Guia *Residues in Livestock* da OCDE para bovino de corte na Austrália.

Feedstuffs	Commodity Category	DM (%)	Diet (%)	Daily intake (kg)	Body weight (kg)	HR or STMR (mg/kg)	HR or STMR (mg/kg DM)	Dietary Contribution % intake (mg/kg bw)	Dietary Contribution (mg/kg bw) ¹
Forages									
Alfalfa	forage	35	100	20	500	5	14.29	0.006	0.572
Alfalfa	silage	40	100	20	500	5	12.50	0.005	0.500
Alfalfa	hay	89	80	20	500	10	11.24	0.005	0.359
Alfalfa	meal	89	40	20	500	10	11.24	0.005	0.180
Corn, field	forage/silage	40	80	20	500	0.02	0.05	<0.001	0.002
Corn, field	stover	83	40	20	500	0.02	0.024	<0.001	<0.001
Roots/tubers									
Potato	culls	20	10	20	500	0.9	4.5	0.002	0.018
Cereal grains									
Corn, field	grain	88	80	20	500	0.02	0.02	<0.001	0.001
By-products									
Corn, field	milled by-pds	85	15	20	500	1	1.18	<0.001	0.007
Corn, field	gluten feed	40	20	20	500	0.2	0.5	<0.001	0.004
Corn, field	gluten meal	40	20	20	500	0.2	0.5	<0.001	0.004
Corn, field	hominy meal	88	40	20	500	0.3	0.34	<0.001	0.005
Corn, field	Asp. grain fit	85	0	20	500	2	2.35	-	0

¹ Dry feed weight basis.

Fonte: Reproduzido do Guia da OECD (OCDE, 2013b).

Figura 18: Aba “*Animal diets sheet*” do Brasil com os dados da Austrália. Os números em vermelho são dados da Austrália que diferem daqueles do Brasil, e que portanto, foram alterados na planilha.

						CATTLE
						Brazil cattle, beef
						Daily Intake (DM in kg):
						20
						Body Weight (kg)
						500
Group	Crop	Part	IFN Code	Classification	%DM	Max% DM eaten
Forages/Fodders						
Forages	Alfalfa	Forage	2-00-196	R	35	100
Forages	Alfalfa	Hay	1-00-054	R	89	80
Forages	Alfalfa	Meal	1-00-023	R	89	40
Forages	Alfalfa	Silage	3-08-150	R	40	100
Forages	Corn, Field	Forage/Silage	3-28-345	R	40	80
Forages	Corn, Field	Stover	3-28-251	R	83	40
Roots & Tubers						
Roots & Tubers	Potato	Culls	4-03-787	CC	20	10
Cereal Grains/Crops Seeds						
Grain/Seeds	Corn, Field	Grain	4-20-698	CC	88	80
By-Products						
By-products	Corn, Field	Asp. Gr. Fr.	4-12-208	CC	85	0
By-products	Corn, Field	Milled Byprods.	5-28-235	CC	85	15
By-products	Corn, Field	Hominy Meal	4-03-010	CC	88	40
By-products	Corn, Field	Gluten Feed	5-28-243	CC	40	20
By-products	Corn, Field	Gluten Meal	5-28-242	CC	40	20

Conforme apresentado na figura 6 do Anexo, os valores obtidos pela calculadora na aba “*Brazil animal burdens*” para *Residue level on dry weight* (mg/kg) e *Residue Intake* (mg/kg bw/day) são os mesmos do exemplo da OCDE para *HR or STMR* (mg/kg DM) e *Dietary Contribution* (mg/kg bw), respectivamente, conforme ilustrado na figura 19.

A estimativa de carga alimentar de resíduos, utilizando-se a calculadora, de 0,571 mg/kg pc/dia (figura 7 do Anexo) é a mesma obtida pela OCDE, conforme apresentado na figura 19.

Dessa forma, conclui-se que a ferramenta calculou a carga de resíduos baseando-se na abordagem RWFC preconizado pela OCDE através do guia Resíduos em criação animal (OCDE, 2013b).

Figura 19: Exemplo de cálculo da carga alimentar de resíduos contido no Guia *Residues in Livestock* da OCDE para bovino de corte na Austrália.

Category	Commodity	% Diet	Dietary Contribution (mg/kg bw)	Adjusted % Diet	Adjusted Dietary Contribution (mg/kg bw) ¹
Forages	Alfalfa forage	100	0.572	100	0.572
Roots/tubers	Potato culls	10	0.018	0	0
Cereal grains	Corn grain	80	0.001	0	0
By-products	Corn milled by-pdts	15	0.007	0	0
TOTAL	-	205	0.590	100	0.572

¹ Dry feed weight basis.

Fonte: Reproduzido do Guia da OECD (OCDE, 2013b).

4.3.4.3 Validação utilizando os dados do Japão para bovino de corte

As mesmas etapas descritas para o exemplo da União Européia e Austrália também foram feitas para o Japão. O exemplo da figura 20 foi retirado do guia Resíduos em Criação Animal da OCDE (OCDE, 2013b) e os dados específicos para a Austrália (dieta total do animal, peso corpóreo, % matéria seca e contribuição máxima do item alimentar, em % de matéria seca, na dieta total) contidos nesse exemplo foram alterados na aba “*Animal_diets_sheet*”, conforme ilustrado na figura 21.

Conforme apresentado na figura 8 do Anexo, os valores obtidos pela calculadora na aba “*Brazil_animal_burdens*” para *Residue level on dry weight* (mg/kg) e *Residue Intake* (mg/kg bw/day) são os mesmos do exemplo da OCDE para *HR or STMR* (mg/kg DM) e *Dietary Contribution* (mg/kg bw), respectivamente, como ilustrado na figura 22.

A estimativa de carga alimentar de resíduos, utilizando-se a calculadora, de 0,0242 mg/kg pc/dia (figura 9 do Anexo) é a mesma obtida pela OCDE, conforme apresentado na figura 22. Dessa forma, conclui-se que a ferramenta calculou a carga de resíduos baseando-se no RWFC preconizado pela OCDE através do guia Resíduos em criação animal (OCDE, 2013b).

Figura 20: Exemplo de calculo contido no Guia *Residues in Livestock* da OCDE para bovino de corte no Japão.

Feedstuffs	Commodity Category	DM (%)	Diet (%)	Daily intake (kg)	Body weight (kg)	HR or STM ^R (mg/kg)	HR or STM ^R (mg/kg DM)	Dietary Contribution % intake (mg/kg bw)	Dietary Contribution (mg/kg bw) ¹
Forages									
Alfalfa	hay	89	10	14	730	10	11.24	0.002	0.022
Alfalfa	meal	89	10	14	730	10	11.24	0.002	0.022
Alfalfa	forage	35	0	14	730	5	14.29	-	0
Alfalfa	silage	40	0	14	730	5	12.5	-	0
Corn, field	Forage/silage	40	0	14	730	0.02	0.05	-	0
Corn, field	stover	83	0	14	730	0.02	0.024	-	0
Roots/tubers									
Potato	culls	20	0	14	730	0.9	4.5	-	0
Cereal grains									
Corn, field	grain	88	75	14	730	0.02	0.02	0	0.001
By-products									
Corn, field	milled by-pds	85	5	14	730	1	1.18	<0.001	0.001
Corn, field	gluten feed	40	25	14	730	0.2	0.5	<0.001	0.002
Corn, field	hominy meal	88	35	14	730	0.3	0.34	<0.001	0.002
Corn, field	gluten meal	40	0	14	730	0.2	0.5	-	0
Corn, field	aspirated grain fts	85	0	14	730	2	2.35	-	0

¹ Dry feed weight basis.

Fonte: Reproduzido do Guia da OECD (OCDE, 2013b).

Figura 21: Aba “*Animal_diets_sheet*” do Brasil com os dados do Japão. Os números em vermelho são dados do Japão que diferem daqueles do Brasil, e que portanto, foram alterados na planilha.

						CATTLE
						Brazil cattle, beef
Daily Intake (DM in kg):						14
Body Weight (kg)						730
Group	Crop	Part	IFN Code	Classification	%DM	Max%DM eaten
Forages/Fodders						
Forages	Alfalfa	Forage	2-00-196	R	35	0
Forages	Alfalfa	Hay	1-00-054	R	89	10
Forages	Alfalfa	Meal	1-00-023	R	89	10
Forages	Alfalfa	Silage	3-08-150	R	40	0
Forages	Corn, Field	Forage/Silage	3-28-345	R	40	0
Forages	Corn, Field	Stover	3-28-251	R	83	0
Roots & Tubers						
Roots & Tubers	Potato	Culls	4-03-787	CC	20	0
Cereal Grains/Crops Seeds						
Grain/Seeds	Corn, Field	Grain	4-20-698	CC	88	75
By-Products						
By-products	Corn, Field	Asp. Gr. Fr.	4-12-208	CC	85	0
By-products	Corn, Field	Milled Byprods.	5-28-235	CC	85	5
By-products	Corn, Field	Hominy Meal	4-03-010	CC	88	35
By-products	Corn, Field	Gluten Feed	5-28-243	CC	40	25
By-products	Corn, Field	Gluten Meal	5-28-242	CC	40	0

Figura 22: Exemplo de calculo da carga alimentar de resíduos contido no Guia *Residues in Livestock* da OCDE para bovino de corte no Japão.

Category	Commodity	% Diet	Dietary Contribution (mg/kg bw)	Adjusted % Diet	Adjusted Dietary Contribution (mg/kg bw) ¹
Forages	Alfalfa hay and/or meal	10	0.022	10	0.022
Roots/tubers	Potato culls	0	0	0	0
Cereal grains	Corn, field	75	0.001	65	<0.001
By-products	Corn gluten feed	25	0.002	25	0.002
TOTAL	-	110	0.024	100	0.024

¹ Dry feed weight basis.

Fonte: Reproduzido do Guia da OECD (OCDE, 2013b).

4.4 Calculadora para estimativa de resíduos em *commodities* de origem animal

Foi possível desenvolver uma outra calculadora em Excel responsável pela estimativa de resíduos em *commodities* de origem animal. Essa ferramenta combina as estimativas de carga dietética de resíduos de praguicidas (obtidas através da calculadora desenvolvida a partir desse trabalho), como resultado da potencial presença de resíduos nas culturas destinadas a alimentação animal, com dados de estudos de alimentação animal, ou de metabolismo, para estimar resíduos em produtos animais, como carne, leite e ovos.

As seguintes etapas de avaliação estão descritas no guia da OCDE e da FAO (FAO, 2016b; OCDE, 2013b):

1. Recomenda-se utilizar o ponto de origem para o grupo não tratado - grupo controle (zero resíduos), desde que os resultados analíticos confirmem que os níveis de resíduos nas matrizes dos animais controle estejam abaixo dos limites de detecção.

2. Plotar os resíduos para cada matriz versus o nível da dose no estudo. Plotar todos os valores dos resíduos em função do nível de dose para determinar a dispersão dos valores de resíduos e verificar se há uma dose-resposta linear.

3. Se existir uma relação linear (através de 3 ou mais pontos), isto é, todos os fatores de transferência $-TF$ (nível de resíduo no alimento de origem animal/ dose administrada no estudo) são aproximadamente iguais, a interpolação, a regressão linear ou a utilização do fator de transferência médio são aceitáveis.

4. Se a carga alimentar de resíduo calculada estiver abaixo da dose mais baixa ou acima da dose mais elevada do estudo de alimentação animal, o fator de transferência mais próximo da carga calculada pode ser utilizado para calcular o valor de resíduo, ou regressão linear também pode ser utilizada se existir uma relação linear. As doses dos estudos devem estar dentro de aproximadamente 30% da carga alimentar calculada.

5. Se não existir uma relação linear, pode-se interpolar entre dois pontos de dados de cada lado da exposição ou pode-se utilizar o fator de transferência de um único ponto de dados, não superior a 30 - 50% da exposição. Geralmente o maior valor de resíduo estimado deve ser utilizado.

6. Se a carga alimentar de resíduo calculada for a mesma do estudo de alimentação animal, os valores de resíduos reportados no estudo para as *commodities* podem ser utilizados diretamente para a carga alimentar calculada.

7. Para a estimativa de LMR e HR (*Highest Residue* = maior resíduo) em carne, gordura, rim, fígado e ovos, o maior resíduo encontrado no estudo de alimentação animal deve ser considerado.

8. Para a estimativa do STMR (*Supervised Trials Median Residue* = mediana dos resíduos) em carne, gordura, rim, fígado e ovos, os valores médios dos resíduos encontrados no estudo de alimentação animal devem ser considerados.

9. Para a estimativa de LMR e STMR para leite, devem ser considerados os valores médios dos resíduos no *plateau* encontrados no estudo de alimentação animal

Assim, a escolha dos métodos para a estimativa dos níveis de resíduos inclui:

- Regressão linear (ajuste linear para todos os dados, incluindo a origem)
- Interpolação (ajuste linear entre os resíduos encontrados nos níveis de dose adjacentes - doses próximas à carga alimentar calculada, não sendo possível, então, quando a carga alimentar estimada não estiver dentro da faixa das doses testadas)
- Utilização do fator de transferência para o nível de dose (*DL*) acima da carga alimentar de resíduo (*DB*) calculada
- Utilização do fator de transferência para *DL* abaixo do *DB*
- Utilização de um fator médio de transferência

A calculadora considera e executa automaticamente os cálculos/informações descritos neste tópico, uma vez que os resultados dos estudos de alimentação animal e da carga dietética de resíduos de praguicidas forem inseridos pelo usuário na aba “**Input**” contida na planilha. Todos os cálculos são realizados usando as funções padrão do Excel sem o uso de quaisquer macros.

4.4.1 Estrutura da Calculadora de Estimativa de Resíduos em *commodities* de origem animal

A calculadora é composta por 15 abas principais relacionadas com o cálculo, conforme ilustrado nas figuras 23, 24 e 25.

Figura 23: Abas da calculadora de estimativa de resíduos em *commodities* de origem animal.

Figura 24: Cont. abas da calculadora de estimativa de resíduos em *commodities* de origem animal.

Figura 25: Cont. abas da calculadora de estimativa de resíduos em *commodities* de origem animal.

- **Aba “Input”**

Esta aba apresenta duas tabelas onde os resultados dos estudos de alimentação animal são introduzidos (níveis de resíduos), bem como as doses testadas nos animais (campos em amarelo), conforme ilustrado na figura 26. Qualquer nível de resíduo medido <LoQ deve ser indicado inserindo um "*" ao lado do número. As unidades das doses dos estudos podem ser selecionadas: mg/kg peso seco na alimentação ou mg/kg peso corpóreo/dia.

Existem tabelas separadas para o estudo de alimentação em bovino e dados de estudo de alimentação em aves, isso porque esses estudos são normalmente realizados em ruminantes (bovinos de leite) e aves (frango) e os resultados dos estudos podem ser extrapolados para outros animais, ou seja, os resultados dos estudos em bovino podem ser extrapolados para ruminantes, cavalos, suínos, coelhos e outros; e os resultados em estudos de galinhas poedeiras podem ser utilizados para outras espécies de aves (OCDE, 2013a).

Figura 26: Tabelas para inserção dos dados do estudo de alimentação animal contidos na aba “Input”.

Animal Feeding-Study Data:		Units match		Residues in animal tissues/commodities / mg/kg							
		Dose level (DL)	Dose mg/kg DM in feed	Muscle (Enter * if <LoQ)	Liver (Enter * if <LoQ)	Kidney (Enter * if <LoQ)	Omental fat (Enter * if <LoQ)
Select units from drop down	DL1	5	0,01	*	0,01	*	0,01	*	0,01	*	
	DL2	25	0,01	*	0,01	*	0,01	*	0,01	*	
	DL3	75	0,01	*	0,05		0,01		0,03		
		75
Select units from drop down	DL1										
	DL2										
	DL3										

A figura 26 não apresenta todos os campos, mas a tabela para os ruminantes (representada pela figura do bovino leiteiro) apresenta campos para a inserção dos resultados de resíduos mensurados nos estudos de alimentação animal em músculos (*muscle*), fígado (liver), rins (kidney), gordura (*omental fat, renal fat e subcutaneous fat*) e leite (*milk*), e para as aves (representada pela galinha poedeira) os resultados em músculo, gordura, pele com gordura (*skin with fat*), fígado e ovos (eggs), conforme diretriz da OCDE (OCDE, 2007).

Abaixo destas duas tabelas há uma área onde os resultados dos cálculos de carga alimentar de resíduos podem ser colados, a partir da outra calculadora desenvolvida nesse trabalho para essa finalidade, conforme ilustrado na figura 27. Caso as unidades de medidas selecionadas dos estudos de alimentação animal e da calculadora de carga alimentar de resíduos de praguicidas não sejam as mesmas, a ferramenta alertará que as unidades não estão coincidindo (*Units do not match*), conforme figuras 26 e 27.

Figura 27: Tabela para transcrição dos resultados obtidos na calculadora de carga alimentar de resíduos de praguicidas.

Calculated Animal Dietary Burdens:		Units do not match							
		Median
	Region	Beef Cattle	Dairy Cattle	Rams/Ewes	Lambs	Breeding Swine	Finishing Swine	Broiler Hens	Laying Hens
	Brazil	5,000	5,100	5,200	5,300	5,400	5,500	3,541	3,541
	Region of interest:	Brazil							
		Maximum
	Region	Beef Cattle	Dairy Cattle	Rams/Ewes	Lambs	Breeding Swine	Finishing Swine	Broiler Hens	Laying Hens
	Brazil	10,000	10,100	10,200	10,300	10,400	10,500	3,541	3,541

- Abas "*Summary_output_mammals*" e "*Summary_output_poultry*"

Para cada tipo de amostra (músculo, fígado, rim, gordura, leite, ovos, etc.) e cada animal (bovino leiteiro e de corte, cabra/ovelha e cordeiro/cabrito, suíno de reprodução e de corte, frango de corte, galinhas poedeiras e peru estão contemplados na calculadora de estimativa de carga alimentar de resíduos de praguicidas), um nível de resíduo para a carga alimentar estimada é calculado através de: regressão linear, interpolação e o uso de fatores de transferência, conforme apresentado na figura 28. Estes resultados são indicados nas tabelas nas guias "*Summary_output_mammals*" e "*Summary_output_poultry*" e são calculados separadamente para a *Maximum dietary burden* – Carga Máxima Dietária (figura 28) e para *Median dietary Burden* - Carga Mediana Dietária (figura 29). Os campos em amarelo na figura 28 são utilizados para inserir o LOQ do método utilizado nos estudos de alimentação animal.

De acordo com a OCDE, a escolha do método a ser usado para a determinação do nível de resíduo no alimento de origem animal exigirá um julgamento cuidadoso do avaliador e deverá ser analisado caso a caso. Os valores calculados para a carga dietária de resíduos de interesse e uma avaliação da linearidade dos dados podem ser usados como base para o julgamento do método mais apropriado para a estimativa.

Embora a regressão linear seja um método apropriado para os casos em que observa-se uma clara relação dose-resposta linear, pode haver situações em que o uso da regressão linear seja afetado por várias observações no limite de quantificação (LOQ) para algumas doses, ou em outros casos em que a resposta simplesmente não é linear ($R^2 < 0.9$). Nesses casos, então, a interpolação e o uso de fatores de transferência fornecem estimativas de resíduos conservadoras, porém válidas. O importante a se destacar é que não há apenas uma única abordagem possível para o cálculo do LMR. Se a resposta for linear em todo o intervalo estudado, então qualquer um dos três procedimentos (regressão linear, interpolação entre dois níveis de alimentação, fator de transferência do nível de alimentação mais próximo ou níveis próximos) dará a mesma resposta. Porém, a medida que ocorre desvio da linearidade, as três abordagens podem fornecer valores diferentes. O padrão adotado pela OCDE é selecionar o maior valor obtido dentre os métodos, porém sempre aplicando uma análise e julgamento caso a caso (OCDE, 2013b).

Figura 28: Fragmento da aba *Summary_output_mammals* onde os níveis de resíduos para cada matriz e animal são apresentados, para cada método utilizado: regressão linear, interpolação e o uso de fatores de transferência para a carga máxima dietária de resíduos.

Residues estimated for maximum dietary burden										
	Analytical method LoQ / mg/kg	Residue estimation method	Beef cattle	Comment(s)	Dairy Cattle	Comment(s)	Rams/ewes (and adult goats)	Comment(s)		
Muscle	0,01	Linear regression	1,8460		1,8460		1,8460			
		Interpolation	2,1024		2,1024		2,1024			
		Transfer factor for DL below DB	2,2032		2,2032		2,2032			
		Transfer factor for DL above DB	1,7626		1,7626		1,7626			
Liver	0,01	Linear regression	1,8460		1,8460		1,8460			
		Interpolation	2,1024		2,1024		2,1024			
		Transfer factor for DL below DB	2,2032		2,2032		2,2032			
		Transfer factor for DL above DB	1,7626		1,7626		1,7626			
Kidney	0,01	Linear regression	1,8460		1,8460		1,8460			
		Interpolation	2,1024		2,1024		2,1024			
		Transfer factor for DL below DB	2,2032		2,2032		2,2032			
		Transfer factor for DL above DB	1,7626		1,7626		1,7626			
Omental Fat	0,01	Linear regression	1,8460		1,8460		1,8460			
		Interpolation	2,1024		2,1024		2,1024			
		Transfer factor for DL below DB	2,2032		2,2032		2,2032			
		Transfer factor for DL above DB	1,7626		1,7626		1,7626			
Renal Fat	0,01	Linear regression	1,8460		1,8460		1,8460			
		Interpolation	2,1024		2,1024		2,1024			
		Transfer factor for DL below DB	2,2032		2,2032		2,2032			
		Transfer factor for DL above DB	1,7626		1,7626		1,7626			
		Linear regression	1,8460		1,8460		1,8460			

Figura 29: Fragmento da aba Summary_output_mammals onde os níveis de resíduos para cada matriz e animal são apresentados, para cada método utilizado: regressão linear, interpolação e o uso de fatores de transferência para a carga mediana dietária de resíduos.

Residues estimated for median dietary burden								
	Analytical method LoQ / mg/kg	Residue estimation method	Beef cattle	Comment(s)	Dairy Cattle	Comment(s)	Rams/ewes (and adult goats)	Lambs (and young goats)
Muscle	0,01	Linear regression	0,5388		0,5388		0,5388	0,5388
		Interpolation	0,8125		0,8125		0,8125	0,8125
		Transfer factor for DL below DB	0,3392		0,3392		0,3392	0,3392
		Transfer factor for DL above DB	0,8411		0,8411		0,8411	0,8411
Liver	0,01	Linear regression	0,5388		0,5388		0,5388	0,5388
		Interpolation	0,8125		0,8125		0,8125	0,8125
		Transfer factor for DL below DB	0,3392		0,3392		0,3392	0,3392
		Transfer factor for DL above DB	0,8411		0,8411		0,8411	0,8411
Kidney	0,01	Linear regression	0,5388		0,5388		0,5388	0,5388
		Interpolation	0,8125		0,8125		0,8125	0,8125
		Transfer factor for DL below DB	0,3392		0,3392		0,3392	0,3392
		Transfer factor for DL above DB	0,8411		0,8411		0,8411	0,8411
Omental Fat	0,01	Linear regression	0,5388		0,5388		0,5388	0,5388
		Interpolation	0,8125		0,8125		0,8125	0,8125
		Transfer factor for DL below DB	0,3392		0,3392		0,3392	0,3392
		Transfer factor for DL above DB	0,8411		0,8411		0,8411	0,8411
Renal Fat	0,01	Linear regression	0,5388		0,5388		0,5388	0,5388
		Interpolation	0,8125		0,8125		0,8125	0,8125
		Transfer factor for DL below DB	0,3392		0,3392		0,3392	0,3392
		Transfer factor for DL above DB	0,8411		0,8411		0,8411	0,8411
		Linear regression	0,5388		0,5388		0,5388	0,5388

- Abas Auxiliares para as abas "Summary_output_mammals" e "Summary_output_poultry"

Para cada tipo de amostra (músculo, fígado, rim, gordura, leite, ovos, etc.) existe uma aba separada que contém os cálculos detalhados para cada animal e um gráfico dos dados do estudo de alimentação animal (regressão linear), conforme ilustrado na figura 30. As abas auxiliares utilizadas pela aba "Summary_output_mammals" são:

1. *Mammalian muscle*;
2. *Mammalian liver*;
3. *Mammalian kidney*;
4. a) *Mammalian omental fat*;
4. b) *Mammalian renal*;
4. c) *Mammalian subcutaneous fat*;
5. *Milk*;

Para cada uma dessas abas, os cálculos para cada animal são feitos separadamente para carga máxima e mediana de resíduos. Essas abas apresentam os cálculos para bovino leiteiro e de corte, cabra/ovelha e cordeiro/cabrito e suíno de reprodução e de corte.

Já as abas auxiliares utilizadas pela aba "Summary_output_poultry" são:

6. *Poultry muscle*;
7. *Poultry fat*;
8. *Poultry skin with fat*;

9. *Poultry liver*;

10. *Eggs*.

Para cada uma dessas abas, os cálculos para cada animal são feitos separadamente para carga máxima e mediana de resíduos. Essas abas apresentam os cálculos para frango de corte, galinhas poedeiras e peru.

Figura 30: Abas auxiliares para as abas "*Summary_output_mammals*" e "*Summary_output_poultry*". Essa imagem inclui as abas "*mammalian muscle*", "*mammalian liver*" e "*mammalian kidney*".

- **Aba auxiliar "*Mammalian Muscle*"**

Esta aba auxiliar contém os cálculos detalhados e um gráfico dos dados do estudo de alimentação animal (regressão linear), conforme ilustrado nas figuras 31, 32 e 33. Os dados constantes nessa aba são provenientes dos valores inseridos na aba "*Input*" (doses e resultados dos estudos de alimentação animal e resultados das cargas mediana e máxima dietária de resíduos).

A primeira tabela da figura 31 é a transcrição dos dados inseridos na aba "*Input*" para o estudo de alimentação animal, informando as doses e seus respectivos níveis de resíduos encontrados na matriz (músculo). A segunda tabela faz uma média dos resultados encontrados no estudo (primeira tabela) e a terceira tabela considera os maiores resíduos encontrados nos estudos. Isso porque de acordo com a OCDE e FAO, para estabelecimento de LMR e/ou valores para avaliação do risco agudo, a carga máxima dietária deve ser combinada com o maior resíduo mensurado em cada dose testada no estudo de alimentação animal. Já para a avaliação do risco crônico, a carga mediana dietária deve ser combinada com a média das replicatas de cada dose (FAO, 2016b; OCDE, 2013b). Essas informações são apresentadas em forma de gráfico, para regressão linear e apresentação das equações e R^2 conforme ilustrado na figura 32.

Figura 31: Tabelas com os dados dos estudos de alimentação animal a serem utilizados nos cálculos para a estimativa dos resíduos em *commodities* animais.

		Residues in mg/kg	
Dose level	Dose / mg/kg DM in feed	Muscle	(LoQ)
	0	0	0
DL1	1	0,25	-
	1	0,15	-
	1	0,3	-
DL2	5	1,8	-
	5	1	-
	5	1,5	-
DL3	25	7,2	-
	25	6,5	-
	25	6	-
		Average residues in mg/kg	
	Dose / mg/kg	Muscle	(LoQ)
	0	0	-
DL1	1	0,233	-
DL2	5	1,433	-
DL3	25	6,567	-
		Highest residues in mg/kg	
	Dose / mg/kg	Muscle	(LoQ)
	0	0	-
DL1	1	0,30	-
DL2	5	1,80	-
DL3	25	7,20	-

Figura 32: Gráfico da regressão linear dos dados do estudo de alimentação animal para *mammalian muscle*.

A figura 33 apresenta os cálculos efetuados na aba “*Mammalian muscle*” para estimar os valores de resíduos para carne de bovino de corte, considerando todas as metodologias de cálculos explicadas anteriormente e a carga mediana dietária de resíduos. Embora, neste caso, a figura 33 não ilustre, a mesma tela é apresentada para os cálculos considerando a carga máxima dietária de resíduos, e todas essas telas são apresentadas, separadamente, para cada animal mamífero (bovino leiteiro e de corte, cabra/ovelha e cordeiro, suíno de reprodução e de corte). O mesmo é apresentado para as aves na aba auxiliar “*Poultry muscle*”.

Conforme ilustrado na figura 33, os valores de resíduos estimados para uma carga mediana dietética de 4,07 mg/kg peso seco são calculados considerando regressão linear no campo “*Assuming Linearity*” (resíduos estimado de 1,09 mg/kg), interpolação entre as doses adjacentes no campo “*Interpolating between adjacent dose levels*” (1,15 mg/kg), uso dos fatores de transferência entre as doses mais próximas do estudo com a carga alimentar de resíduos, nos campos “*Residue estimated from transfer factor at DL₁*” (0,95 mg/kg) e “*Residue estimated from transfer factor at DL₂*” (1,17 mg/kg). Os valores calculados dos fatores de transferências para cada dose do estudo também são informados, conforme ilustrado na Figura 33 ($0,233 = 0,233/1$ para a primeira dose e $0,287 = 1,433/5$ para a segunda dose). Todos esses campos consideram os resultados do estudo de alimentação animal resumido na segunda tabela da figura 31 e a carga alimentar de resíduos, esta informada no campo “*Calculated median dietary burden*”, figura 33, que são capturados dos valores inseridos na aba “*Input*”.

Todos esses resultados de estimativas de resíduos, utilizando cada método e carga dietária, são sumarizados na aba “*Summary_output_mammals*”, conforme ilustrado nas figuras 28 e 29, e na aba “*Summary_output_poultry*”.

4.4.2 Validação da Calculadora de Estimativa de resíduos de Praguicidas em Commodities de Origem Animal

A validação da calculadora quanto a realização dos cálculos, adotando as metodologias explicadas anteriormente, foi feita através da utilização de exemplos contidos no guia *Residues in Livestock* - Resíduos em criação animal da OCDE (OCDE, 2013b) e FAO (FAO, 2016b).

4.4.2.1 Validação da calculadora utilizando a aba “*Mammalian Omental Fat*” e “*Summary_output_mammals*”

Para validação da calculadora foi utilizado um exemplo contido em ambos guias da OCDE e FAO (OCDE, 2013b; FAO, 2016b). O exemplo apresentado na figura 34 foi retirado do guia da FAO e OECD, onde é possível verificar as cargas alimentares dietéticas de resíduos para bovino de corte e de leite, apresentadas em parênteses (carga máxima dietária de 6,12 mg/kg de peso seco para estabelecimento de LMR e carga mediana dietária de 4,07 mg/kg de peso seco para estimativa do STMR e para utilização nas avaliações do risco crônico), as doses usadas no estudo de alimentação animal e níveis de resíduos apresentados em chaves [] e as concentrações estimadas de resíduos em cada matriz para as cargas mediana e máxima dietária apresentadas sem parênteses.

Conforme ilustrado na figura 35 as doses do estudo de alimentação animal bem como os valores de resíduos determinados na gordura do gado (*Fat*) foram inputados na aba “*Input*” sendo transcritos automaticamente para a aba “*Mammalian Omental fat*” (primeira tabela). Na figura 35 também é possível visualizar duas tabelas que apresentam, separadamente, o máximo resíduo encontrado na matriz para cada dose testada e a média do resíduo. Os valores constantes na segunda e a terceira tabela serão utilizadas, respectivamente, para o cálculo do resíduo mediano e máximo na gordura visceral dos mamíferos.

Figura 34: Exemplo retirado da FAO, 2016b e OCDE, 2013b onde é possível observar as estimativas de resíduos calculadas para cada matriz para cargas mediana e máxima dietética, doses e resultados dos estudos de alimentação animal.

Dietary burden (ppm) Feeding level [ppm]	Milk	Muscle	Liver	Kidney	Fat
MRL	mean	highest	highest	highest	highest
MRL beef or dairy cattle (6.12) [5, 25]	0.12 [0.1, 0.57]	0.1 [0.07, 0.4]	0.02 [0.01, 0.08]	0.09 [0.07, 0.4]	2.2 [1.8, 7.2]
STMR	mean	mean	mean	mean	mean
STMR beef or dairy cattle (4.07) [1, 5]	0.08 [0.03, 0.1]	0.04 [0.01, 0.05]	0.008 [0.03, 0.01]	0.03 [0.01, 0.04]	1.0 [0.25, 1.3]

Reproduzido do Guia da OCDE (OCDE, 2013b).

Figura 35: Tabelas com os dados dos estudos de alimentação animal a serem utilizados nos cálculos para a estimativa dos resíduos em *commodities* animais.

Dose level	Dose / mg/kg DM in feed	Residues in mg/kg	
		Omental fat	(LoQ)
	0	0	0
DL1	1	0,25	-
	-	-	-
	-	-	-
DL2	5	1,8	-
	5	1,3	-
	-	-	-
DL3	25	7,2	-
	-	-	-
	-	-	-
		Average residues in mg/kg	
	Dose / mg/kg	Omental fat	(LoQ)
	0	0	-
DL1	1	0,25	-
DL2	5	1,55	-
DL3	25	7,20	-
		Highest residues in mg/kg	
	Dose / mg/kg	Omental fat	(LoQ)
	0	0	-
DL1	1	0,25	-
DL2	5	1,80	-
DL3	25	7,20	-

Para o cálculo do resíduo máximo de praguicidas em gordura visceral de mamíferos para uma carga máxima dietária de resíduos de 6,12 mg/kg de peso seco, a calculadora resulta em níveis de **1,85 mg/kg** (utilizando regressão linear), **2,10 mg/kg** (utilizando interpolação entre as doses de 5 e 25 mg/kg de peso seco), **2,20 mg/kg** (utilizando fator de transferência da segunda dose: $5 \text{ mg/kg} - 2,2 = 1,8/5 \times 6,12$), **1,76 mg/kg** (utilizando fator de transferência da terceira dose: $25 \text{ mg/kg} - 1,8 = 7,2/25 \times 6,12$), conforme mostrado nas células destacadas em amarelo na figura 36. Estes níveis de resíduos (em negrito) são transcritos para a tabela “*Residues estimated for maximum dietary burden*” da aba “*Summary_output_mammals*” na linha intitulada de “*Omental fat*” para todos os animais mamíferos, conforme ilustrado na figura 37.

Conforme diretriz da OCDE, geralmente o método que resulta um maior nível de resíduo é selecionado, sendo assim o resíduo de **2,20 mg/kg** (utilizando fator de transferência da segunda dose – 5 mg/kg, primeira dose mais próximas da carga máxima dietária de 6,12) é considerado para estabelecer o resíduo máximo em gordura visceral de mamíferos para uma carga máxima dietária de 6,12 mg/kg de peso seco, o que vai de encontro com o valor estabelecido pela OCDE conforme ilustrado na figura 34. Os demais valores estimados de

resíduos, para cada método de cálculo, coincidem com os valores encontrados no exemplo da OCDE (OCDE, 2013b, pag. 65).

Figura 36: Aba “*Mammalian Omental Fat*” mostrando o campo para o cálculo do resíduo máximo de praguicidas em gordura de mamíferos para bovino de corte, para uma carga máxima dietária de resíduos de 6,12 mg/kg de peso seco, utilizando-se diferentes métodos (regressão linear, interpolação e fatores de transferência).

Calculated max. dietary burden:		6,1200	mg/kg DM in feed						
		Brazil maximum dietary burden							
<hr/>									
Estimate of maximum residues in edible animal commodities
Assuming linearity									
Estimated residue =									
1,85 mg/kg									
Interpolating between adjacent dose levels									
Maximum dietary burden is:				Between DL2 and DL3					
Estimated residue =									
2,10 mg/kg									
From transfer factor(s) at given dose level									
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DL2	transfer factor	0,360	DL3	transfer factor	0,288				
-	-	-	-	-	-				
-	-	-	-	-	-				
Residue estimated from transfer factor at DL2 =				2,20 mg/kg					
Residue estimated from transfer factor at DL3 =				1,76 mg/kg					
Closest feeding level to DB =				DL2					

Figura 37: Tabela “*Residues estimated for maximum dietary burden*” da aba “*Summary_output_mammals*” com as estimativas de resíduos para cada método de cálculo, para cada animal mamífero.

Residues estimated for maximum dietary burden								
	Analytical method LoQ / mg/kg	Residue estimation method	Beef cattle	Comment(s)	Dairy Cattle	Comment(s)	Rams/ewes (and adult goats)	Comment(s)
Muscle	0,01	Linear regression	0,6517		0,7394		0,7394	
		Interpolation	1,0560		1,0560		1,0560	
		Transfer factor for DL below DB	1,2240		1,2240		1,2240	
		Transfer factor for DL above DB	0,4896		0,4896		0,4896	
Liver	0,01	Linear regression	1,0941		1,2872		1,2872	
		Interpolation	2,0560		2,0560		2,0560	
		Transfer factor for DL below DB	2,4480		2,4480		2,4480	
		Transfer factor for DL above DB	0,7344		0,7344		0,7344	
Kidney	0,01	Linear regression	2,4769		3,0208		3,0208	
		Interpolation	5,0560		5,0560		5,0560	
		Transfer factor for DL below DB	6,1200		6,1200		6,1200	
		Transfer factor for DL above DB	1,4688		1,4688		1,4688	
Omental Fat	0,01	Linear regression	1,8460		1,8898		1,8898	
		Interpolation	2,1024		2,1024		2,1024	
		Transfer factor for DL below DB	2,2032		2,2032		2,2032	
		Transfer factor for DL above DB	1,7626		1,7626		1,7626	

4.4.2.2 Validação da calculadora utilizando a aba “*Mammalian Kidney*” e “*Summary_output_mammals*”

O mesmo exercício do item anterior foi aplicado na aba “*Mammalian Kidney*”, utilizando-se as cargas alimentares dietéticas de resíduos apresentadas em parênteses (carma máxima dietária de 6,12 mg/kg de peso seco para estabelecimento de LMR e carga mediana dietária de 4,07 mg/kg de peso seco para estimativa do STMR, para utilização nas avaliações do risco crônico), as doses usadas no estudo de alimentação animal (bovino) e níveis de resíduos – resíduo máximo e média - apresentados em chaves [] e as concentrações estimadas de resíduos em cada matriz para as cargas mediana e máxima dietária apresentadas sem parênteses, conforme ilustrado na figura 34.

Conforme ilustrado na figura 38 as doses do estudo de alimentação animal bem como os valores de resíduos determinados no rim do gado (*Kidney*) foram inseridos na aba “*Input*” da calculadora, sendo transcritos automaticamente para a aba “*Mammalian Kidney*” (primeira tabela). Na figura 38 também é possível visualizar duas tabelas que apresentam, separadamente, o máximo e a média de resíduo encontrado na matriz para cada dose testada. Nota-se que esses valores são os mesmos apresentados na figura 34 para rins (exceto a média para a dose de 25 ppm e o máximo resíduo para a dose de 1 ppm, uma vez que a FAO não informa esses valores). Os valores constantes na segunda e a terceira tabela serão utilizados, respectivamente, para o cálculo do resíduo mediano e máximo no rim de mamíferos.

Figura 38: Tabelas com os dados dos estudos de alimentação animal a serem utilizados nos cálculos para a estimativa dos resíduos em commodities animais.

Residues in mg/kg		
Dose / mg/kg DM in feed	Kidney	(LoQ)
0	0	0
1	0,02	-
1	0,01	-
1	-	-
5	0,07	-
5	0,01	-
5	-	-
25	0,4	-
25	-	-
25	-	-
Average residues in mg/kg		
Dose / mg/kg	Kidney	(LoQ)
0	0	-
1	0,015	-
5	0,040	-
25	0,400	-
Highest residues in mg/kg		
Dose / mg/kg	Kidney	(LoQ)
0	0	-
1	0,02	-
5	0,07	-
25	0,40	-

Para o cálculo do resíduo máximo de praguicidas no rim de mamíferos para uma carga máxima dietária de resíduos de 6,12 mg/kg de peso seco, a calculadora resulta em níveis de **0,096 mg/kg** (utilizando regressão linear), **0,088 mg/kg** (utilizando interpolação entre as doses de 5 e 25 mg/kg de peso seco), **0,086 mg/kg** (utilizando fator de transferência da segunda dose: $5 \text{ mg/kg} - 0,086 = 0,07/5 \times 6,12$), **0,098 mg/kg** (utilizando fator de transferência da terceira dose: $25 \text{ mg/kg} - 0,098 = 0,4/25 \times 6,12$), conforme mostrado nas células destacadas em amarelo na figura 39.

Estes níveis de resíduos (em negrito) são transcritos para a tabela “*Residues estimated for maximum dietary burden*” da aba “*Summary_output_mammals*” na linha intitulada de “*Kidney*” para todos os animais mamíferos, conforme ilustrado na figura 40.

Figura 39: Aba “*Mammalian Kidney*” mostrando o campo para o cálculo do resíduo máximo de praguicidas em rim de mamíferos para bovino de corte, para uma carga máxima dietária de resíduos de 6,12 mg/kg de peso seco, utilizando-se diferentes métodos (regressão linear, interpolação e fatores de transferência).

Calculated max. dietary burden		6,1200	mg/kg DM in feed						
Brazil maximum dietary burden									
Estimate of maximum residues in edible animal commodities
Assuming linearity									
Estimated residue =									
0,096 mg/kg									
Interpolating between adjacent dose levels									
Maximum dietary burden is:				Between DL2 and DL3					
				Estimated residue =					
				0,088 mg/kg					
From transfer factor(s) at given dose level									
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DL2	transfer factor	0,014	DL3	transfer factor	0,016				
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Residue estimated from transfer factor at DL2 =				0,086 mg/kg					
Residue estimated from transfer factor at DL3 =				0,098 mg/kg					
Closest feeding level to DB =				DL2					

Figura 40: Tabela “*Residues estimated for maximum dietary burden*” da aba “*Summary_output_mammals*” com as estimativas de resíduos em rim, para cada método de cálculo, para cada mamífero.

Residues estimated for maximum dietary burden							
	Analytical method LoQ / mg/kg	Residue estimation method	Beef cattle	Comment(s)	Dairy Cattle	Comment(s)	Rams/ewes (and adult goats)
Muscle	0,01	Linear regression	1,846		1,846		1,846
		Interpolation	2,102		2,102		2,102
		Transfer factor for DL below DB	2,203		2,203		2,203
		Transfer factor for DL above DB	1,763		1,763		1,763
Liver	0,01	Linear regression	1,846		1,846		1,846
		Interpolation	2,102		2,102		2,102
		Transfer factor for DL below DB	2,203		2,203		2,203
		Transfer factor for DL above DB	1,763		1,763		1,763
Kidney	0,01	Linear regression	0,096		0,096		0,096
		Interpolation	0,088		0,088		0,088
		Transfer factor for DL below DB	0,086		0,086		0,086
		Transfer factor for DL above DB	0,098		0,098		0,098
Omental Fat	0,01	Linear regression	1,846		1,846		1,846
		Interpolation	2,102		2,102		2,102
		Transfer factor for DL below DB	2,203		2,203		2,203
		Transfer factor for DL above DB	1,763		1,763		1,763

Conforme diretriz da OCDE, geralmente o método que resulta em um maior nível de resíduo é selecionado, sendo assim o resíduo de **0,098 mg/kg** é considerado para estabelecer o resíduo máximo em rim de mamíferos para uma carga máxima dietária de 6,12 mg/kg de peso seco, o que vai de encontro com o valor estabelecido pela OCDE conforme ilustrado na figura 34.

A aba “*Mammalian Kidney*”, como as demais abas, apresenta ainda um gráfico para o método de regressão linear, onde é possível verificar a equação da reta, que para esse caso é $y = 0,016x - 0,0015$; $R^2 = 0,999$ (figura 41). Nota-se que a equação da reta não é a mesma constante no guia da FAO e da OCDE: $y = 0,016x - 0,0025$; $R^2 = 0,9988$ (FAO, 2016b; OCDE, 2013b pag.66) conforme figura 42. Isso porque a FAO e a OCDE não estão considerando, nesse exemplo, o grupo controle (dose zero/origem) para a regressão linear.

Figura 41: Gráfico da regressão linear apresentado na aba “*Mammalian Kidney*”.

Figura 42: Gráfico com a equação da reta para os resíduos em rim e gordura.

Reproduzido do Guia da OCDE (OCDE, 2013b).

Ao se desconsiderar o “grupo controle” (dose zero) a calculadora apresenta a mesma equação da reta: $y = 0,016x - 0,0025$; $R^2 = 0,9988$ (FAO, 2016b; OCDE, 2013b pag.66) conforme ilustra a figura 43.

Figura 43: Gráfico da regressão linear apresentado na aba “Mammalian Kidney” com a equação da reta. Neste exemplo a calculadora não está considerando a dose zero/origem (grupo controle).

Quanto a esse ponto o guia da OCDE considera que os animais controle não estão expostos aos praguicidas, consequentemente não existem resíduos de praguicidas em produtos

de origem animal. Embora a incerteza analítica não permita um verdadeiro "zero", recomenda-se como uma abordagem pragmática utilizar o ponto de origem para o grupo não tratado (zero resíduo), desde que os resultados analíticos confirmem que os níveis de resíduos nas matrizes animais do controle estejam abaixo do limite de detecção (OCDE, 2013b). Dessa forma a calculadora considera, como “default”, a dose zero.

4.4.2.3 Validação da calculadora utilizando outras abas

Também foram trabalhados os exemplos para as estimativas de resíduos (máximo e média) em fígado, músculo e leite. Como não há informação de todos os resíduos estimados em cada dose, para cada matriz, sendo informado apenas o máximo resíduo encontrado e a média do resíduo - apresentados em chaves [] na figura 34, e como também não são mostrados no guia da OCDE e da FAO (FAO 2016b;OCDE, 2013b) o gráfico de dispersão dos pontos e a equação da reta (como nos exemplos para gordura e rim), esses valores (máximo e média) foram inseridos diretamente nas abas de cálculos para cada matriz.

A figura 44 ilustra o exemplo analisado para músculo, onde é possível verificar que o máximo resíduo encontrado na amostra, para cada dose (0,07 mg/kg para a dose de 5 ppm; 0,4 mg/kg para a dose de 25 ppm) foi inserido diretamente na terceira tabela encontrada na aba “*Mammalian Muscle*”, e as médias dos resíduos foram inseridas na segunda tabela (0,07 mg/kg para a dose de 5 ppm; 0,4 mg/kg para a dose de 25 ppm).

A calculadora utilizará esses valores máximos e médios para a estimativa de resíduos em músculo para as diferentes metodologias: regressão linear, interpolação e fatores de transferência.

Figura 44: Tabelas com os dados dos estudos de alimentação animal (doses testadas e resíduos máximos e média) a serem utilizados nos cálculos para a estimativa dos resíduos em commodities animais (músculo). Tabela encontrada na aba “Mammalian Muscle”.

Dose level	Dose / mg/kg DM in feed	Residues in mg/kg	
		Muscle	(LoQ)
	0	0	0
DL1	1	0	-
	1	0	-
	1	0	-
	1	0	-
DL2	5	0	-
	5	0	-
	5	0	-
	5	0	-
DL3	25	0	-
	25	0	-
	25	0	-
	25	0	-
Average residues in mg/kg			
	Dose / mg/kg	Muscle	(LoQ)
	0	0	-
DL1	1	0,010	-
DL2	5	0,050	-
DL3	25	0,000	-
Highest residues in mg/kg			
	Dose / mg/kg	Muscle	(LoQ)
	0	0	-
DL1	1	0,00	-
DL2	5	0,07	-
DL3	25	0,40	-

Para o cálculo do resíduo máximo de praguicidas no músculo de mamíferos para uma carga máxima dietária de resíduos de 6,12 mg/kg de peso seco, a calculadora resulta em níveis de **0,09 mg/kg** (utilizando regressão linear), **0,09 mg/kg** (utilizando interpolação entre as doses de 5 e 25 mg/kg de peso seco), **0,09 mg/kg** (utilizando fator de transferência da segunda dose: $5 \text{ mg/kg} - 0,09 = 0,07/5 \times 6,12$), **0,1 mg/kg** (utilizando fator de transferência da terceira dose: $25 \text{ mg/kg} - 0,1 = 0,4/25 \times 6,12$), conforme ilustrado na figura 45.

Estes níveis de resíduos são transcritos para a tabela “*Residues estimated for maximum dietary burden*” da aba “*Summary_output_mammals*” na linha intitulada de “*Muscle*” para bovino de corte, conforme ilustrado na figura 46.

Figura 45: Aba “*Mammalian Muscle*” mostrando o campo para o cálculo do resíduo máximo de praguicidas em músculo de mamíferos para bovino de corte, para uma carga máxima dietária de resíduos de 6,12 mg/kg de peso seco, utilizando-se diferentes métodos regressão linear, interpolação e fatores de transferência).

Calculated max. dietary burden:		6,1200	mg/kg DM in feed
Brazil maximum dietary burden			

Estimate of maximum residues in edible animal commodities			
Assuming linearity			
Estimated residue =		0,09 mg/kg	
Interpolating between adjacent dose levels			
Maximum dietary burden is:		Between DL2 and DL3	
		Estimated residue =	
		0,09 mg/kg	
From transfer factor(s) at given dose level			
-	-	-	-
-	-	-	-
DL2	transfer factor	0,014	DL3
-	-	-	-
-	-	-	-
Residue estimated from transfer factor at DL2 =		0,09 mg/kg	
Residue estimated from transfer factor at DL3 =		0,10 mg/kg	
Closest feeding level to DB =		DL2

Figura 46: Tabela “*Residues estimated for maximum dietary burden*” da aba “*Summary_output_mammals*” com as estimativas de resíduos em músculo, para cada método de cálculo, para bovino de corte.

Residues estimated for maximum dietary burden			
	Analytical method LoQ / mg/kg	Residue estimation method	Beef cattle
Muscle	0,01	Linear regression	0,087
		Interpolation	0,088
		Transfer factor for DL below DB	0,086
		Transfer factor for DL above DB	0,098

Já para o cálculo do resíduo médio de praguicidas no músculo de mamíferos para uma carga média dietária de resíduos de 4,07 mg/kg de peso seco, a calculadora resulta em níveis de **0,02 mg/kg** (utilizando regressão linear), **0,04 mg/kg** (utilizando interpolação entre as doses de 1 e 5 mg/kg de peso seco), **0,04 mg/kg** (utilizando fator de transferência da segunda dose: $1 \text{ mg/kg} - 0,03 = 0,01/1 \times 4,07$), **0,04 mg/kg** (utilizando fator de transferência da terceira dose: $5 \text{ mg/kg} - 0,04 = 0,05/5 \times 4,07$), conforme ilustrado na figura 47.

Calculated median dietary burden:						4,0700	mg/kg DM in feed			
Brazil median dietary burden										
Estimate of median residues in edible animal commodity										
<u>Assuming linearity</u>										
Estimated residue =										
0,02 mg/kg										
<u>Interpolating between adjacent dose levels</u>										
Median dietary burden is:										
Between DL1 and DL2										
Estimated residue =										
0,04 mg/kg										
<u>From transfer factor(s) at given dose level</u>										
-	-		-	-						
DL1	transfer factor	0,010	DL2	transfer factor	0,010					
-	-	-	-	-	-					
-	-	-	-	-	-					
Residue estimated from transfer factor at DL1 =										
0,04 mg/kg										
Residue estimated from transfer factor at DL2 =										
0,04 mg/kg										
-										
-										
Closest feeding level to DB =										
DL2										

73

Figura 48: Tabela “*Residues estimated for median dietary burden*” da aba “*Summary_output_mammals*” com as estimativas de resíduos em músculo, para cada método de cálculo, para bovino de corte.

Residues estimated for median dietary burden			
	Analytical method LoQ / mg/kg	Residue estimation method	Beef cattle Comment(s)
Muscle	0,01	Linear regression	0,0168
		Interpolation	0,0407
		Transfer factor for DL below DB	0,0407
		Transfer factor for DL above DB	0,0407

Dessa forma, pode-se observar que o maior resíduo estimado através da calculadora foi de 0,04 mg/kg, o que vai de encontro com o resíduo médio em músculo de mamíferos estabelecido pela OCDE, para uma carga mediana dietária de 4,07 mg/kg de peso seco, conforme ilustrado na figura 34. Os exemplos realizados com fígado e leite também resultaram nos mesmos valores estabelecidos pela OCDE (figura 34).

4.4.2.4 Validação de todas as abas da calculadora

Para comprovar que todas as abas, para todas as matrizes e para todos os animais, estão realizando os mesmos cálculos, os exemplos do tópico 4.4.2.1 foram inseridos na aba “*Input*” (doses dos estudos, resultados dos resíduos em gordura de mamíferos e carga alimentar máxima e mediana de resíduos), conforme ilustrado nas figuras 49 e 50. Dessa forma, os valores de resíduos estimados, utilizando-se cada metodologia (interpolação, regressão linear e fator de transferência), para cada matriz e animal devem ser os mesmos.

Figura 49: Aba “Input” com doses dos estudos e resultados dos resíduos em gordura visceral de mamíferos para todas as matrizes a animais.

Animal Feeding-Study Data:		Units match

Note: for the cells where there is no residue input a - should be inserted, otherwise this blank cell will be considered for the average reside estimative									
			Residues in animal tissues/commodities (mg/kg)						
Select units from drop down	Dose level (DL) →	Dose mg/kg DM in feed	Muscle (Enter * if <LoQ)	Liver (Enter * if <LoQ)	Kidney (Enter * if <LoQ)	Omental fat (Enter * if <LoQ)			
		0	0	0	0	0			
	DL1	1	0,25	0,25	0,25	0,25			
		-	-	-	-	-			
		-	-	-	-	-			
	DL2	5	1,8	1,8	1,8	1,8			
		5	1,3	1,3	1,3	1,3			
		-	-	-	-	-			
	DL3	25	7,2	7,2	7,2	7,2			
		-	-	-	-	-			
		-	-	-	-	-

			Residues in animal tissues/commodities (mg/kg)						
Select units from drop down	Dose level (DL) →	Dose mg/kg DM in feed	Muscle (Enter * if <LoQ)	Fat (Enter * if <LoQ)	Skin with fat (Enter * if <LoQ)	Liver (Enter * if <LoQ)			
		0	0	0	0	0			
	DL1	1	0,25	0,25	0,25	0,25			
		-	-	-	-	-			
		-	-	-	-	-			
	DL2	5	1,8	1,8	1,8	1,8			
		5	1,3	1,3	1,3	1,3			
		-	-	-	-	-			
	DL3	25	7,2	7,2	7,2	7,2			
		-	-	-	-	-			
		-	-	-	-	-			

Figura 50: Aba “Input” com as mesmas cargas alimentares máxima e mediana de resíduos para todos os animais.

Calculated Animal Dietary Burdens:

Units match

Median

Region	Beef Cattle	Dairy Cattle	Rams/Ewes	Lambs	Breeding Swine	Finishing Swine	Broiler Hens	Laying Hens	Turkey
Brazil	4,070	4,070	4,070	4,070	4,070	4,070	4,070	4,070	4,070

select units from drop-down → **mg/kg DM in feed**

Region of interest: **Brazil**

Maximum

Region	Beef Cattle	Dairy Cattle	Rams/Ewes	Lambs	Breeding Swine	Finishing Swine	Broiler Hens	Laying Hens	Turkey
Brazil	6,120	6,120	6,120	6,120	6,120	6,120	6,120	6,120	6,120

select units from drop-down → **mg/kg DM in feed**

Note: man

Com este exercício pode-se comprovar que todas as abas, para todas as matrizes e animais resultam nos mesmos valores, para uma carga alimentar máxima e para uma carga média de resíduos.

Para o cálculo do resíduo máximo de praguicidas em *Mammalian muscle*; *Mammalian liver*; *Mammalian kidney*; *Mammalian omental fat*; *Mammalian renal*; *Mammalian subcutaneous fat*; *Poultry muscle*; *Poultry fat*; *Poultry skin with fat*; *Poultry liver* e *Eggs*, para todos os animais (bovino leiteiro e de corte, cabra/ovelha e cordeiro/cabrito, suíno de reprodução e de corte, frango de corte, galinhas poedeiras e peru) para uma carga máxima dietária de resíduos de 6,12 mg/kg de peso seco, a calculadora resulta em níveis de **1,8 mg/kg** (utilizando regressão linear), **2,1 mg/kg** (utilizando interpolação entre as doses de 5 e 25 mg/kg de peso seco), **2,2 mg/kg** (utilizando fator de transferência da segunda dose – 5 mg/kg), **1,8 mg/kg** (utilizando fator de transferência da terceira dose – 25 mg/kg). Para *Milk*, como a média dos resíduos é considerado para os cálculos, e não o maior resíduo, os valores estimados são diferentes das demais matrizes: **1,8 mg/kg** (utilizando regressão linear), **1,9 mg/kg** (utilizando interpolação entre as doses de 5 e 25 mg/kg de peso seco), **1,9 mg/kg** (utilizando fator de transferência da segunda dose – 5 mg/kg), **1,8 mg/kg** (utilizando fator de transferência da terceira dose – 25 mg/kg). Todos estes níveis de resíduos (em negrito) são transcritos para a tabela “*Residues estimated for maximum dietary burden*” das abas “*Summary_output_mammals*” e “*Summary_output_poultry*” para todas as matrizes e animais, conforme ilustrado nas figuras 10 e 11 do Anexo.

Para o cálculo do resíduo mediano de praguicidas em *Mammalian muscle*; *Mammalian liver*; *Mammalian kidney*; *Mammalian omental fat*; *Mammalian renal*; *Mammalian subcutaneous fat*; *Milk*; *Poultry muscle*; *Poultry fat*; *Poultry skin with fat*; *Poultry liver* e *Eggs*, para uma carga máxima dietária de resíduos de 4,07 mg/kg de peso seco, a calculadora resulta em níveis de **1,2 mg/kg** (utilizando regressão linear), **1,2 mg/kg** (utilizando interpolação entre

as doses de 1 e 5 mg/kg de peso seco), **1,0 mg/kg** (utilizando fator de transferência da primeira dose – 1 mg/kg), **1,3 mg/kg** (utilizando fator de transferência da segunda dose – 5 mg/kg). Estes níveis de resíduos (em negrito) são transcritos para a tabela “*Residues estimated for median dietary burden*” das abas “*Summary_output_mammals*” e “*Summary_output_poultry*” para todas as matrizes e animais, conforme ilustrado nas figuras 12 e 13 do Anexo.

5. CONCLUSÃO

No Brasil o Limite Máximo de Resíduo (LMR) para praguicidas não é estabelecido para *commodities* de origem animal e, conseqüentemente, tem-se um conhecimento inadequado dos reais valores de resíduos dessas substâncias em produtos como carne, leite e ovos, o que compreende uma limitação para a condução mais acurada da avaliação da exposição da população brasileira a praguicidas.

Os LMRs estabelecidos pelo JMPR e OCDE para os produtos de origem animal não podem ser utilizados como sendo representativos para o Brasil sem uma análise profunda, não somente dos produtos, doses e culturas considerados para o estabelecimento desses LMRs, a fim de identificar se estes refletem o cenário brasileiro, como também uma análise das práticas de alimentação animal feitas no país, já que as tabelas de alimento animal para o cálculo da carga dietética de praguicidas são específicas para cada região/país, conforme estabelece a OCDE.

Neste trabalho, foi possível elaborar a tabela brasileira de alimentos vegetais consumidos por diferentes animais de produção (bovino leiteiro e de corte, cordeiro/cabrito e cabras, suíno de reprodução e de corte, frango de corte e galinhas poedeiras e peru), semelhante à da OCDE, bem como identificar o sistema de produção predominante no país, isto é, o sistema extensivo, possibilitando assim a realização do cálculo da carga dietética animal de resíduos por meio da abordagem *Reasonable worst case diet/feed* (RWCF) da OECD, que compreende uma das etapas necessárias para estimar os níveis de resíduos de praguicidas nos produtos de origem animal.

Além de identificar as culturas que já fazem parte da tabela harmonizada da OCDE de alimento animal derivado de culturas (28 culturas), foram identificados 11 novos tipos de alimentos destinados à alimentação animal, específicos para o Brasil, e que não constam na tabela da OCDE. Daí a importância de cada país/região utilizar suas próprias tabelas de alimentos e *commodities* alimentares utilizadas para alimentação animal para condução das avaliações nacionais/regionais de risco.

Uma vez calculada a carga dietética de resíduos de praguicidas para cada animal de produção, utilizando-se a calculadora desenvolvida neste trabalho, este valor pode ser correlacionado com as doses testadas nos estudos de alimentação animal (*animal feeding study*) – cuja finalidade é determinar os níveis de resíduos transferidos para a carne, leite e ovos – para estimar os níveis de resíduos esperados em produtos de origem animal decorrente da exposição através da alimentação desses animais. O método de cálculo a ser escolhido (regressão linear, interpolação, uso de fatores de transferência) para obtenção dessas estimativas necessita de uma

análise cuidadosa e criteriosa por parte do avaliador e uma outra ferramenta foi desenvolvida, a partir desse trabalho, para tal finalidade e seguindo as diretrizes da FAO e OCDE.

A validação das calculadoras/ferramentas construídas neste trabalho, quanto aos cálculos e aos resultados obtidos, foi realizada através da utilização de exemplos contidos nos guias da FAO e OCDE e demonstraram resultar em valores semelhantes às dessas organizações. Sendo assim, demonstrou-se ser um método válido para estimar resíduos de praguicidas em *commodities* de origem animal, para o cenário brasileiro.

Vale ressaltar que a estimativa prevista de resíduos de praguicidas em *commodities* de origem animal através dessa metodologia, para fins de estabelecimento de LMR e níveis de resíduos para a condução de avaliações de risco compreende uma etapa anterior ao monitoramento desses resíduos e não deve ser confundida com monitoramento *in loco*, mas sim uma maneira de se estabelecer limites de resíduos (resultante do uso recomendado em bula de determinado praguicida) a fim de verificar-se previamente se estes são seguros à saúde humana.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICA

- AMARAL G. et al. Panorama da Pecuária Sustentável. **Agroindústria. BNDES setorial** 36, p.249-288. Set 2012. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Tipo/BNDES_Setorial/201209_07.html>. Acesso em: 10 fev. 2016.
- ASSIS, A. G. de. et al. **Sistema de produção de leite no Brasil**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. 5 p. (Embrapa Gado de Leite, 85)
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE - ABIEC. **Pecuaria**. [2016]. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/3_pecuaria.asp>. Acesso em: Jan. 2016.
- BRASIL. AGENCIA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Consulta Pública nº485, de 16 de março de 2018**. D.O.U. de 19/03/2018. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2858730/CONSULTA+P%C3%9ABLICA+N%C2%BA+485+-+GGTOX/9da4feb3-19bd-4f19-860f-f8b22d2082c5>>. Acesso em 19 março 2018.
- BRASIL. AGENCIA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Consulta Pública nº87, de 02 de outubro de 2015**. D.O.U. de 05/10/2015. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2545435/CP%2B87-2015%2B-%2BMinuta%25282%2529.pdf/08edf09e-12e9-4c45-9baf-200a8235e668>>. Acesso em 11 set 2016.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Relatórios de Referência emissões de metano da Pecuária**. Brasil, 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Produção animal no Brasil: caracterização, simulação de cenários para pastagens e alternativas de adaptação às mudanças climáticas**. Documentos 119. Embrapa Pecuária Sudeste. São Carlos, Brasil, 2015.
- CALDAS, E. D; DE SOUZA, L. C. K. R. **Avaliação do Risco Crônico da Ingestão de Resíduos de pesticidas na dieta brasileira**. Revista de Saúde Pública vol.34 n.5. São Paulo, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102000000500014>. Acesso em: 15 jan 2016.
- CANADA. GOVERNMENT OF CANADA, **Environmental Health, Home and Garden Safety**. 2013. Disponível em: <<http://healthycanadians.gc.ca/healthy-living-vie-saine/environnement-environnement/home-maison/chms-ecms-eng.php>>. Acesso em: 02 maio 2015.
- CORRÊA, C. L.; ALONZO, H. G. A.; TREVISAN, R. M. S. **Avaliação do Risco: Fundamentos de Toxicologia**. 4a ed. São Paulo: Atheneu, 2014. cap. 1.5, p. 37-44.
- CORRÊA, C. L. **Seleção de endpoints toxicológicos e fatores de incerteza**. ILSI Brasil. Notícias. Ano 21, nº1. Janeiro a março de 2012. Disponível em: <http://ilsibrasil.org/brasil/wp-content/uploads/sites/9/2016/05/boletim_ils_i_05_site.pdf>. Acesso em: 04 Abril. 2015.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY - EFSA. Estimation of animal intakes and HR, STMR and MRL calculations for products of animal origin. Parma, Italy. September 2015. Disponível em: <https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/pesticides_mrl_guidelines_animal_intake_mrl_2015_en.pdf>. Acesso em: 04 Abril. 2016.

FAUSTMAN, E. M.; OMENN, G. S. **Risk Assessment**. In: KLASSEN, C. D. Casarett & Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons. 6th ed. International Edition: McGraw-Hill, 2001; Chapter 4, p.67-81.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Consultations and workshops: dietary exposure assessment of chemicals in food**: report of a joint FAO/WHO consultation. Annapolis, Maryland, USA: [s.n.], 2005. 88 p. v. 1. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44027/1/9789241597470_eng.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. Plant Production and Protection Paper 224; **Evaluation of pesticide residues for estimation of maximum residue levels and calculation of dietary intake**. Training manual. Rome, 2016a. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i5545e.pdf>>. Acesso em: 10 janeiro 2016.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. Plant Production and Protection Paper 225; **Submission and Evaluation of Pesticide Residues Data for the Estimation of Maximum Residue Levels in Food and Feed (third edition)**. ISBN 978-92-5-109133-3, Rome, 2016b. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i5452e.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY - IPCS. **Training Module no.4: General Scientific Principles of Chemical Safety**. Geneva: World Health Organization, 2000. Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/hq/2000/WHO_PCS_00.8_pp1-104.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2015.

INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY - IPCS. **IPCS risk assessment terminology**. Geneva: World Health Organization, 2004. Disponível em: <<http://www.who.int/ipcs/methods/harmonization/areas/ipcsterminologyparts1and2.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2015.

NOGUEIRA, S. A. **A pecuária Extensiva do Brasil. Projeto Geodegrate** - Arquivo Embrapa, Campinas, edição Geodegrate, 20 de abr. 2012. Disponível em: <<http://www.geodegrade.cnpem.embrapa.br/blog/-/blogs/a-pecuaria-extensiva-no-brasil>>. Acesso em: 15 jun. 2016.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **Series on Testing and Assessment No. 63 and Series on Pesticides No. 31**. Guidance Document on the definition of residue. Paris: 2009. Disponível em: <[http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?doclanguage=en&cote=env/jm/mon\(2009\)30](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?doclanguage=en&cote=env/jm/mon(2009)30)>. Acesso em: 08 maio 2015.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **OECD Guidelines for Testing of Chemicals**. Section 5: Other test Guidelines. Jul. 2013a. Disponível em: <<http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/9713181e.pdf?expires=1520185671&id=id&accname=guest&checksum=03FE9933350CFADA46D410C6925C08AC>>. Acesso em: 10 abril 2015.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **ENV/JM/MONO(2013)8 Guidance Document on Residues in Livestock:** Series on Pesticides No 73. Sep.2013b. Disponível em: <[http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono\(2013\)8&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2013)8&doclanguage=en)>. Acesso em: 05 março 2015.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **OECD Guidelines for Testing of Chemicals.** 505 Residues in Livestock. Jan.2007. Disponível em: <<http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/9770501e.pdf?expires=1520188270&id=id&accname=guest&checksum=A29BAEA7D42FF9DF5845DA1D4AEB2287>>. Acesso em: 07 de abril 2015.

SOLOMON, K.R; et al. **Resíduos de Praguicidas em Alimentos.** In: Praguicidas e o Meio Ambiente. 1ª ed. São Paulo, Brasil: International Life Sciences Institute do Brasil, 2010. Cap 9, p. 219-232.

SOUZA-FILHO, H. M.; ROSA, F. T.; VINHOLIS, M. M. B. **Análise da competitividade da cadeia produtiva da carne bovina do Estado de São Paulo.** Informações Econômicas, v. 40, n. 3, p. 16-28, 2010. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/publicacoes/ie/2010/tec2-0310.pdf>. Acesso em: 15 Agosto 2016.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. **Residue Chemistry Test Guidelines.** Opts 860.1000 Background. Washington, D.C.: August, 1996. Disponível em: <<https://www.epa.gov/test-guidelines-pesticides-and-toxic-substances/series-860-residue-chemistry-test-guidelines>>. Acessado em: 03 de julho 2016.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. **Memorandum: Revisions of Feedstuffs in Table 1 of OPPTS Test Guideline 860.1000 and Guidance on Constructing Maximum Reasonably Balanced Diets (MRBD).** Washington, D.C.: June, 2008. Disponível em: <<https://www.epa.gov/test-guidelines-pesticides-and-toxic-substances/series-860-residue-chemistry-test-guidelines>>. Acessado em: 10 de Julho 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Principles for the Assessment of Risks to Human Health from Exposure to Chemicals:** Environmental Health Criteria 210. Geneva: International Programme on Chemical Safety, 1999. Disponível em: <<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc210.htm>>. Acesso em: 02 Maio. 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Principles for the Toxicological Assessment of Pesticide Residues in Food:** Environmental Health Criteria 104. Geneva: International Programme on Chemical Safety, 1990. Disponível em: <<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc104.htm>>. Acesso em: 01 Maio 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Chapter 2 Risk assessment and its role in risk analysis.** Principles and methods for risk assessment of chemicals in Food. Environmental Health Criteria 240, FAO/WHO, International Programme on Chemical Safety (IPCS). World Health Organisation, 2009. Disponível em: <<http://www.who.int/foodsafety/publications/chemicalfood/en/>>. Acesso em: maio de 2017

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **WHO Human Health Risk Assessment Toolkit:** Chemical Hazards: Harmonization Project Document: no.8. Geneva: International Programme on Chemical Safety, 2010. Disponível em:

<http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44458/1/9789241548076_eng.pdf> . Acesso em: 10 maio. 2015.

ZYLBERSZTAJN, D.; MACHADO FILHO, C. A. P. **Competitiveness of meat agri-food chain in Brazil**. In: Supply Chain Management: An International Journal, v. 8, n. 2, p. 155 - 165, 2003.

7. ANEXOS

Tabela 1. Tabela brasileira de alimentos vegetais, peso corpóreo (kg) e quantidade diária de consumo de ração (em kg de matéria seca) para **bovino** leiteiro e de corte.

					CATTLE	
					Brazil Cattle, Beef	Brazil Cattle, Dairy
Daily Intake (DM in kg)					8	12
Body weight (kg)					462	490
FEED ITEM (PORTUGUESE)	CROP	PART	In OECD Feed table? IFN Code	% DM	Max % Diet	Max % Diet
Milho, grãos	Corn	grains	4-20-698	87	100	50
Trigo, farelo	Wheat, bran	milled by-products	4-06-749	87	50	50
Sorgo, grãos	Sorghum	grains	4-04-383	88	100	50
Soja, farelo	Soybean	meal	5-20-638	88	30	30
Algodão, farelo	Cotton	meal	5-01-617	88	30	30
Polpa cítrica	Citrus	dried pulp	4-01-237	90	30	30
Algodão, semente/carçoço	Cotton	undelinted seed	5-01-614	91	20	20
Soja, casca	Soybean	hulls	1-04-560	89	30	30
Braquiária Decumbens, forragem fresca	Braquiária Decumbens, grass	forage (fresh)	2-02-260 (grasses)	30	100	100
Capim elefante, forragem fresca	Elephant grass	forage (fresh)	2-02-260 (grasses)	22	100	100
Cana de açúcar	Sugar cane	tops	2-04-692	30	95	95
Milho, silagem	Corn	Silage	3-28-345	31	100	100
Sorgo, silagem	Sorghum	Silage	3-04-323	28	100	100
Alfafa, forragem	Alfalfa	forage	2-00-196	25	100	100

Tabela 2. Tabela brasileira de alimentos vegetais, peso corpóreo (kg) e quantidade diária de consumo de ração (em kg de matéria seca) para caprinos e ovinos (cabrito/cordeiro e cabras).

					SHEEP & GOATS	
					Brazil Lamb/ Goatling	Brazil Goats (dairy)
			Daily Intake (DM in kg)	2	3	
			Body weight (kg)	33	60	
FEED ITEM (PORTUGUESE)	CROP	PART	In OECD feed table? IFN Code	% DM	Max % Diet	Max % Diet
Algodão, farelo	Cotton	meal	5-01-617	88	6	6
Algaroba	Algaroba pods/Mesquite, pods	pods	No	91	10	10
Arroz, grãos	Rice	grain	4-03-939	88	8	8
Arroz, farelo	Rice	bran	4-03-928	88	10	10
Cana de açúcar, xarope	Sugar cane	industrial syrup	No	74	5	5
Cana de açúcar	Sugar cane	tops	2-04-692	30	40	40
Cana de açúcar, bagaço	Sugar cane	bagasse	1-04-686	57	15	15
Braquiária, feno	Braquiária grass	hay	1-02-250 (grass hay)	88	85	85
Braquiária Brizhanta, forragem fresca	Braquiária Brizhanta grass	forage (fresh)	2-02-260 (grasses)	34	85	85
Centeio, forragem	Rye	forage	2-04-018	21	85	85
Cevada, grãos	Barley	grains	4-00-549	86	10	10
Polpa cítrica	Citrus	dried pulp	4-01-237	90	12	12
Girassol, farelo	Sunflower	meal	5-26-098	89	7	7
Mandioca, farelo	Cassava root	meal	No	88	8	8
Mandioca, silagem	Cassava	silage	No	25	60	60
Milheto, silagem	Millet	silage	No	26	80	80
Milho, silagem	Corn	silage	3-28-345	31	85	85
Milho, grãos	Corn	grains	4-20-698	87	25	25
Milho, farelo de gluten	Corn gluten meal	meal	5-28-242	88	80	80
Palma Forrageira	Cactus	forage	No	12	15	15
Soja, grãos	Soybean	seeds	5-64-610	89	10	10
Soja, casca	Soybean	hulls	1-04-560	89	8	8
Soja, farelo	Soybean	meal	5-20-638	88	20	20
Sorgo, grãos	Sorghum	grains	4-04-383	88	25	25
Sorgo, silagem	Sorghum	silage	3-04-323	28	80	80

Culturas em vermelho: culturas identificadas como alimento animal no Brasil e que não constam na tabela harmonizada de alimento animal derivado de culturas da OECD.

Tabela 3. Tabela brasileira de alimentos vegetais, peso corpóreo (kg) e quantidade diária de consumo de ração (em kg de matéria seca) para suíno de reprodução e de corte.

					SWINE	
					Brazil pig, breeding	Brazil pig, finishing
Daily Intake (DM in kg)					5	2.4
Body weight (kg)					240	115
FEED ITEM (PORTUGUESE)	CROP	PART	In OECD feed table? IFN Code	% DM	Max % Diet	Max % Diet
Açúcar	Sugarcane	Sugar	No	90	10	10
Algodão, farelo	Cotton	Meal	5-01-617	88	10	10
Arroz, grãos	Rice	Grain	4-03-939	88	40	40
Arroz, farelo	Rice	Bran	4-03-928	88	20	20
Canola, farelo	Canola	meal	5-08-136	88	10	15
Girassol, farelo	Sunflower	meal	5-26-098	89	20	18
Milheto, grãos	Millet	Grain	4-03-102	87	49	59
Milho, grãos	Corn	Grain	4-20-698	87	68	68
Milho, farelo de gluten	Corn gluten meal	Meal	5-28-242	88	8	10
Milho Germem	Corn	germ, meal	No	88	30	40
Óleo vegetal	Vegetable	oil	No	99	6	6
Soja, casca	Soybean	Hulls	1-04-560	89	5	5
Soja, farelo	Soybean	Meal	5-20-638	88	25	20
Soja, grão tostado	Soybean	Toasted seed	No	93	32	21
Soja, grão extrusada	Soybean	seed	5-64-610	89	30	25
Soja, grão micronizado	Soybean	Micronized seed	No	94	32	27
Sorgo, grãos	Sorghum	Grain	4-04-383	88	69	69
Trigo, grãos	Wheat	Grain	4-05-211	87	35	35
Trigo, Farelo	Wheat bran	Milled by products	4-06-749	87	15	15
Cevada, grãos	Barley	Grain	4-00-549	86	39	39
Aveia, grãos	Oat	Grain	4-03-309	86	20	15
Triticale, grãos	Triticale	Grain	4-20-362	87	35	35

Culturas em vermelho: culturas identificadas como alimento animal no Brasil e que não constam na tabela harmonizada de alimento animal derivado de culturas da OECD.

Tabela 4. Tabela brasileira de alimentos vegetais, peso corpóreo (kg) e quantidade diária de consumo de ração (em kg de matéria seca) para frango de corte, galinhas poedeiras e peru.

					POULTRY		
					Brazil broiler	Brazil hen, laying	Brazil Turkey
Daily Intake (DM in kg)					0.19	0.10	0.52
Body weight (kg)					2.8	1.6	14.0
FEED ITEM (PORTUGUESE)	CROP	PART	In OECD feed table? IFN Code	% DM	Max % Diet	Max % Diet	Max % Diet
Algodão, farelo	Cotton	Meal	5-01-617	88	7	8	8
Amendoin, farelo	Peanut	Meal	5-03-649	88	10	10	10
Arroz, grãos	Rice	Grain	4-03-939	88	65	65	65
Arroz, farelo	Rice	Bran	4-03-928	88	12	12	12
Canola, farelo	Canola	meal	5-08-136	88	5	4	4
Soja, gordura vegetal	Soybean oil	oil	No	99	8	8	8
Girassol, farelo	Sunflower	meal	5-26-098	89	15	15	15
Milho, grãos	Corn	Grain	4-20-698	87	64	64	64
Milho, farelo de gluten	Corn gluten	Meal	5-28-242	88	8	12	8
Milho, germem	Corn	germ, meal	No	88	20	20	20
Soja, casca	Soybean	Hulls	1-04-560	89	0	5	0
Milheto, grãos	Millet	Grain	4-03-102	87	44	44	44
Soja, farelo	Soybean	Meal	5-20-638	88	35	30	35
Soja, grão tostado	Soybean	Toasted seed	No	93	21	21	21
Soja, grão extrusada	Soybean	seed	5-64-610	89	20	20	20
Soja, grão micronizado	Soybean	Micronized seed	No	94	21	21	16
Sorgo, grãos	Sorghum	Grain	4-04-383	88	64	64	64
Trigo, Farelo	Wheat bran	Milled by products	4-06-749	87	10	15	10
Cevada, grãos	Barley	Grain	4-00-549	86	34	34	34
Aveia, grãos	Oat	Grain	4-03-309	86	29	29	29
Trigo, grãos	Wheat	Grain	4-05-211	87	25	30	25
Triticale, grãos	Triticale	Grain	4-20-362	87	25	30	25

Culturas em vermelho: culturas identificadas como alimento animal no Brasil e que não constam na tabela harmonizada de alimento animal derivado de culturas da OECD.

Figura 1. Fragmento da tabela de alimento animal derivado de culturas da OECD, para bovino de corte e leiteiro.

ENV/JM/MONO(2013)8

OECD Table of Feedstuffs Derived from Field Crops													
FEEDSTUFFS				Reference Animals		CATTLE							
						BEEF				DAIRY			
				Regions		USA/ CAN	EU	AUS	JP	USA/ CAN	EU	AUS	JP
						Body weight (kg)	500	500	500	730	600	650	500	600
Daily intake (DM in kg)		9.1	12	20	14	24	25	20	17				
Crop	Commodity	IFN Code	Classification	Residue Input	DM (%)	% of Diet (as fed)							
Forages/Fodders													
Alfalfa	forage	2-00-196	R	HR	35	*	70	100	*	20	40	60	*
Alfalfa	hay	1-00-054	R	HR	89	15	*	80	10	20	40	60	25
Alfalfa	meal	1-00-023	R	HR	89	*	*	40	10	15	40	40	25
Alfalfa	silage	3-08-150	R	HR	40	*	25	100	*	20	40	40	20
Barley	forage	2-00-511	R	HR	30	*	30	50	*	*	30	50	*
Barley	hay	1-00-495	R	HR	88	15	*	100	*	20	*	50	*
Barley	straw	1-00-498	R	HR	89	10	30	100	*	10	30	20	*
Barley	silage	3-00-512	R	HR	40	*	30	100	*	*	30	50	*
Bean	vines	2-14-388	R	HR	35	*	*	60	*	*	20	70	*
Beet, mangel	fodder	2-00-632	R	HR	15	*	30	*	*	*	25	*	*
Beet, sugar	tops	2-00-649	R	HR	23	*	20	*	*	*	30	*	*
Cabbage, heads	leaves	2-01-046	R	HR	15	*	20	*	*	*	20	*	*
Clover	forage	2-01-434	R	HR	30	*	30	100	*	20	40	60	*
Clover	hay	1-01-415	R	HR	89	15	30	100	*	20	40	60	*
Clover	silage	3-01-441	R	HR	30	*	25	100	*	20	40	60	*
Corn, field	forage/silage	3-28-345	R	HR	40	15	80	80	*	45	60	80	20/50
Corn, field	stover	3-28-251	R	HR	83	15	25	40	*	15	20	40	*
Corn, pop	stover	2-02-963	R	HR	85	15	25	20	*	*	20	20	*
Corn, sweet	forage	1-08-407	R	HR	48	*	*	80	*	45	*	40	*
Corn, sweet	stover	NA	R	HR	83	*	*	40	*	15	*	20	*
Cowpea	forage	2-01-655	R	HR	30	*	35	100	*	20	35	60	*
Cowpea	hay	1-01-645	R	HR	86	*	35	100	*	20	35	60	*
Crown, vetch	forage	2-19-834	R	HR	30	*	*	100	*	10	*	100	*
Crown, vetch	hay	1-20-803	R	HR	90	*	*	100	*	*	*	100	*

Fonte: Reproduzido do Guia da OECD (OCDE, 2013b).

Figura 2. *Animal Diet Sheet – (Cattle, Sheep/Goat, Swine e Poultry)* construída a partir da tabela harmonizada da OCDE dos alimentos derivados de culturas para o Brasil.

						CATTLE		SHEEP/GOAT		SWINE		POULTRY							
						Brazil cattle, beef	Brazil cattle, dairy	Brazil Lamb/Goatling	Brazil Goat (dairy)	Brazil pig, breeding	Brazil pig, finishing	Brazil hen, broiler	Brazil hen, laying	Brazil Turkey					
						Daily Intake (DM in kg):					8	12	2	3	5	2	0,19	0,10	0,52
						Body Weight (kg)					462	490	33	60	240	115	2,8	1,6	14,0
Group	Crop	Part	IFN Code	Classification	%DM	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten					
Forages/Fodders																			
Forages	Alfalfa	Forage	2-00-196	R	25	100	100	0	0	0	0	0	0	0					
Forages	Alfalfa	Hay	1-00-054	R	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Forages	Alfalfa	Meal	1-00-023	R	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Forages	Alfalfa	Silage	3-08-150	R	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Forages	Barley	Forage	2-00-511	R	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Forages	Barley	Hay	1-00-495	R	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Forages	Barley	Straw	1-00-498	R	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Forages	Barley	Silage	3-00-512	R	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Forages	Bean	Vines	2-14-388	R	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Forages	Beet, Mangel	Fodder	2-00-632	R	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Forages	Beet, Sugar	Tops	2-00-649	R	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Forages	Cabbage, Heads	Leaves	2-01-046	R	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Forages	Clover	Forage	2-01-434	R	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Forages	Clover	Hay	1-01-415	R	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Forages	Clover	Silage	3-01-441	R	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Forages	Corn, Field	Forage/Silage	3-28-345	R	31	100	100	85	85	0	0	0	0	0					
Forages	Corn, Field	Stover	3-28-251	R	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Forages	Corn, Pop	Stover	2-02-963	R	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Forages	Corn, Sweet	Forage	1-08-407	R	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Forages	Corn, Sweet	Stover	NA	R	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Forages	Cowpea	Forage	2-01-655	R	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Forages	Cowpea	Hay	1-01-645	R	86	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Forages	Crown Vetch	Forage	2-19-834	R	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Forages	Crown Vetch	Hay	1-20-803	R	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Forages	Grass	Forage (Fresh)	2-02-260	R	29	100	100	85	85	0	0	0	0	0					
Forages	Grass	Hay	1-02-250	R	88	0	0	85	85	0	0	0	0	0					
Forages	Grass	Silage	3-02-222	R	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0					

Figura 2. Animal Diet Sheet – (Cattle, Sheep/Goat, Swine e Poultry) construída a partir da tabela harmonizada da OCDE dos alimentos derivados de culturas para o Brasil.

(continuação)

						CATTLE		SHEEP/GOAT		SWINE		POULTRY		
						Brazil cattle, beef	Brazil cattle, dairy	Brazil Lamb/Goatling	Brazil Goat (dairy)	Brazil pig, breeding	Brazil pig, finishing	Brazil hen, broiler	Brazil hen, laying	Brazil Turkey
Daily Intake (DM in kg):						8	12	2	3	5	2	0,19	0,10	0,52
Body Weight (kg)						462	490	33	60	240	115	2,8	1,6	14,0
Group	Crop	Part	IFN Code	Classification	%DM	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten
Forages/Fodders														
Forages	Kale	Leaves	2-02-446	R	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Lespedeza	Forage	2-07-058	R	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Lespedeza	Hay	1-02-522	R	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Millet	Forage	2-03-801	R	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Millet	Hay	1-03-119	R	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Millet	Straw	1-23-802	R	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Oat	Forage	2-03-292	R	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Oat	Hay	1-03-280	R	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Oat	Straw	1-03-283	R	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Oat	Silage	3-03-298	R	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Pea	Vines	3-03-596	R	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Pea	Hay	1-03-572	R	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Pea	Silage	3-03-590	R	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Peanut	Hay	1-03-619	R	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Rape	Forage	2-03-867	R	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Rice	Straw	1-03-925	R	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Rice	Whole Crop Silage	NA	R	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Rye	Forage	2-04-018	R	21	0	0	85	85	0	0	0	0	0
Forages	Rye	Straw	1-04-007	R	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Rye	Silage	3-04-020	R	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Sorghum, Forage	(See Grasses)	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Sorghum, Grain	Forage	2-04-465	R	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Sorghum, Grain	Stover	1-07-960	R	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Sorghum, Grain	Silage	3-04-323	R	28	100	100	80	80	0	0	0	0	0
Forages	Soya	Forage	2-04-574	R	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Soya	Hay	1-04-558	R	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Soya	Silage	3-04-581	R	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 2. Animal Diet Sheet – (Cattle, Sheep/Goat, Swine e Poultry) construída a partir da tabela harmonizada da OCDE dos alimentos derivados de culturas para o Brasil.

(continuação)

						CATTLE		SHEEP/GOAT		SWINE		POULTRY		
						Brazil cattle, beef	Brazil cattle, dairy	Brazil Lamb/Goatling	Brazil Goat (dairy)	Brazil pig, breeding	Brazil pig, finishing	Brazil hen, broiler	Brazil hen, laying	Brazil Turkey
Daily Intake (DM in kg):						8	12	2	3	5	2	0,19	0,10	0,52
Body Weight (kg)						462	490	33	60	240	115	2,8	1,6	14,0
Group	Crop	Part	IFN Code	Classification	%DM	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten
Forages/Fodders														
Forages	Sugar Cane	Tops	2-04-692	R	30	95	95	40	40	0	0	0	0	0
Forages	Trefoil	Forage	2-20-786	R	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Trefoil	Hay	1-05-044	R	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Triticale	Forage	2-02-647	R	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Triticale	Hay	NA	R	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Triticale	Straw	NA	R	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Triticale	Silage	3-26-208	R	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Turnip	Tops (Leaves)	2-05-063	R	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Vetch	Forage	2-05-112	R	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Vetch	Hay	1-05-122	R	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Vetch	Silage	3-26-357	R	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Wheat	Forage	2-08-078	R	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Wheat	Hay	1-05-172	R	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Wheat	Straw	1-05-175	R	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Wheat	Silage	3-05-186	R	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	Algaroba/Mesquite	Pods	-	-	91	0	0	10	10	0	0	0	0	0
Forages	Cassava	Silage	-	-	25	0	0	60	60	0	0	0	0	0
Forages	Millet	Silage	-	-	26	0	0	80	80	0	0	0	0	0
Forages	Cactus	Forage	-	-	12	0	0	15	15	0	0	0	0	0

Culturas em vermelho: culturas identificadas como alimento animal no Brasil e que não constam na tabela harmonizada de alimento animal derivado de culturas da OECD.

Figura 2. *Animal Diet Sheet – (Cattle, Sheep/Goat, Swine e Poultry)* construída a partir da tabela harmonizada da OCDE dos alimentos derivados de culturas para o Brasil.

(continuação)

						CATTLE		SHEEP/GOAT		SWINE		POULTRY		
						Brazil cattle, beef	Brazil cattle, dairy	Brazil Lamb/Goatling	Brazil Goat (dairy)	Brazil pig, breeding	Brazil pig, finishing	Brazil hen, broiler	Brazil hen, laying	Brazil Turkey
Daily Intake (DM in kg):						8	12	2	3	5	2	0,19	0,10	0,52
Body Weight (kg)						462	490	33	60	240	115	2,8	1,6	14,0
Group	Crop	Part	IFN Code	Classification	%DM	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten
Roots & Tubers														
Roots & Tubers	Carrot	Culls	2-01-146	CC	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Roots & Tubers	Cassava/Tapioca	Roots	2-01-156	CC	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Roots & Tubers	Potato	Culls	4-03-787	CC	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Roots & Tubers	Swede	Roots	4-04-001	CC	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Roots & Tubers	Turnip	Roots	4-05-067	CC	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cereal Grains/Crops Seeds														
Grain/Seeds	Barley	Grain	4-00-549	CC	86	0	0	10	10	39	39	34	34	34
Grain/Seeds	Bean	Seed	4-00-515	PC	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grain/Seeds	Corn, Field	Grain	4-20-698	CC	87	100	50	25	25	68	68	64	64	64
Grain/Seeds	Corn, Pop	Grain	4-020964	CC	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grain/Seeds	Cotton	Undelinted seed	5-01-614	PC	91	20	20	0	0	0	0	0	0	0
Grain/Seeds	Cowpea	Seed	5-01-661	PC	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grain/Seeds	Lupin	Seed	5-02-707	PC	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grain/Seeds	Millet	Grain	4-03-102	CC	87	0	0	0	0	49	59	44	44	44
Grain/Seeds	Oat	Grain	4-03-309	CC	86	0	0	0	0	20	15	29	29	29
Grain/Seeds	Pea	Seed	5-03-600	PC	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grain/Seeds	Rice	Grain	4-03-939	CC	88	0	0	8	8	40	40	65	65	65
Grain/Seeds	Rye	Grain	4-04-047	CC	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grain/Seeds	Sorghum, Grain	Grain	4-04-383	CC	88	100	50	25	25	69	69	64	64	64
Grain/Seeds	Soya	Bean (Seed)	5-64-610	PC	89	0	0	10	10	30	25	20	20	20
Grain/Seeds	Triticale	Grain	4-20-362	CC	87	0	0	0	0	35	35	25	30	25
Grain/Seeds	Vetch	Seed	5-26-351	PC	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grain/Seeds	Wheat	Grain	4-05-211	CC	87	0	0	0	0	35	35	25	30	25

Figura 2. Animal Diet Sheet – (Cattle, Sheep/Goat, Swine e Poultry) construída a partir da tabela harmonizada da OCDE dos alimentos derivados de culturas para o Brasil.

(continuação)

						CATTLE		SHEEP/GOAT		SWINE		POULTRY		
						Brazil cattle, beef	Brazil cattle, dairy	Brazil Lamb/Goatling	Brazil Goat (dairy)	Brazil pig, breeding	Brazil pig, finishing	Brazil hen, broiler	Brazil hen, laying	Brazil Turkey
Daily Intake (DM in kg):						8	12	2	3	5	2	0,19	0,10	0,52
Body Weight (kg)						462	490	33	60	240	115	2,8	1,6	14,0
Group	Crop	Part	IFN Code	Classification	% DM	Max% DM eaten	Max% DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten	Max%DM eaten
By-Products														
By-products	Almond	Hulls	4-00-359	R	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Apple	Pomace, Wet	4-00-419	CC	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-Products	Barley	Bran fractions	NA	CC	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Beet, Sugar	Dried Pulp	4-29-307	R	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Beet, Sugar	Ensiled pulp	4-00-662	R	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Beet, Sugar	Molasses	4-30-289	CC	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Brewer's Grain	Dried	5-00-516	CC	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Canola	Meal	5-08-136	PC	88	0	0	0	0	10	15	5	4	4
By-products	Citrus	Dried Pulp	4-01-237	R	90	30	30	12	12	0	0	0	0	0
By-products	Coconut	Meal	5-01-572	PC	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Corn, Field	Asp. Gr. Fr.	4-12-208	CC	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Corn, Field	Milled Byprods.	5-28-235	CC	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Corn, Field	Hominy Meal	4-03-010	CC	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Corn, Sweet	Cannery Waste	2-02-975	CC	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Corn, Field	Gluten Feed	5-28-243	CC	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Corn, Field	Gluten Meal	5-28-242	CC	88	0	0	80	80	8	10	8	12	8
By-products	Cotton	Meal	5-01-617	PC	88	30	30	6	6	10	10	7	8	8
By-products	Cotton	Hulls	1-01-599	R	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Cotton	Gin Byprods.	1-08-413	R	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Distiller's Grain	Dried	5-00-518	CC	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Flax/Linseed	Meal	5-02-043	PC	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Grape	Pomace, Wet	2-02-206	CC	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Lupin seed	Meal	NA	PC	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Palm	Kernel Meal	5-03-486	PC	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Peanut	Meal	5-03-649	PC	88	0	0	0	0	0	0	10	10	10
By-products	Pineapple	Process Waste	4-03-722	R	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Potato	Process Waste	4-03-777	CC	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Potato	Dried Pulp	4-03-775	CC	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Rape	Meal	5-26-093	PC	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Rice	Hulls	1-08-075	R	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 2. *Animal Diet Sheet – (Cattle, Sheep/Goat, Swine e Poultry)* construída a partir da tabela harmonizada da OCDE dos alimentos derivados de culturas para o Brasil.

(conclusão)

						CATTLE		SHEEP/GOAT		SWINE		POULTRY		
						Brazil cattle, beef	Brazil cattle, dairy	Brazil Lamb/Goatling	Brazil Goat (dairy)	Brazil pig, breeding	Brazil pig, finishing	Brazil hen, broiler	Brazil hen, laying	Brazil Turkey
Daily Intake (DM in kg):						8	12	2	3	5	2	0,19	0,10	0,52
Body Weight (kg)						462	490	33	60	240	115	2,8	1,6	14,0
Group	Crop	Part	IFN Code	Classification	% DM	Max% DM eaten	Max% DM eaten	Max% DM eaten	Max% DM eaten	Max% DM eaten	Max% DM eaten	Max% DM eaten	Max% DM eaten	Max% DM eaten
By-Products														
By-products	Rice	Bran/Pollard	4-03-928	R	88	0	0	10	10	20	20	12	12	12
By-products	Sesame seed	Meal	5-04-220	PC	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Safflower	Meal	5-26-095	PC	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Sorghum, Grain	Asp. Gr. Fr.	4-12-208	CC	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Soya	Asp. Gr. Fr.	4-12-208	CC	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Soya	Meal	5-20-638	PC	88	30	30	20	20	25	20	35	30	35
By-products	Soya	Hulls	1-04-560	R	89	30	30	8	8	5	5	0	5	0
By-Products	Soya	Okara, dried	NA	PC	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
By-products	Sugar Cane	Molasses	4-13-251	CC	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Sugar Cane	Bagasse	1-04-686	R	57	0	0	15	15	0	0	0	0	0
By-products	Sunflower	Meal	5-26-098	PC	89	0	0	7	7	20	18	15	15	15
By-products	Tomato	Pomace, Wet	NA	CC	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Wheat	Asp. Gr. Fr.	4-12-208	CC	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Wheat Gluten	Meal	5-05-221	CC	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By-products	Wheat	Milled Byprods.	4-06-749	CC	87	50	50	0	0	15	15	10	15	10
By-products	Soya	Toasted seed	-	-	93	0	0	0	0	32	21	21	21	21
By-products	Sugar Cane	Industrial syrup	-	-	74	0	0	5	5	0	0	0	0	0
By-products	Cassava Root	Meal	-	-	88	0	0	8	8	0	0	0	0	0
By-products	Soya	Micronized seed	-	-	94	0	0	0	0	32	27	21	21	16
By-products	Sugarcane	Sugar	-	-	90	0	0	0	0	10	10	0	0	0
By-products	Vegetable	Oil (excluding coconut)	-	-	99	0	0	0	0	6	6	8	8	8
By-products	Corn	Germ meal	-	-	88	0	0	0	0	30	40	20	20	20

Culturas em vermelho: culturas identificadas como alimento animal no Brasil e que não constam na tabela harmonizada de alimento animal derivado de culturas da OECD.

Figura 3. Fragmento da calculadora de estimativa de carga alimentar animal de resíduos de praguicidas para o Brasil, “**Brazil_animal burdens**”.

								CATTLE			
								Brazil cattle, beef		Brazil cattle, dairy	
Daily Intake (DM in kg):								8		12	
Body Weight (kg)								462		490	
Group	Crop	Part	IFN Code	Classification	%DM	Residue level on fresh weight (mg/kg)	Residue level on dry weight (mg/kg)	Max%DM eaten	Residue intake (mg/kg bw/d)	Max%DM eaten	Residue intake (mg/kg bw/d)
Forages/Fodders											
Forages	Alfalfa	Forage	2-00-196	R	25	5,00	20,0000	100	0,3463	100	0,4898
Forages	Alfalfa	Hay	1-00-054	R	89	10,00	11,2360	0	0,0000	0	0,0000
Forages	Alfalfa	Meal	1-00-023	R	89	10,00	11,2360	0	0,0000	0	0,0000
Forages	Alfalfa	Silage	3-08-150	R	40	5,00	12,5000	0	0,0000	0	0,0000
Forages	Barley	Forage	2-00-511	R	30	-	-	0	-	0	-
Forages	Barley	Hay	1-00-495	R	88	-	-	0	-	0	-
Forages	Barley	Straw	1-00-498	R	89	-	-	0	-	0	-
Forages	Barley	Silage	3-00-512	R	40	-	-	0	-	0	-
Forages	Bean	Vines	2-14-388	R	35	-	-	0	-	0	-
Forages	Beet, Mangel	Fodder	2-00-632	R	15	-	-	0	-	0	-
Forages	Beet, Sugar	Tops	2-00-649	R	23	-	-	0	-	0	-
Forages	Cabbage, Heads	Leaves	2-01-046	R	15	-	-	0	-	0	-
Forages	Clover	Forage	2-01-434	R	30	-	-	0	-	0	-
Forages	Clover	Hay	1-01-415	R	89	-	-	0	-	0	-
Forages	Clover	Silage	3-01-441	R	30	-	-	0	-	0	-
Forages	Corn, Field	Forage/Silage	3-28-345	R	31	0,02	0,0645	100	0,0011	100	0,0016
Forages	Corn, Field	Stover	3-28-251	R	83	0,02	0,0241	0	0,0000	0	0,0000
Forages	Corn, Pop	Stover	2-02-963	R	85	-	-	0	-	0	-
Forages	Corn, Sweet	Forage	1-08-407	R	48	-	-	0	-	0	-
Forages	Corn, Sweet	Stover	NA	R	83	-	-	0	-	0	-
Forages	Cowpea	Forage	2-01-655	R	30	-	-	0	-	0	-

Figura 4. Aba “*Brazil_animal_burden*” com os dados da União Europeia para bovino de corte para validação da calculadora. Exemplo contido no guia da OECD.

								CATTLE	
								Brazil cattle, beef	
Daily Intake (DM in kg):								12	
Body Weight (kg)								500	
Group	Crop	Part	IFN Code	Classification	%DM	Residue level on fresh weight (mg/kg)	Residue level on dry weight (mg/kg)	Max%DM eaten	Residue intake (mg/kg bw/d)
Forages/Fodders									
Forages	Alfalfa	Forage	2-00-196	R	35	5,00	14,2857	70	0,2400
Forages	Alfalfa	Hay	1-00-054	R	89	10,00	11,2360	0	0,0000
Forages	Alfalfa	Meal	1-00-023	R	89	10,00	11,2360	0	0,0000
Forages	Alfalfa	Silage	3-08-150	R	40	5,00	12,5000	25	0,0750
Forages	Corn, Field	Forage/Silage	3-28-345	R	40	0,02	0,0500	80	0,0010
Forages	Corn, Field	Stover	3-28-251	R	83	0,02	0,0241	25	0,0001
Roots & Tubers									
Roots & Tubers	Potato	Culls	4-03-787	CC	20	0,9	4,5	30	0,0324
Cereal Grains/Crops Seeds									
Grain/Seeds	Corn, Field	Grain	4-20-698	CC	88	0,02	0,022727273	80	0,0004
By-Products									
By-products	Corn, Field	Asp. Gr. Fr.	4-12-208	CC	85	2	2,352941176	0	0,0000
By-products	Corn, Field	Milled Byprods.	5-28-235	CC	85	1	1,176470588	30	0,0085
By-products	Corn, Field	Hominy Meal	4-03-010	CC	88	0,3	0,340909091	0	0,0000
By-products	Corn, Field	Gluten Feed	5-28-243	CC	40	0,2	0,5	30	0,0036
By-products	Corn, Field	Gluten Meal	5-28-242	CC	40	0,2	0,5	15	0,0018

Figura 5. Resultado da calculadora para o cálculo da carga alimentar de resíduos com os dados da União Européia (bovino de corte), para validação da calculadora.

Highest contributors for each commodity group

Feed Group	Crop	Part	DM intake (%)	Residue intake (mg/kg bw/d)
Forages	Alfalfa	Forage	70	0,240000
Roots & Tubers	Potato	Culls	30	0,032400
Grain/Seeds	Corn, Field	Grain	80	0,000436
By-products	Corn, Field	Milled Byprods.	30	0,008471

rank

1

2

4

3

Residue intake over DM intake
0,0034
0,0011
0,000005
0,0003

Calculation of total maximum dietary burden

Feed Group	Crop	Part	DM intake (%)	Residue intake over DM intake	Actual contribution to total residue intake (mg/kg bw/d)	Total DM intake (%)	Actual contribution to total DM intake (%)	Total residue intake mg/kg bw/d
Forages	Alfalfa	Forage	70	0,003429	0,2400	70	70	0,2400
Roots & Tubers	Potato	Culls	30	0,001080	0,0324	100	30	0,2724
By-products	Corn, Field	Milled Byprods.	30	0,000282	0,0000	100	0	0,2724
Grain/Seeds	Corn, Field	Grain	80	0,000005	0,0000	100	0	0,2724

Total dietary burden per unit mass of dry feed:

11,350 mg/kg DM feed

Total dietary burden per unit mass animal bodyweight:

0,272 mg/kg bw/d

Contributions to the dietary burden of residues

Forages	Alfalfa	Forage	88,1 %
Roots & Tubers	Potato	Culls	11,9 %
By-products	-	-	-
Grain/Seeds	-	-	-

Destaque em amarelo: resultado da calculadora para a carga dietética animal de resíduos.

Figura 6. Aba “*Brazil_animal_burden*” com os dados da Austrália para bovino de corte para validação da calculadora. Exemplo contido no guia da OECD.

								CATTLE	
								Brazil cattle, beef	
								Daily Intake (DM in kg):	20
								Body Weight (kg)	500
Group	Crop	Part	IFN Code	Classification	%DM	Residue level on fresh weight (mg/kg)	Residue level on dry weight (mg/kg)	Max%DM eaten	Residue intake (mg/kg bw/d)
Forages/Fodders									
Forages	Alfalfa	Forage	2-00-196	R	35	5,00	14,2857	100	0,5714
Forages	Alfalfa	Hay	1-00-054	R	89	10,00	11,2360	80	0,3596
Forages	Alfalfa	Meal	1-00-023	R	89	10,00	11,2360	40	0,1798
Forages	Alfalfa	Silage	3-08-150	R	40	5,00	12,5000	100	0,5000
Forages	Corn, Field	Forage/Silage	3-28-345	R	40	0,02	0,0500	80	0,0016
Forages	Corn, Field	Stover	3-28-251	R	83	0,02	0,0241	40	0,0004
Roots & Tubers									
Roots & Tubers	Potato	Culls	4-03-787	CC	20	0,9	4,5	10	0,018
Grain/Seeds									
Grain/Seeds	Corn, Field	Grain	4-20-698	CC	88	0,02	0,022727273	80	0,0007
By-Products									
By-products	Corn, Field	Asp. Gr. Fr.	4-12-208	CC	85	2	2,352941176	0	0,0000
By-products	Corn, Field	Milled Byprods.	5-28-235	CC	85	1	1,176470588	15	0,0071
By-products	Corn, Field	Hominy Meal	4-03-010	CC	88	0,3	0,340909091	40	0,0055
By-products	Corn, Field	Gluten Feed	5-28-243	CC	40	0,2	0,5	20	0,004
By-products	Corn, Field	Gluten Meal	5-28-242	CC	40	0,2	0,5	20	0,0040

Figura 7. Resultado da calculadora para o cálculo da carga alimentar de resíduos com os dados da Austrália (bovino de corte), para validação da calculadora.

Highest contributors for each commodity group

Feed Group	Crop	Part	DM intake (%)	Residue intake (mg/kg bw/d)
Forages	Alfalfa	Forage	100	0,571429
Roots & Tubers	Potato	Culls	10	0,018000
Grain/Seeds	Corn, Field	Grain	80	0,000727
By-products	Corn, Field	Milled Byprods.	15	0,007059

rank

1

2

4

3

Residue intake over DM intake
0,0057
0,0018
0,000009
0,0005

Calculation of total maximum dietary burden

Feed Group	Crop	Part	DM intake (%)	Residue intake over DM intake	Actual contribution to total residue intake (mg/kg bw/d)	Total DM intake (%)	Actual contribution to total DM intake (%)	Total residue intake mg/kg bw/d
Forages	Alfalfa	Forage	100	0,005714	0,5714	100	100	0,5714
Roots & Tubers	Potato	Culls	10	0,001800	0,0000	100	0	0,5714
By-products	Corn, Field	Milled Byprods.	15	0,000471	0,0000	100	0	0,5714
Grain/Seeds	Corn, Field	Grain	80	0,000009	0,0000	100	0	0,5714

Total dietary burden per unit mass of dry feed:

14,286 mg/kg DM feed

Total dietary burden per unit mass animal bodyweight:

0.571 mg/kg bw/d

Destaque em amarelo: resultado da calculadora para a carga dietética animal de resíduos.

Figura 8. Aba “*Brazil_animal_burden*” com os dados do Japão para bovino de corte para validação da calculadora. Exemplo contido no guia da OECD.

								CATTLE	
								Brazil cattle, beef	
Daily Intake (DM in kg):								14	
Body Weight (kg)								730	
Group	Crop	Part	IFN Code	Classification	% DM	Residue level on fresh weight (mg/kg)	Residue level on dry weight (mg/kg)	Max% DM eaten	Residue intake (mg/kg bw/d)
Forages/Fodders									
Forages	Alfalfa	Forage	2-00-196	R	35	5,00	14,2857	0	0,0000
Forages	Alfalfa	Hay	1-00-054	R	89	10,00	11,2360	10	0,0215
Forages	Alfalfa	Meal	1-00-023	R	89	10,00	11,2360	10	0,0215
Forages	Alfalfa	Silage	3-08-150	R	40	5,00	12,5000	0	0,0000
Forages	Corn, Field	Forage/Silage	3-28-345	R	40	0,02	0,0500	0	0,0000
Forages	Corn, Field	Stover	3-28-251	R	83	0,02	0,0241	0	0,0000
Roots & Tubers									
Roots & Tubers	Potato	Culls	4-03-787	CC	20	0,9	4,5	0	0
Cereal Grains/Crops Seeds									
Grain/Seeds	Corn, Field	Grain	4-20-698	CC	88	0,02	0,0227	75	0,0003
By-Products									
By-products	Corn, Field	Asp. Gr. Fr.	4-12-208	CC	85	2	2,3529	0	0,0000
By-products	Corn, Field	Milled Byprods.	5-28-235	CC	85	1	1,1765	5	0,0011
By-products	Corn, Field	Hominy Meal	4-03-010	CC	88	0,3	0,3409	35	0,0023
By-products	Corn, Field	Gluten Feed	5-28-243	CC	40	0,2	0,5000	25	0,0024
By-products	Corn, Field	Gluten Meal	5-28-242	CC	40	0,2	0,5000	0	0,0000

Figura 9. Resultado da calculadora para o cálculo da carga alimentar de resíduos com os dados do Japão (bovino de corte), para validação da calculadora.

Brazil cattle, beef								
Highest contributors for each commodity group								
Feed Group	Crop	Part	DM intake (%)	Residue intake (mg/kg bw/d)	rank		Residue intake over DM intake	
Forages	Alfalfa	Hay	10	0,021548	1		0,002155	
Roots & Tubers	Potato	Culls	0	0,000000	4		0,000000	
Grain/Seeds	Corn, Field	Grain	75	0,000327	3		0,000004	
By-products	Corn, Field	Gluten Feed	25	0,002397	2		0,000096	
Calculation of total maximum dietary burden								
Feed Group	Crop	Part	DM intake (%)	Residue intake over DM intake	Actual contribution to total residue intake (mg/kg bw/d)	Total DM intake (%)	Actual contribution to total DM intake (%)	Total residue intake mg/kg bw/d
Forages	Alfalfa	Hay	10	0,002155	0,0215	10	10	0,0215
By-products	Corn, Field	Gluten Feed	25	0,000096	0,0024	35	25	0,0239
Grain/Seeds	Corn, Field	Grain	75	0,000004	0,0003	100	65	0,0242
Roots & Tubers	Potato	Culls	0	0,000000	0,0000	100	0	0,0242
Total dietary burden per unit mass of dry feed:			1,263 mg/kg DM feed					
Total dietary burden per unit mass animal bodyweight:			0,024 mg/kg bw/d					

Destaque em amarelo: resultado da calculadora para a carga dietética animal de resíduos.

Figura 10: Níveis de resíduos calculados nas abas auxiliares e transcritos para a tabela “Residues estimated for maximum dietary burden” da aba “Summary_output_mammals” .

Residues estimated for maximum dietary burden														
	Analytical method LoQ / mg/kg	Residue estimation method	Beef cattle	Comment(s)	Dairy Cattle	Comment(s)	Rams/ewes (and adult goats)	Comment(s)	Lambs (and young goats)	Comment(s)	Breeding pigs	Comment(s)	Finishing pigs	Comment(s)
Muscle	0,01	Linear regression	1,8460		1,8460		1,8460		1,8460		1,8460		1,8460	
		Interpolation	2,1024		2,1024		2,1024		2,1024		2,1024		2,1024	
		Transfer factor for DL below DB	2,2032		2,2032		2,2032		2,2032		2,2032		2,2032	
		Transfer factor for DL above DB	1,7626		1,7626		1,7626		1,7626		1,7626		1,7626	
Liver	0,01	Linear regression	1,8460		1,8460		1,8460		1,8460		1,8460		1,8460	
		Interpolation	2,1024		2,1024		2,1024		2,1024		2,1024		2,1024	
		Transfer factor for DL below DB	2,2032		2,2032		2,2032		2,2032		2,2032		2,2032	
		Transfer factor for DL above DB	1,7626		1,7626		1,7626		1,7626		1,7626		1,7626	
Kidney	0,01	Linear regression	1,8460		1,8460		1,8460		1,8460		1,8460		1,8460	
		Interpolation	2,1024		2,1024		2,1024		2,1024		2,1024		2,1024	
		Transfer factor for DL below DB	2,2032		2,2032		2,2032		2,2032		2,2032		2,2032	
		Transfer factor for DL above DB	1,7626		1,7626		1,7626		1,7626		1,7626		1,7626	
Omental Fat	0,01	Linear regression	1,8460		1,8460		1,8460		1,8460		1,8460		1,8460	
		Interpolation	2,1024		2,1024		2,1024		2,1024		2,1024		2,1024	
		Transfer factor for DL below DB	2,2032		2,2032		2,2032		2,2032		2,2032		2,2032	
		Transfer factor for DL above DB	1,7626		1,7626		1,7626		1,7626		1,7626		1,7626	
Renal Fat	0,01	Linear regression	1,8460		1,8460		1,8460		1,8460		1,8460		1,8460	
		Interpolation	2,1024		2,1024		2,1024		2,1024		2,1024		2,1024	
		Transfer factor for DL below DB	2,2032		2,2032		2,2032		2,2032		2,2032		2,2032	
		Transfer factor for DL above DB	1,7626		1,7626		1,7626		1,7626		1,7626		1,7626	
Subcutaneous fat	0,01	Linear regression	1,8460		1,8460		1,8460		1,8460		1,8460		1,8460	
		Interpolation	2,1024		2,1024		2,1024		2,1024		2,1024		2,1024	
		Transfer factor for DL below DB	2,2032		2,2032		2,2032		2,2032		2,2032		2,2032	
		Transfer factor for DL above DB	1,7626		1,7626		1,7626		1,7626		1,7626		1,7626	
Milk	0,01	Linear regression	1,7807		1,7807		1,7807		1,7807		1,7807		1,7807	
		Interpolation	1,8664		1,8664		1,8664		1,8664		1,8664		1,8664	
		Transfer factor for DL below DB	1,8972		1,8972		1,8972		1,8972		1,8972		1,8972	
		Transfer factor for DL above DB	1,7626		1,7626		1,7626		1,7626		1,7626		1,7626	

Figura 11: Níveis de resíduos calculados nas abas auxiliares e transcritos para a tabela “*Residues estimated for maximum dietary burden*” da aba “*Summary_output_poultry*”.

Residues estimated for maximum dietary burden							

Figura 12: Níveis de resíduos calculados nas abas auxiliares e transcritos para a tabela “*Residues estimated for median dietary burden*” da aba “*Summary_output_mammals*”.

Residues estimated for median dietary burden														
	Analytical method LoQ / mg/kg	Residue estimation method	Beef cattle	Comment(s)	Dairy Cattle	Comment(s)	Rams/ewes (and adult goats)	Comment(s)	Lambs (and young goats)	Comment(s)	Breeding pigs	Comment(s)	Finishing pigs	Comment(s)
Muscle	0,01	Linear regression	1,1906		1,1906		1,1906		1,1906		1,1906		1,1906	
		Interpolation	1,2478		1,2478		1,2478		1,2478		1,2478		1,2478	
		Transfer factor for DL below DB	1,0175		1,0175		1,0175		1,0175		1,0175		1,0175	
		Transfer factor for DL above DB	1,2617		1,2617		1,2617		1,2617		1,2617		1,2617	
Liver	0,01	Linear regression	1,1906		1,1906		1,1906		1,1906		1,1906		1,1906	
		Interpolation	1,2478		1,2478		1,2478		1,2478		1,2478		1,2478	
		Transfer factor for DL below DB	1,0175		1,0175		1,0175		1,0175		1,0175		1,0175	
		Transfer factor for DL above DB	1,2617		1,2617		1,2617		1,2617		1,2617		1,2617	
Kidney	0,01	Linear regression	1,1906		1,1906		1,1906		1,1906		1,1906		1,1906	
		Interpolation	1,2478		1,2478		1,2478		1,2478		1,2478		1,2478	
		Transfer factor for DL below DB	1,0175		1,0175		1,0175		1,0175		1,0175		1,0175	
		Transfer factor for DL above DB	1,2617		1,2617		1,2617		1,2617		1,2617		1,2617	
Omental Fat	0,01	Linear regression	1,1906		1,1906		1,1906		1,1906		1,1906		1,1906	
		Interpolation	1,2478		1,2478		1,2478		1,2478		1,2478		1,2478	
		Transfer factor for DL below DB	1,0175		1,0175		1,0175		1,0175		1,0175		1,0175	
		Transfer factor for DL above DB	1,2617		1,2617		1,2617		1,2617		1,2617		1,2617	
Renal Fat	0,01	Linear regression	1,1906		1,1906		1,1906		1,1906		1,1906		1,1906	
		Interpolation	1,2478		1,2478		1,2478		1,2478		1,2478		1,2478	
		Transfer factor for DL below DB	1,0175		1,0175		1,0175		1,0175		1,0175		1,0175	
		Transfer factor for DL above DB	1,2617		1,2617		1,2617		1,2617		1,2617		1,2617	
Subcutaneous fat	0,01	Linear regression	1,1906		1,1906		1,1906		1,1906		1,1906		1,1906	
		Interpolation	1,2478		1,2478		1,2478		1,2478		1,2478		1,2478	
		Transfer factor for DL below DB	1,0175		1,0175		1,0175		1,0175		1,0175		1,0175	
		Transfer factor for DL above DB	1,2617		1,2617		1,2617		1,2617		1,2617		1,2617	
Milk	0,01	Linear regression	1,1906		1,1906		1,1906		1,1906		1,1906		1,1906	
		Interpolation	1,2478		1,2478		1,2478		1,2478		1,2478		1,2478	
		Transfer factor for DL below DB	1,0175		1,0175		1,0175		1,0175		1,0175		1,0175	
		Transfer factor for DL above DB	1,2617		1,2617		1,2617		1,2617		1,2617		1,2617	

Figura 13: Níveis de resíduos calculados nas abas auxiliares e transcritos para a tabela “*Residues estimated for median dietary burden*” da aba “*Summary_output_poultry*”.

Residues estimated for median dietary burden								
	Analytical method LoQ / mg/kg	Residue estimation method	Broiler hens	Comment(s)	Laying hens	Comment(s)	Turkey	Comment(s)
Meat	0,01	Linear regression	1,1906		1,1906		1,1906	
		Interpolation	1,2478		1,2478		1,2478	
		Transfer factor for DL below DB	1,0175		1,0175		1,0175	
		Transfer factor for DL above DB	1,2617		1,2617		1,2617	
Fat	0,01	Linear regression	1,1906		1,1906		1,1906	
		Interpolation	1,2478		1,2478		1,2478	
		Transfer factor for DL below DB	1,0175		1,0175		1,0175	
		Transfer factor for DL above DB	1,2617		1,2617		1,2617	
Skin with Fat	0,01	Linear regression	1,1906		1,1906		1,1906	
		Interpolation	1,2478		1,2478		1,2478	
		Transfer factor for DL below DB	1,0175		1,0175		1,0175	
		Transfer factor for DL above DB	1,2617		1,2617		1,2617	
Liver	0,01	Linear regression	1,1906		1,1906		1,1906	
		Interpolation	1,2478		1,2478		1,2478	
		Transfer factor for DL below DB	1,0175		1,0175		1,0175	
		Transfer factor for DL above DB	1,2617		1,2617		1,2617	
Eggs	0,01	Linear regression	1,1906		1,1906		1,1906	
		Interpolation	1,2478		1,2478		1,2478	
		Transfer factor for DL below DB	1,0175		1,0175		1,0175	
		Transfer factor for DL above DB	1,2617		1,2617		1,2617	

8. APÊNDICE I- RELATÓRIO TÉCNICO FINAL: BOVINOS, CAPRINOS E OVINOS

Referente ao Contrato prestação de serviços técnicos especializados celebrado entre a Syngenta, Embrapa e a Faped

OBJETO: Levantar e descrever os principais alimentos e níveis de inclusão das principais práticas de alimentação animal no Brasil, para diferentes animais (bovinos de leite, bovinos de corte, caprinos e ovinos), que compreende uma parte específica do Projeto de Mestrado intitulado METODOLOGIA PARA ESTIMATIVA DE RESÍDUOS DE PRAGUICIDAS EM COMMODITIES DE ORIGEM ANIMAL PARA O CENÁRIO BRASILEIRO - ESTABELECIMENTO DE LIMITES MÁXIMOS DE RESÍDUOS E CONDUÇÃO DE AVALIAÇÕES DO RISCO DIETÉTICO, com o apoio da Syngenta.

1. Bovinos: bovinos de corte e bovinos de leite

1.1. Bovinos de leite

O Brasil é o um dos principais produtores mundiais de leite, atrás apenas dos Estados Unidos, Índia e China. Segundo dados do IBGE (2017), o país produziu mais de 33,6 bilhões de litros de leite em 2016, com um rebanho próximo a 19,6 milhões de vacas ordenhadas.

A Região Sul é a principal produtora nacional, sendo responsável por 12,457 bilhões de litros (37,0% da produção), seguida de perto pela região Sudeste (11,546 bilhões de litros – 34,3% da produção) que até 2013 liderava a produção. Essa mudança se deu principalmente pelo ganho de produtividade do rebanho sulista, que atualmente é de 2.966 litros/vaca/ano enquanto que o rebanho leiteiro do Sudeste tem produtividade de apenas 1.693 litros/vaca/ano, valor bem próximo à média nacional, que está em 1.709 litros/vaca/ano, conforme ilustrado na Tabela 1 (IBGE, 2017).

Com relação à produção estadual, Minas Gerais ainda lidera como maior produtor nacional de leite, com 8,970 bilhões de litros (26,7% da produção) tendo também o maior rebanho de vacas ordenhadas (4,974 milhões de vacas). Em seguida apresentam-se os estados da região Sul, Paraná (4,730 bilhões de litros), Rio Grande do Sul (4,613 bilhões de litros) e Santa Catarina (3,113 bilhões de litros), seguidos de Goiás e São Paulo,

tradicionais produtores de leite, mas que vem perdendo espaço nos últimos anos. Na análise em nível dos estados destaque mais uma vez para a produtividade dos estados

sulistas, que apresentam valores muito superior aos apresentados pelos estados de Minas Gerais, Goiás e São Paulo. Enquanto que Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina apresentam produtividades de 3.157, 2.916 e 2.788 litros/vaca/ano respectivamente, Minas Gerais tem produtividade animal anual de 1.803 litros/vaca/ano, São Paulo de 1.463 litros/vaca/ano e Goiás de apenas 1.311 litros/vaca/ano (IBGE, 2017).

Tabela 1. Produção e produtividade das regiões do Brasil em 2016

	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	Brasil
Produção anual de leite (mil litros)	1.876.004	3.772.383	3.972.433	11.546.087	12.457.744	33.624.651
Produtividade média (litros por vaca/ano)	900	1.076	1.294	1.693	2.966	1.709

Fonte: IBGE, 2017 - Pesquisa Pecuária Municipal

Esses dados demonstram a heterogeneidade da produção leiteira nacional que apresenta desde sistema altamente tecnificados, de grande escala de produção e alta produtividade, comparáveis aos principais países produtores mundiais, até sistemas mais rústicos, com baixa adoção tecnológica e índices produtivos reduzidos. Entretanto, nos últimos anos a atividade leiteira nacional tem evoluído bastante, sendo que a produção atual é originada em sua maioria pelos produtores desse primeiro grupo. Segundo estimativa realizada por Stock (2014) com base nos dados do Censo Agropecuário, os sistemas com produção até 50 litros de leite/dia representam 80,8% do número de estabelecimentos, mas apenas 9,5% da produção. No outro extremo, os produtores com produção diária superior a 200 litros de leite representam 8,36% dos estabelecimentos e 76,5% da produção nacional.

A FAO, Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, divulgou recentemente os dados de produção de leite, rebanho e produtividade de mais de 200 países atualizados até o ano de 2016 (Rocha et al., 2018).

Apesar das quedas recentes na produção de leite, o Brasil fechou 2016 na quarta posição mundial, atrás apenas dos Estados Unidos, Índia e China (Tabela 2). Os Estados Unidos possuem produtividade média de 10.330 litros de leite/vaca/ano, atrás apenas de Israel, com 12.953 litros/vaca/ano, mas com uma produção total equivalente a apenas

1,5% da produção americana. A produtividade do rebanho americano faz com que o país produza quase três vezes mais leite que o Brasil com menos da metade do rebanho brasileiro. Já a Alemanha, que tem uma produção bem semelhante ao Brasil, utiliza para isso um rebanho equivalente a 21% das vacas ordenhadas no Brasil, graças a sua produtividade de 7.746 litros/vaca/ano. Nesse ranking de produtividade animal, o Brasil ocupa apenas o 89º lugar com 1.709 litros/vaca /ano, atrás da produtividade média mundial de 2.408 litros e abaixo também dos nossos vizinhos sul-americanos como Peru (2.182 litros/vaca/ano), Equador (2.234 litros/vaca/ano), Paraguai (2.255 litros/vaca/ano), Uruguai (2.835 litros/vaca/ano) e Argentina (4.410 litros/vaca/ano) (Rocha et al., 2018).

Tabela 2. Produção, rebanho e produtividade dos 10 principais países produtores de leite do mundo em 2016.

	Produção (Mil litros)	Posição Mundial	Rebanho (vacas)	Posição Mundial	Produtividade (Litros/vaca/ano)	Posição Mundial
Estados Unidos	96.359.376	1	9.328.000	6	10.330	2
Índia	77.415.850	2	48.610.350	1	1.593	95
China	37.153.653	3	12.717.960	3	2.921	63
Brasil	33.624.653	4	19.678.817	2	1.709	89
Alemanha	32.672.340	5	4.217.700	15	7.746	14
Rússia	30.495.321	6	7.194.354	8	4.239	44
França	24.482.493	7	3.630.321	18	6.744	23
Nova Zelândia	21.671.520	8	5.202.467	12	4.166	45
Turquia	16.786.263	9	5.431.714	11	3.090	58
Reino Unido	14.946.000	10	1.822.000	30	8.203	11
Mundo	659.150.049		273.782.778		2.408	

Fonte: FAO, organizado pela Embrapa Gado de Leite – Rocha et al., 2018

1.1.1. Compreensão das práticas de alimentação animal

No Brasil, há grande diversidade de sistemas de produção de leite e consequentemente de práticas de alimentação animal. A predominância é de rebanhos de animais de cruzamentos das raças Holandês e Zebu. Porém, a maioria dos produtores mais especializados utilizam animais puros de raças taurinas especializadas para produção de leite (Holandês, Jersey, Pardo Suíço) ou zebuínas, principalmente Gir e Guzerá. O manejo adotado nas fazendas varia com a raça usada e, especialmente com animais cruzados Holandês-Zebu, há muita diferença entre propriedades quanto à alimentação do rebanho. Em vista dessas diferenças, não se dispõe de um critério único de tipificação de sistemas que contemple, ao mesmo tempo, clima, recursos forrageiros, capacidade gerencial dos produtores, qualidade da mão-de-obra e mercado (Assis et al. 2005). Os autores sugerem na Tabela 3 a caracterização dos sistemas de produção de leite no Brasil. Baseando-se na produtividade média (em litros/vaca/ano) do Brasil, o sistema mais predominante no país é o sistema semi-extensivo.

Tabela 3. Caracterização dos sistemas de produção de leite no Brasil

	Descritores	Sistema extensivo	Sistema semi-extensivo	Intensivo à pasto	Intensivo em confinamento
A	Produtividade (litros/vaca ordenhada/ano)	< 1.200	1.200–2.000	2.000-4.500	> 4.500
	Pasto	Ano todo	Ano todo	Ano todo	Não
B	Volumoso no cocho	Não	Cana e/ou capim picado em parte do ano	Cana, capim picado e/ou forragem conservada	Forragens conservadas o ano todo
	Uso de Concentrados	Não	Parte do ano	Ano todo	Ano todo
	Comercial	Não	Predominantemente	Sim	Sim
	Auto-elaborado	Não	Eventual	Eventual	Eventual
	Uso de minerais	Sal comum	Mistura mineral	Mistura mineral	Mistura mineral
C	Grupo genético	Predominantemente azebuado	Predominantemente de ½ a 7/8 HZ	Predominantemente de ½ a Holandês PC	Predominantemente, Holandês
	Aleitamento dos bezerros	Natural	Predominantemente natural	Predominantemente artificial	Artificial
	Idade ao desaleitamento	6 a 8 meses	8 a 10 meses	2 a 3 meses	2 a 3 meses
	Uso de sucedâneos do leite	Não	Não	Não	Crescente
	Recria dos machos	Eventualmente	Eventualmente	Não	Não
	Destino dos descartes				
	Bezerros	Vendido para recria ao desaleitamento	Vendido para recria ao desaleitamento	Vendido para açougue com uma semana de idade	Vendido para açougue com uma semana de idade
	Novilhas	Venda para corte	Venda para reprodução	Venda para reprodução	Venda para reprodução
	Vacas	Venda para corte	Predominantemente venda para corte	Predominantemente venda para reprodução	Predominantemente venda para reprodução
	Assistência técnica	Eventual – vendedor de insumos e ATER ^(*)	Predominantemente por cooperativas, indústria e ATER	Predominantemente por cooperativas, indústria de laticínios.	Predominantemente contratada

A = variável determinante do tipo de sistema; B = variáveis discriminantes; C - variáveis auxiliares.

* Sistema Oficial de Assistência Técnica e Extensão Rural.

Fonte: Assis et al. 2005

1.1.2. Peso corporal (kg) típico dos animais no estágio para produção de leite

No Brasil não existem levantamento oficiais de peso corporal de vacas de leite. A referência utilizada como parâmetro de peso de vacas em lactação brasileiras foi uma meta-análise realizada por Oliveira (2015) de 60 estudos realizados com animais *Bos taurus* e cruzamentos de *Bos taurus* x *Bos Indicus* no Brasil. A média de peso dos animais cruzamentos de *Bos taurus* x *Bos Indicus*, referente a 23 estudos, foi de 487 kg. Dessa maneira, optou-se por utilizar o peso médio de 490 kg na tabela para os cálculos, para representar o peso corporal típico dos animais brasileiros no estágio de produção de leite.

1.1.3. Quantidade diária de consumo de dieta (em kg de matéria seca)

Não existe atualmente a tabela de exigências nutricionais para bovinos leiteiros no Brasil. De acordo com informações da Embrapa gado de Leite, existe uma iniciativa de universidades em conjunto com a Embrapa Gado de Leite que estão desenvolvendo uma série de experimentos e a previsão é que seja publicada nos próximos anos a primeira tabela com dados nacionais.

Dessa forma, para estimativa de consumo alimentar por vacas leiteiras foi utilizado como base o *NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle* (NRC 2001). Ele é o sistema mais utilizado pelos técnicos e produtores em formulações de dieta no Brasil. No NRC (2001), a predição da ingestão de matéria seca (IMS) é baseada em dados reais (Equação 1), com a inclusão de fatores ligados ao animal, que poderiam ser facilmente medidos ou conhecidos.

Equação 1: Equação de predição de ingestão de matéria seca para vacas em lactação (NRC, 2001).

$IMS\ (kg/d) = (0,372 \times LCG + 0,0968 \times PV^{0,75}) \times (1 - e^{(-0,192 \times SEL = 3,67)})$, em que:

IMS = ingestão de matéria seca, em kg por dia

LCG = leite corrigido para 4% de gordura (kg/d); padrão estabelecido pelo NRC, 2001

$PV^{0,75}$ = Peso Vivo metabólico em kg;

SEL = semanas em lactação.

O termo $1 - e^{(-0,192 \times SEL = 3,67)}$ ajusta para depressão na IMS no início da lactação.

Para o cálculo de exigências, utilizou-se o software Calculeite, desenvolvido pela Embrapa que utiliza as equações da NRC para este fim (Figuras 1 e 2). Os dados de entrada do software utilizados para o cálculo da exigência de ingestão de matéria seca foram baseados no peso vivo médio de animais conforme descrito no item 1.1.2. A produção de leite foi definida como a média nacional, utilizando como fonte os dados do IBGE (2017). O item de semanas de lactação foi definido o terço médio de lactação, sendo que a duração de lactação média é de 305 dias. Dessa maneira o cálculo foi feito dividindo-se 305 dias por sete, para determinar o número de semanas de uma lactação, e depois foi dividido por dois para determinar a semana correspondente a metade da lactação, sendo o resultado 21 semanas de lactação para utilizar nos dados de entrada dos cálculos de exigência de consumo de matéria seca.

Figura 1. Dados de entrada utilizados no sistema Calculeite (<http://www.cnp.gl.embrapa.br/calculeite>) para determinar as exigências de ingestão de matéria seca. O sistema utiliza as equações do NRC 2001 para os cálculos.

The screenshot displays the Embrapa Calculeite web application. At the top, there is a banner with the Embrapa logo and the text 'Calculeite'. Below the banner, a navigation menu includes 'Alimentos', 'Suplementos', 'Dados de Entrada', 'Exigência Nutricional', 'Cálculo da Ração', and 'SAIR'. The 'Dados de Entrada' section is active, showing a form titled 'Dados dos Animais'. The form contains the following fields and values:

Field	Value
Peso Vivo (Kg):	490
Peso a Idade Adulta (Kg):	490
Produção de Leite (Kg/Dia):	5
Gordura do Leite (%):	4
Proteína do Leite (%):	3
Lactose do Leite (%):	4,7
Período de Gestação (Dias):	0
Escore Corporal:	3
Ganho de Peso (Kg):	0
Peso do Bezerro (Kg):	35
Semana de Lactação:	21

On the left side of the interface, there is a sidebar with links for 'Login' (Acesso ao Sistema), 'Gerencial' (Acesso Restrito), and 'Ajuda'.

Figura 2. Resultados de exigências nutricionais utilizando os dados de entrada da Figura 1.

De acordo com o Calculeite, o consumo diário de dieta para os bovinos leiteiros é de 11,55 kg de matéria seca/dia (Figura 2). O baixo consumo de matéria seca está relacionado a baixa produtividade média dos animais brasileiros, 1.709 litros/vaca/ano, quando comparado aos dados dos demais países, conforme exposto no item 1.1.

1.1.4. Levantamento dos principais alimentos rotineiramente utilizados e seus níveis de inclusão nas principais práticas de alimentação de bovinos de leite no Brasil.

O Brasil por ser um país de tamanho continental possui uma grande variedade de alimentos disponíveis para alimentação animal. Nas Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos estão catalogados 1624 derivados de alimentos, porém a absoluta maioria é utilizada de maneira local ou regional sem representatividade na pecuária nacional (Valadares et al., 2018). Para o levantamento, foram selecionados os principais alimentos utilizados nacionalmente na formulação de dietas para bovinos leiteiros (Tabela 4).

Os dados de porcentagem média de matéria seca dos principais alimentos utilizados na alimentação animal de bovinos foram retirados das Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos (CQBAL 3.0) e encontram-se na Tabela 4.

A seguir está descrita a apresentação de como foram elaboradas as Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos, texto retirado do site (www.ufv.br/cqbal):

“Considerando que o aspecto nutricional é um dos principais fatores que afeta o desempenho animal, além de ser, dentro do sistema, o item que mais onera o custo de produção, a adoção de medidas mais racionais de nutrição pode levar a um incremento considerável na produção, em menos tempo e a um custo mais reduzido. Tecnologias a

serem adotadas em nosso território, no campo da agropecuária devem ser, obviamente, desenvolvidas em nível de Brasil, onde a composição do rebanho, os alimentos disponíveis e o clima são típicos e únicos de ambientes tropicais. A formulação de rações baseada em uma Tabela Nacional contribui para melhorar a economicidade das mesmas, uma vez que o uso de tabelas estrangeiras não permite o balanceamento ótimo dos nutrientes, em função das diferenças marcantes entre a realidade Brasileira e aquela encontrada nos países onde são geradas”.

Não existem dados oficiais de uso de alimentos na dieta de bovinos de leite. Os principais alimentos utilizados nas dietas de gado de leite no Brasil (Tabela 4) foram sugeridos pela equipe de pesquisadores de Nutrição Animal da Embrapa Gado de Leite, sendo doutores na área de conhecimento com experiência em dietas de vacas de leite nas diversas regiões do Brasil. Os níveis de inclusão máximo nas dietas foi baseado nas características nutricionais dos alimentos, sendo a referência principal o livro “Alimentos para Gado de Leite” (Gonçalves et al., 2009), livro mais utilizado por nutricionistas no Brasil. Na grande maioria dos alimentos concentrados o que irá limitar seu nível máximo de inclusão será o custo. Os alimentos concentrados possuem um valor superior ao alimento volumoso.

Tabela 4. Culturas utilizadas rotineiramente para a alimentação de gado de leite no Brasil, suas partes destinadas para ração animal, a contribuição potencial (em % máx) de cada alimento para a dieta total dos animais e sua respectiva % de matéria seca.

				Brazil Cattle, Dairy
Daily Intake (DM in kg)				11.55
Body weight (kg)				490
FEED ITEM (PORTUGUESE)	CROP	PART	% DM	Max % Diet
Milho, grãos	Corn	grains	87.94	50
Trigo, farelo	Wheat. bran	milled by-products	87.65	50
Sorgo, grãos	Sorghum	grains	88.03	50
Soja, farelo	Soybean	meal	88.61	30
Algodão, farelo	Cotton	meal	88.69	30
Polpa cítrica	Citrus	dried pulp	89.59	30
Algodão, semente/carço	Cotton	undelinted seed	90.64	20
Soja, casca	Soybean	hulls	90.08	30
Braquiária Decumbens, forragem fresca	Braquiária Decumbens. grass	forage (fresh)	29.53	100
Capim elefante, forragem fresca	Elephant grass	forage (fresh)	21.62	100
Cana de açúcar	Sugar cane	tops	30.18	95
Milho, silagem	Corn	Silage	31.15	100
Sorgo, silagem	Sorghum	Silage	28.08	100
Alfafa, forragem	Alfalfa	forage	24.52	100

DM = *Dry matter* (matéria seca)

1.1.5. Referências Bibliográficas

ASSIS, A. G.; STOCK, L. A.; CAMPOS, O. F.; GOMES, A. T.; ZOCCAL, R.; SILVA, M. R. Sistemas de produção de leite no Brasil. Circular Técnica 85. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite. 2005. 6p. Disponível em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/595700>

CENTRO DE INTELIGÊNCIA DO LEITE. Disponível em <http://www.cileite.com.br/>. Acesso em 20 de dez de 2017.

GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. Alimentos para Gado de Leite. Belo Horizonte: FEPMVZ. 568 p. 2009

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. Pesquisa Pecuária Municipal. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ppm/default.asp>. Acesso em: 10 jan. 2018.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington, DC: National Academy Press, 2001. 381p.

NEVES, A. L. A. et al. Calculeite Embrapa Gado de Leite. Disponível em: <http://www.cnp.gl.embrapa.br/calculeite>

OLIVEIRA, A. S. Meta-analysis of feeding trials to estimate energy requirements of dairy cows under tropical condition. Animal Feed Science and Technology (Print), v. 210, p. 94-103, 2015.

ROCHA, D. T. et al. Leite em Números. Revista Balde Branco. Ano 53 - número 640 - março/2018.

STOCK, A. L. Produtores de leite no Brasil: quantos são e quanto produzem. Balde Branco, São Paulo, v. 50, n. 591, p. 52-55, 2014.

VALADARES FILHO, S.C., MACHADO, P.A.S., CHIZZOTTI, M.L. et al. CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. Disponível em www.ufv.br/cqbal. Acesso em 05 de fev de 2018.

1.2. Bovinos de corte

O rebanho bovino brasileiro de 219 milhões de cabeças produziu, em 2016, 9,14 milhões de toneladas equivalente carcaça (TEC), com um abate de 36,9 milhões. Das quase 10 milhões de toneladas de carne produzidas, cerca de 20% foi exportada e 80%

abasteceu o mercado interno, garantindo um consumo de cerca de 36 quilos de carne bovina por habitante em 2016. O rebanho brasileiro de bovinos é o maior do mundo, com 13,8% do total mundial (Abiec, 2017).

A Região Centro-Oeste é a região com maior número de animais, sendo responsável por 34,36% do rebanho nacional em 2016, seguida pela região Norte com 21,4% (Tabela 5; Abiec, 2017).

Tabela 5. Participação em porcentagem do rebanho da região em relação ao Brasil

Região	Participação do rebanho da Região no total do Brasil (%)
Norte	21,40%
Nordeste	13,21%
Sudeste	18,20%
Centro oeste	34,36%
Sul	12,83%
Brasil	100,00%

Fonte: Agroconsult / IBGE - Elaboração ABIEC 2017

1.2.1. Compreensão das práticas de alimentação animal

O Brasil é um país de dimensões continentais, sendo o quinto do mundo em extensão territorial, com uma área de 8,5 milhões de km², sendo que 164,7 milhões de hectares são destinados à pastagem. Além disso, apresenta uma grande diversidade de clima e vegetação, que aliado à extensão territorial possibilita que os sistemas de produção de carne bovina sejam caracterizados pelo uso de forragem como dieta basal. A grande maioria do sistema de produção de carne bovina brasileiro é produzido com animais sob condição de pastagem e apenas 12,49% foram terminados em confinamento no ano de 2016 dos 36,9 milhões de bovinos abatidos no Brasil (ABIEC, 2017).

1.2.2. Peso corporal (kg) típico dos animais na fase final (para carnes)

O peso médio das carcaças no Brasil em 2016 foi de 247,75 kg, com rendimento médio carcaça (zebu) entre 52,3 e 55% (ABIEC, 2017). Utilizando os dados apresentados o peso corporal médio ao abate no Brasil é de 461,79 kg, através do cálculo 247,75 kg de carcaça, que corresponde ao rendimento de 53,65% de carcaça, logo 100% correspondem

a 461,79 kg de peso vivo. Dessa maneira, foi utilizado como peso corporal final, peso ao abate, o valor de 462 kg para o cálculo de consumo de matéria seca.

1.2.3. Quantidade diária de consumo de dieta (em kg de matéria seca)

Para prever o consumo de matéria seca por bovinos em pastejo é indicada a seguinte equação (Valadares Filho et al., 2016).

$$\text{CMS (kg/dia)} = -1,912 + 0,900 \times \text{CMSs} + 0,094 \times \text{PC}^{0,75} + 1,070 \times \text{GMD} - 1,395 \times \text{GMD}^2$$

Em que:

CMS = consumo de matéria seca, em kg/dia

CMS = consumo de suplemento em kg/dia

$\text{PC}^{0,75}$ = peso corporal metabólico, em kg

GMD = o ganho de peso médio diário, em kg/dia.

Os dados levantados na revisão bibliográfica não mostram a idade média de abate no Brasil. Os dados do relatório da ABIEC (2016) mostra que em 2015 a porcentagem de bois (não inclui touros) terminados com mais de 36 meses no total de machos foi de 6,94%. Considerando dessa maneira o peso ao abate de 461,79 kg menos o peso ao nascimento de 30 kg, dividindo por 1080 dias (36 meses), o ganho médio dos animais seria de 400g/dia em média. Dessa maneira, foi utilizado o ganho médio de 400g/dia para o cálculo de consumo de matéria seca de bovinos de corte na fase de terminação.

A terceira edição das tabelas de Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados - BR-CORTE, utilizou um banco de dados de diversos experimentos nacionais que estão sendo realizados desde a década de 70 (Valadares Filho et al., 2016). O BR-CORTE é único sistema descrito especificamente para zebuínos, que representam a maioria absoluta da pecuária de corte brasileira. Para os dados de entrada no sistema do BR Corte apresentados na Figura 3, foram utilizados os dados descritos nos itens 1.2.1. e 1.2.2.

Figura 3. Dados de entrada utilizados no sistema BR Corte 3.0 (<http://www.brcorte.com.br>) para determinar as exigências de ingestão de matéria seca. O sistema utiliza as equações do BR Corte para os cálculos.

The screenshot shows the BR-CORTE 3.0 web interface. The browser address bar displays www.brcorte.com.br/br/exigencias. The page features a navigation bar with icons for 'FORMULAÇÃO DE DIETAS', 'PREDIÇÃO DE DESEMPENHO', 'TABELA RESUMIDA', 'ENVIAR ALIMENTO', and 'CALCULAR EXIGÊNCIAS'. Below the navigation bar, there are tabs for 'Crescimento e Terminação', 'Vaca', and 'Bezerro'. The 'Vaca' tab is selected. The input fields are as follows:

Peso Corporal Inicial (PCI)	400
Peso Corporal Final (PCF)	462
Peso Corporal Médio (PCM)	431
Ganho Médio Diário (GMD)	0,400

Figura 4. Resultados de exigências nutricionais utilizando os dados de entrada da Figura 3. Foram calculados no sistema BR Corte 3.0.

The screenshot shows the BR-CORTE 3.0 web interface with the 'CALCULAR EXIGÊNCIAS' button highlighted. Below the navigation bar, there is a section titled 'Dados do Animal' with the following information:

Crescimento e Terminação Zebuino Pasto Macho não castrado
 Peso Corporal Médio (PCM): 431,00 kg
 Ganho Médio Diário (GMD): 0,40 kg

Exigência	Código	Unidade	Mínimo	Ideal	Máximo
Consumo de Matéria Seca	CMS	kg/dia	-	7,04	7,74

De acordo com o BR Corte, o consumo diário de ração para os bovinos de corte na fase de terminação e ganho de 400g/dia é de no máximo 7,74 kg de matéria seca/dia (Figura 4).

1.2.4. Levantamento dos principais alimentos rotineiramente utilizados e seus níveis de inclusão nas principais práticas de alimentação de bovinos de corte no Brasil.

Os dados de porcentagem de matéria seca dos principais alimentos utilizados na alimentação animal de bovinos, foram retirados das Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos (CQBAL 3.0) e encontram-se na Tabela 6.

Não existem dados oficiais de uso de alimentos na dieta de bovinos de corte. A seleção dos principais alimentos utilizados nas dietas de gado de corte no Brasil foi sugerida pela equipe de pesquisadores de Nutrição Animal da Embrapa Gado de Leite, que são doutores da área de conhecimento em Nutrição Animal e experiência em dietas de bovinos. Os níveis de inclusão máximo nas dietas (Tabela 6) foi baseado nas características nutricionais dos alimentos sendo a referência principal o Livro “Alimentos para Gado de Leite” (Gonçalves et al., 2009). O mecanismo dos nutrientes com níveis máximos de inclusão são semelhantes para os bovinos, seja de gado de leite ou gado de corte. Outra informação relevante para a consideração dos principais alimentos utilizados na pecuária de corte é que a grande maioria do sistema de produção de carne bovina brasileiro é produzido com animais sob condição de pastagem e apenas 12,49% foram terminados em confinamento no ano de 2016 dos 36,9 milhões de bovinos abatidos no Brasil (ABIEC, 2017).

Tabela 6. Culturas utilizadas rotineiramente para a alimentação de gado de corte no Brasil, suas partes destinadas para ração animal, a contribuição potencial (em % máx) de cada alimento para a dieta total dos animais e sua respectiva % de matéria seca.

				Brazil Cattle, Beef
Daily Intake (DM in kg)				7.74
Body weight (kg)				462
FEED ITEM (PORTUGUESE)	CROP	PART	% DM	Max % Diet
Milho, grãos	Corn	grains	87.94	100
Trigo, farelo	Wheat, bran	milled by-products	87.65	50
Sorgo, grãos	Sorghum	grains	88.03	100
Soja, farelo	Soybean	meal	88.61	30
Algodão, farelo	Cotton	meal	88.69	30
Polpa cítrica	Citrus	dried pulp	89.59	30
Algodão, semente/caroco	Cotton	undelinted seed	90.64	20
Soja, casca	Soybean	hulls	90.08	30
Braquiária Decumbens, forragem fresca	Braquiária Decumbens, grass	forage (fresh)	29.53	100
Capim elefante, forragem fresca	Elephant grass	forage (fresh)	21.62	100
Cana de açúcar	Sugar cane	tops	30.18	95
Milho, silagem	Corn	Silage	31.15	100
Sorgo, silagem	Sorghum	Silage	28.08	100
Alfafa, forragem	Alfalfa	forage	24.52	100

DM = *Dry matter* (matéria seca)

1.2.5. Referências Bibliográficas

ABIEC Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Perfil da pecuária no Brasil, relatório 2017. Disponível em: <<http://abiec.siteoficial.ws/images/upload/sumario-pt-010217.pdf>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. Alimentos para Gado de Leite. Belo Horizonte: FEPMVZ. 568 p. 2009.

IBGE. Pesquisa Trimestral do Abate de Animais. Abates – tabelas. [Rio de Janeiro, 2017f]. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/abate/tabelas>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, L. F. C.; GIONBELLI, M. P. et al. BR Corte - Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica Ltda, 2016. v.1000. 327p.

VALADARES FILHO, S.C., MACHADO, P.A.S., CHIZZOTTI, M.L. et al. CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. Disponível em www.ufv.br/cqbal. Acesso em 20 de dez de 2017.

2. Caprinos e ovinos

As informações a respeito dessas espécies foram elaboradas em conjunto com o pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Rafael Tonucci, doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa.

Os dados da produção de ovinos e caprinos do Brasil foram retirados do Boletim do Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos produzido pela Embrapa Caprinos e Ovinos em 2017 (EMBRAPA, 2017).

A ovinocultura e a caprinocultura são atividades com grande concentração regional, onde se destacam as regiões Nordeste e Sul. Dessa forma, as percepções mais amplas sobre os setores, normalmente, vêm das observações dessas duas regiões, que regem o comportamento da produção (EMBRAPA, 2017).

2.1. Ovinos

Os números mais atuais disponíveis do IBGE sobre o rebanho ovino mostram um efetivo de 18,4 milhões de ovinos no Brasil em 2016. O rebanho ovino brasileiro apresentou crescimento constante entre os anos de 2007 e 2011, uma significativa redução do rebanho em 2012, causada pela seca severa na região Nordeste naquele ano e que, desde então, vem se repetindo consecutivamente em maior ou menor grau até o ano de

2016. A partir de 2013 o rebanho ovino retomou a trajetória de crescimento, que perdura até o ano de 2016 (EMBRAPA, 2017).

A distribuição do rebanho nas regiões brasileiras tem as maiores participações nas regiões Nordeste e Sul do país. Houve aumento da participação da Região Nordeste, a qual passou de 57% em 2007 para 63% em 2016. Dessa forma, praticamente todas as demais regiões perderam participação, com exceção da Região Norte, que aumentou sua participação de 3,2% para 3,7% do rebanho ovino. A maior redução foi verificada na Região Sul, que passou de 28% em 2007 para 24% do efetivo de rebanho ovino nacional em 2016 (EMBRAPA, 2017).

A ovinocultura apresenta diferentes aptidões produtivas conforme a região do país. Enquanto a produção nordestina é predominantemente voltada para a produção de carne, a produção sulista, com dupla aptidão, também inclui a produção de lã (EMBRAPA, 2017).

Para produção de carne, os cordeiros são abatidos jovens com peso médio ao abate de 30kg, com idade média de 8 meses, conforme informações dos pesquisadores da Embrapa Caprinos e Ovinos. Essa é a prática comumente utilizada no Brasil. Os animais adultos são utilizados para reprodução.

No Brasil os produtos de leite de ovelha têm ganhado espaço ultimamente, porém a produção nacional é ainda muito pequena (FERREIRA e MORAIS, 2014). Dessa forma, não foi considerada a produção de leite de ovelha no presente estudo.

2.2 Caprinos

No ano de 2016 o rebanho caprino brasileiro foi de 9,78 milhões de animais de acordo com os números mais atuais divulgados na Pesquisa Pecuária Municipal (IBGE, 2016). Em termos de evolução temporal, em 2012, houve uma forte redução do efetivo e, a partir de então, observa-se que o rebanho voltou a crescer. Esse crescimento aconteceu apesar da escassez de chuvas no período na região Nordeste, que detém 93% do rebanho caprino brasileiro. O rebanho foi recomposto e atingiu o patamar mais elevado dos últimos dez anos (EMBRAPA, 2017).

Para produção de carne, os cabritos são abatidos jovens com peso médio ao abate de 35kg. Essa é a prática comumente utilizada no Brasil conforme informações dos

pesquisadores da Embrapa Caprinos e Ovinos. Os animais adultos são utilizados para reprodução.

As principais regiões produtoras de leite de cabra são as regiões Nordeste e Sudeste no Brasil. Não existe um levantamento oficial da produção de leite de cabra no Brasil. Recentemente foi publicado por Lôbo et al. (2017), levantamento de produção de leite de cabras leiteiras no Brasil.

A produção de leite na maioria dos países de clima tropical e subtropical é obtida de caprinos de raças importadas, como Saanen, Toggenburg, Alpine e Anglo Nubian (FAO, 2007). Estas raças foram importadas para o Brasil na década de 1980 e hoje elas são principais raças dos animais leiteiros do país. A produção de leite dessas raças, no Brasil tem sua origem em duas regiões: Nordeste e Sudeste. Em 2005, Embrapa Caprinos e Ovinos iniciaram o Programa de Melhoramento de Cabras Leiteiras (“Programa de Melhoramento Genético de Caprinos Leiteiros” - Capragene®) e implementou o primeiro teste de progênie e controle leiteiro oficial das raças Saanen, Alpina e Anglo Nubian (Lôbo et al., 2010; Facó et al., 2011).

Até 2017 não havia caracterização fenotípica de cabras leiteiras no Brasil. O estudo de Lôbo et al. (2017) foi lançado com o objetivo de caracterizar a produção de leite, composição química (macro elementos) e contagem de células somáticas de cabras exóticas em duas regiões do Brasil. A produção de leite média diária das cabras leiteiras brasileiras avaliadas foi de 2,6 litros por dia.

2.3 Compreensão das práticas de alimentação animal

O Brasil possui uma grande diversidade de alimentos disponíveis para alimentação animal. Foram considerados no trabalho os principais alimentos que representam a alimentação de caprinos e ovinos nas regiões Nordeste e Sul por representarem a maioria absoluta da produção dessas espécies no país.

2.4 Peso corporal (kg) típico dos animais na fase final (para carnes) e para produção de leite (cabras)

Para produção de carne, os cordeiros são abatidos jovens com peso médio ao abate de 30kg. Já os cabritos são abatidos jovens com peso médio ao abate de 35kg. Essa é a prática comumente utilizada no Brasil conforme informações dos pesquisadores da Embrapa Caprinos e Ovinos.

Para as cabras leiteiras foi utilizado como referência o peso de 60 kg de peso vivo conforme informações dos pesquisadores da Embrapa Caprinos e Ovinos.

2.5 Quantidade diária de consumo de ração (em kg de matéria seca)

A quantidade de consumo de matéria seca foi baseada nas recomendações do NRC (2006). Está em processo de elaboração as tabelas brasileiras de exigências nutricionais de caprinos e ovinos com previsão de publicação em 2020. Atualmente a prática da formulação de dietas para essas espécies é feita por técnicos e nutricionistas utilizando os dados de exigências e dos alimentos disponíveis sem utilização de softwares específicos. Foi considerado o peso vivo ao abate e o ganho médio de 200g por dia conforme informações dos pesquisadores da Embrapa Caprinos e Ovinos para a estimativa de consumo de matéria seca dos animais. Para cordeiros foi considerado o consumo de 5% do peso vivo, resultando no consumo estimado de 1,5 kg de matéria seca por dia (NRC, 2006). Para os cabritos o consumo considerado foi de 5,15% do peso vivo, resultando no consumo estimado de 1,8 kg de matéria seca por dia (NRC, 2006).

Para o cálculo de consumo de matéria seca de cabras em lactação foram considerados os seguintes parâmetros: cabra adulta em lactação, duas crias, produção de leite 2,6 kg/dia, peso vivo de 60 kg conforme informações dos pesquisadores da Embrapa Caprinos e Ovinos. O consumo estimado é de 3,03 kg de matéria seca por dia ou 5,05% do peso vivo (NRC, 2006).

2.6 Culturas utilizadas rotineiramente para a alimentação de caprinos e ovino no Brasil, suas partes destinadas para ração animal, a contribuição potencial (em % máx) de cada alimento para a dieta total dos animais e sua respectiva % de matéria seca.

Os dados de porcentagem de matéria seca dos principais alimentos utilizados na alimentação animal de caprinos e ovinos, apresentados na Tabela 7, foram retirados das Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos (CQBAL 3.0).

Não existem dados oficiais de uso de alimentos nas dietas de caprinos e ovinos no Brasil. A seleção dos principais alimentos utilizados nas dietas de caprinos e ovinos no país e os seus níveis de inclusão máxima nas dietas (Tabela 7) foram sugeridos pela equipe de pesquisadores de Nutrição Animal da Embrapa Caprinos e Ovinos, que são doutores da área de conhecimento em Nutrição Animal e com experiência em dietas de caprinos e ovinos nas diferentes regiões do Brasil. Tradicionalmente não são utilizados

softwares para cálculos de dietas, existem poucas opções no mercado para caprinos e ovinos e estão restritos a pesquisadores ou nutricionistas. Normalmente são utilizadas dietas com relações volumoso : concentrado (80 : 20) adequando-se os teores dos nutrientes com base nos alimentos disponíveis em cada região.

Tabela 7. Culturas utilizadas rotineiramente para a alimentação de caprinos e ovinos no Brasil, suas partes destinadas para ração animal, a contribuição potencial (em % máx) de cada alimento para a dieta total dos animais e sua respectiva % de matéria seca.

				SHEEP & GOATS		
				Brazil Sheep (lamb)	Brazil Goats (goatling)	Brazil Goats (dairy)
Daily Intake (DM in kg)				1.5	1.8	3.0
Body weight (kg)				30	35	60
FEED ITEM (PORTUGUESE)	CROP	PART	% DM	Max % Diet	Max % Diet	Max % Diet
Algodão, farelo	Cotton	meal	88.69	6	6	6
Algodão, semente/carço	Cotton	undelinted seed	90.64	4	4	4
Algaroba	Algaroba pods/Mesquite, pods	pods	91.20	10	10	10
Arroz, grãos	Rice	grain	88.95	8	8	8
Arroz, farelo	Rice	bran	89.02	10	10	10
Cana de açúcar, xarope	Sugar cane	industrial syrup	73.98	5	5	5
Cana de açúcar	Sugar cane	tops	30.18	40	40	40
Cana de açúcar, bagaço	Sugar cane	bagasse	57.17	15	15	15
Braquiária, feno	Braquiária grass	hay	87.99	85	85	85
Braquiária Brizhanta, forragem fresca	Braquiária Brizhanta grass	forage (fresh)	34.09	85	85	85
Centeio, forragem	Rye	forage	21.20	85	85	85

Cevada, grãos	Barley	grains	86.03	10	10	10
Polpa cítrica	Citrus	dried pulp	89.59	12	12	12
Girassol, farelo	Sunflower	meal	90.39	7	7	7
Mandioca, farelo	Cassava root	meal	87.70	8	8	8
Mandioca, silagem	Cassava	silage	24.99	60	60	60
Milheto, silagem	Millet	silage	26.49	80	80	80
Milho, silagem	Corn	silage	31.15	85	85	85
Milho, grãos	Corn	grains	87.94	25	25	25
Milho, farelo de gluten	Corn gluten meal	meal	88.84	80	80	80
Palma Forrageira	Cactus	forage	11.78	15	15	15
Soja, grãos	Soybean	seeds	90.95	10	10	10
Soja, casca	Soybean	hulls	90.08	8	8	8
Soja, farelo	Soybean	meal	88.61	20	20	20
Sorgo, grãos	Sorghum	grains	88.03	20	25	25
Sorgo, silagem	Sorghum	silage	28.08	80	80	80

DM = *Dry matter* (matéria seca)

2.7 Referências Bibliográficas

EMBRAPA Caprinos e Ovinos. Boletim do Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos [recurso eletrônico] - n. 1, (out. 2017) – Dados eletrônicos. Sobral, CE : Embrapa Caprinos e Ovinos, 2017. Disponível: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/165640/1/CNPC-2017-Boletim-CIM.n1.pdf>

CNA. Ovinos e caprinos: Balanço 2017. Disponível em: <http://www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/ovinos_caprinos_balanco_2017.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2018

FAO, 2007. The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. Barbara Rischkowsky & Dafydd Pilling, Rome.

Facó, O., Lôbo, R.N.B., Gouveia, A.M.G., Guimarães, M.P.S.L.M.P., Fonseca, J.F., dos Santos, T.N.M., da Silva, M.A.A., Vasques, L.C.V., 2011. Breeding plan for commercial dairy goat production systems in southern Brazil. Small Rumin. Res. 98, 164–169.

FERREIRA, M. I. C. ; MORAIS, O. R. . Potencialidades e situação atual da ovinocultura leiteira no Brasil.. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RUMINANTES LEITEIROS, 2014, Uberlândia. Anais do I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RUMINANTES LEITEIROS. Uberlândia: UFU, 2014. p. 97-105

IBGE. Pesquisa Pecuária Municipal. 2016. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm>>. Acesso em: 07 mar. 2018

IBGE. Pesquisa Pecuária Municipal 2016. Tabela 3939: efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho, 1974 a 2016. [Rio de Janeiro, 2017e]. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2016>>. Acesso em: 07 mar. 2018

Lôbo, R.N.B., Facó, O., Lôbo, A.M.B.O., Villella, L.C.V., 2010. Brazilian goat breeding programs. Small Rumin. Res. 89, 149–154.

LÔBO, A.M.B.O.; LÔBO, R.N.B. , FACÓ, O. et al. Characterization of milk production and composition of four exotic goat breeds in Brazil. Small Ruminant Research, v.153, p.9-16, 2017.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of small ruminants. 2006, 362p.

VALADARES FILHO, S.C., MACHADO, P.A.S., CHIZZOTTI, M.L. et al. CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. Disponível em www.ufv.br/cqbal. Acesso em 20 de dez de 2017.

Juiz de Fora, 21 de maio de 2018.

Mariana Magalhães Campos

Mariana Magalhães Campos
Pesquisadora da Embrapa Gado Leite

9. APÊNDICE II - RELATÓRIO TÉCNICO FINAL: AVES E SUÍNOS

Referente ao Contrato prestação de serviços técnicos especializados celebrado entre a Syngenta, Embrapa e a Fapeagro

MONOGÁSTRICOS

Principais ingredientes, aspectos nutricionais e consumo alimentar

1. EVOLUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA SUINOCULTURA E AVICULTURA BRASILEIRA

1.1 Suinocultura

A suinocultura brasileira pode ser categorizada em dois segmentos: a industrial e a de subsistência. A primeira é aquela que se caracteriza por adotar os mais modernos padrões técnicos de produção (manejo, genética, nutrição e sanidade) e é aquela que gera os maiores volumes de carne consumidos dentro e fora do país. Já suinocultura de subsistência visa essencialmente atender o consumo de carne familiar (MIELE et al., 2011). Em vista do rigor cada vez maior por parte dos órgãos de vigilância sanitária, este segmento tende a desaparecer ao longo dos anos ou migrar para uma organização de pequeno porte de base agroecológica, porém sob controles sanitários mais rígidos, sendo inspecionados pela vigilância sanitária municipal ou estadual.

Desta forma, o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) apresenta na Tabela 1 os rebanhos estimados para o ano de 2016 em cada região. Aproximadamente 50% do rebanho suíno situa-se na região Sul, seguido pela região Sudeste com 16,94%, Centro-Oeste com 14,92%, Nordeste com 14,60% e Norte com 3,61%. Entretanto, este rebanho representa o volume total de cabeças, independentemente de seu nível tecnológico (IBGE, 2016). Um indicativo da baixa eficiência produtiva em algumas regiões é a relação reprodutora: população total, onde, por exemplo, na região Norte 6,83% das reprodutoras correspondem por 3,61% da população nacional (relação 1,89:1) a medida que na região Sul, que adota um padrão tecnológico de produção maior esta relação é de apenas 0,79:1. Esta diferença deve ser considerada em estudos que visam

estabelecer um diagnóstico da suinocultura industrial, aquela que realmente gera os volumes de alimentos consumidos dentro e fora do país.

Industrialmente, a suinocultura no Brasil, é representada pela ABPA (Associação Brasileira de Proteína Animal), que realiza diagnósticos muito precisos, graças a sua intensa articulação com os representantes da cadeia produtiva, tanto dentro quanto fora da porteira, bem como com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Com base nos relatórios anuais elaborados pela ABPA, em 2017, igualmente pode-se observar a mesma distribuição geográfica da suinocultura apresentada anteriormente (Figura 1), indicando que 69,3% dos abates com inspeção federal acontecem nos três estados do Sul, seguido pelo Sudeste com 16,27% e Centro Oeste com 14,3% (ABPA, 2017). As empresas que estão diretamente ligadas a estes plantéis, na modalidade de integração, são as mesmas nas diversas regiões, portanto, seguem os mesmos modelos de produção animal.

Tabela 1. Distribuição dos plantéis de suínos no Brasil. Efetivo de rebanho de suínos (cabeças) conforme estimado pelo IBGE.

	Ano x Tipo de rebanho		%	
	2016		2016	
	Suíno - total	Suíno - matrizes de suínos	Suíno - total	Suíno - matrizes de suínos
Brasil, Grande Região e Unidade da Federação				
Brasil	39950320	4822450		
Norte	1441387	329405	3,61	6,83
Nordeste	5833845	1145275	14,60	23,75
Sudeste	6766278	728147	16,94	15,10
Sul	19946370	1913947	49,93	39,69
Centro-Oeste	5962440	705676	14,92	14,63
TOTAL	39950320	4822450	100	100

Fonte: (IBGE, 2016).

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
*Abates com SIF

Fonte: (ABPA, 2017).

Figura 1. Comparativo dos abates de suínos realizados no ano de 2016.

No que se refere as origens dos volumes de carne suína exportada, a região Sul é a que predomina com 81,3%, seguida pelas regiões Centro Oeste com 15,12% e Sudeste com 3,58% (ABPA, 2017). Esta distribuição é bem conhecida, considerando os plantéis industriais que seguem um conjunto similar de práticas de nutrição, manejo, adoção de genéticas de elevado padrão de desempenho e preceitos de biossegurança.

Assim, segundo a CIAS (Central de Inteligência de Aves e Suínos) da Embrapa, em 2017 a distribuição da suinocultura brasileira está distribuída em todo território nacional conforme Figura 2 (EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 2017). Com base neste conjunto de dados, a região Sul corresponde a 67,04% dos abates, seguida pelo Sudeste com 17,75% e Centro-Oeste com 14,29%. Estas três regiões apresentam semelhança quanto as características tecnológicas, tais como padronização de instalações de criação, perfil nutricional das dietas, critérios de manejo, base genética, dentre outros. Porém, quando se comparam os efetivos registrados no ano de 2000 frente ao ano de 2016, fica evidente a expansão da atividade no Centro-Oeste e uma redução na região Sul. Essa tendência

deverá seguir ao longo dos anos, impulsionada pela expansão da oferta de grãos no Centro Oeste, uma vez que 65 a 68% do custo de produção dos suínos são oriundo do custo alimentar. A velocidade de ampliação da atividade naquela região estará diretamente relacionada com as melhorias de infraestrutura na região, como oferta e preço de energia elétrica, rodovias, hidrovias e outros.

Abates de suínos no Brasil

*Em mil toneladas e crescimento entre 2000 e 2016, por regiões
*Fonte: IBGE

Fonte: (EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 2017).

Figura 2. Distribuição dos abates de suínos no Brasil.

Com base nesta distribuição geográfica e sabendo-se da padronização das práticas de produção, pode-se conduzir um levantamento quanto as práticas de alimentação animal no Brasil bastante assertivo, de modo que possa se inferir sobre este tema com um elevado nível de confiabilidade.

1.2 Avicultura de corte

De acordo com Mendes e Saldanha (2004) no Brasil, a avicultura industrial teve início com a importação de linhagens híbridas na década de 1960. Naquela época, as empresas produtoras eram pequenas e a maioria delas comercializava aves vivas para

pequenos abatedouros que por sua vez abasteciam mercados locais e regionais. O maior desafio naquele momento era a deficiência da cadeia de frio e a preferência do consumidor, com predileção para aves vivas ou apenas resfriadas. Posteriormente, a atividade de avicultura de corte sofreu diversas mudanças tecnológicas que culminou com a atual avicultura de corte, reconhecida mundialmente.

1.2.1 Frangos de corte

Segundo Mendes (2014), em 2013 foram produzidas 12,3 milhões de toneladas de carne das quais 3,9 milhões foram exportadas para 155 países, gerando uma receita de 8,5 bilhões de dólares. A atividade emprega 3,5 milhões de pessoas na cadeia de produção, sendo 350 mil apenas no setor de abate e processamento. No campo são mais de 130 mil famílias proprietárias de granjas avícolas, que produzem em um sistema totalmente integrado com as agroindústrias, produtoras e exportadoras.

Ainda segundo Mendes (2014), a produção está localizada predominantemente nas regiões sul e sudeste, mas novos polos de produção estão em franco desenvolvimento no centro-oeste e mesmo na região nordeste do país.

O marco mais relevante da evolução da avicultura de frangos de corte ocorreu nos anos 70, quando a Sadia implantou o sistema integrado de produção de frangos no Estado de Santa Catarina, tomando como base, o modelo em uso nos EUA, desde a década de 40. A estrutura fundiária existente na região, baseada na pequena propriedade, fez com que o sistema se tornasse amplamente adotado. Este fato implicou com que outras empresas, mesmo até o momento dedicadas a suinocultura, entrassem no mercado de aves, como foi o caso da Perdigão e Seara (MENDES, 2014).

Dessa forma, a integração é um acordo de parceria que estabelece um sistema de colaboração mútua entre a empresa e o produtor, que firmam entre si um contrato que define a obrigação das partes. A individualidade econômica é mantida e o sistema é chamado vertical porque todos os processos ou operações da produção tem uma única coordenação administrativa, assegurando assim, um sistema padronizado de produção (MENDES, 2014).

Segundo a ABPA (2017), o país produziu 12,9 milhões de toneladas de carcaças de frangos, sendo 66% destinados ao consumo interno. Conforme ilustrado na Figura 3 a

criação se concentra nos estados da região Sul, onde o Paraná é o maior produtor (33,46%), seguido por Santa Catarina (16,06%) e Rio Grande do Sul (14,11%), totalizando 63,63% da produção nacional. São Paulo e Minas Gerais contribuem com mais 9,33% e 7,88%, respectivamente, e assim somados a produção da região Sul, representam 80,84%. A região Centro Oeste contribui com 13,98%, sendo o Mato Grosso responsável por 4,21%, Mato Grosso do Sul por 3,06%, Goiás por 6,71% e o Distrito Federal por 1,18%. Os restantes 4 % estão distribuídos pelos estados das regiões Nordeste e Norte.

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Fonte: (ABPA, 2017).

Figura 3. Abate de frangos de corte por unidade federativa no Brasil, em 2016.

1.2.2 Perus

A criação de perus, em escala comercial ou doméstica, é uma atividade que exige alto investimento e que pode ser exercida por criadores sem muita experiência. Dedicção constante, boa higiene, alimentação adequada e boas condições de manejo são cuidados

indispensáveis. Na prática, a maior dificuldade de criar essas aves é no período entre três e seis meses de vida, quando são extremamente sensíveis. Passado esse período, tornam-se rústicas e resistentes (MEIRA et al., 2009).

O Brasil é o 3º maior produtor e exportador mundial de carne de perus. Figuram nas primeiras posições Estados Unidos da América e a União Europeia com a soma de seus 27 membros, tanto em produção quanto em exportação. No ano de 2011 foram produzidas no Brasil 305 mil toneladas, sendo 84% destinadas aos produtos “*in natura*” e 16% para produtos industrializados. Deste total, 141 mil toneladas foram exportadas. Embora neste ano tenha ocorrido queda de 10,7% nas exportações, a receita cambial ainda apresentou incremento de 4,7%, chegando a US\$ 444,6 milhões (UBABEF, 2012). A produção intensiva e comercial de perus ocorre através de vários segmentos e é mais complexa quando comparada à de frangos de corte. Depender de inseminação artificial nos sistemas de produção de ovos férteis nos avozeiros e matrizeiros é um exemplo da complexidade relacionada a esta cadeia produtiva. Otimizar esta atividade no sentido de propiciar melhorias nos índices zootécnicos e de rendimento ao abate pode resultar em maiores receitas e ganhos para toda a cadeia produtiva.

Na prática o sistema de produção de perus propõe um sistema inteligente e dinâmico de criação. O sistema inicia no Sistema Iniciador de Perus (SIP), com o integrado recebendo o peruzinho com um dia de vida já vacinados e sexados, permanecendo no integrado por aproximadamente 30 dias, quando os perus são transferidos para o Sistema Terminador de Perus (STP), permanecendo 90 dias (fêmeas) ou 120 dias (machos), sendo posteriormente destinados ao abate em frigorífico dedicado.

De acordo com reportagem publicada em 02 de janeiro de 2017, pelo Jornal O Presente Rural, o Brasil tem 7% da produção mundial de perus. A maior concentração desta atividade está localizada no Estado do Paraná, na cidade de Francisco Beltrão (PRODUÇÃO..., 2017).

Ainda segundo este veículo (PRODUÇÃO..., 2017), mais de 30% da produção nacional é destinada à exportação. O desafio do setor é ampliar o mercado doméstico, que consome apenas 1,7 quilo de peru per capita por ano, bem diferente do “primo rico”, o frango (45 quilos/per capita/ano).

Segundo a ABPA, em 2014 o país produziu 327 mil toneladas - dados mais recentes consolidados. A criação se concentra nos estados de Goiás (19,14%), Minas Gerais (9,24%), Santa Catarina (24,75%), Paraná (29,31%) e Rio Grande do Sul (17,56%) (Figura 4). No país, conforme a ABPA, são aproximadamente 2,5 mil produtores e cinco centros industriais, sendo que estes centros são de apenas duas empresas, a BRF com 82% da produção nacional e a Seara com os restantes 18%. Assim, o padrão tecnológico de produção é muito uniforme, e permite inferir com boa assertividade, aspectos relacionados a nutrição, manejo, sanidade e genética.

Fonte: (ABPA, 2015).

Figura 4. Distribuição dos plantéis de perus abatidos no Brasil, no ano de 2014.

1.3 Postura comercial

Não existe evidência da existência de aves domésticas nas Américas antes da chegada de Colombo. Acredita-se que em sua segunda viagem em 1493, o navio de Colombo transportou para o “novo mundo” os primeiros galináceos parentes das atuais galinhas poedeiras de hoje. Linhagens originárias da Ásia. Entre 1920 e 1930, a produção

de ovos era feita em quintais. Muitos fazendeiros tinham galinhas para suprir as necessidades de suas próprias famílias e vendiam o excedente nos mercados locais. Uma vez que a venda de ovos se tornou mais rentável, alguns fazendeiros começaram a construir galpões para abrigar lotes de 400 galinhas.

No início dos anos 60, tecnologia mais avançada e equipamentos mais sofisticados tornaram as pequenas fazendas de postura em operações comerciais de grande escala.

Investimentos para melhoria da saúde das aves, sistema de alimentação, levou ao desenvolvimento de sistemas para automatizar a coleta dos ovos. Com o desenvolvimento da automação, da melhoria da saúde e alimentação balanceada para as poedeiras, os custos foram reduzidos e resultaram em produto mais nutritivo, uniforme e mais barato para o consumidor.

Na atualidade, com base nos relatórios anuais elaborados pela ABPA, em 2017, pode-se observar a distribuição geográfica da avicultura tecnificada de postura (Figura 5), indicando que na região Sudeste estão alojados os maiores plantéis de poedeiras (54,57%), seguido pelas regiões Nordeste (14,32%), Sul (13,22%), Centro-Oeste (11,65%) e Norte (1,24%), restando 5,02% de produção distribuída entre pequenas propriedades disseminadas em todo o território nacional.

Segundo a ABPA (2017), o país produziu em 2016, 39,1 bilhões de ovos, sendo 99,57% destinados ao consumo interno.

Ao analisarmos a evolução da atividade de 2000 até 2016, tomando como base os dados apresentados pela Embrapa, através da sua Central de Inteligência para Aves e Suínos (CIAS), Figura 6, a atividade apresentou crescimento de 86% ao longo deste período.

Fonte: ABPA, 2017.

Figura 5. Distribuição dos plantéis de aves de postura no Brasil, em 2016.

Produção de ovos no Brasil

*Em milhões de dúzias e crescimento entre 2000 e 2016, por regiões
*Fonte: IBGE

Fonte: (EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 2017).

Figura 6. Produção de ovos no Brasil, nos anos de 2000 e 2016 (CIAS, 2017).

2. ALIMENTOS E ALIMENTAÇÃO

2.1 Caracterização das dietas industriais para monogástricos

As rações utilizadas são a base de milho e farelo de soja, sendo que o milho representa 60 a 65% das rações (MENDES, 2014). Butulo, (2010), relata que o farelo de soja representa 70% da proteína da dieta de aves, impulsionado pelo fato do Brasil ser o segundo maior produtor mundial de soja. Assim, estas duas matérias primas constituem entre 80 a 90% das dietas de aves. Contudo, no Brasil existem também outras culturas representativas do ponto de vista de volume de produção, e assim, diretamente ou seus co-produtos podem compor as dietas dos suínos e aves.

De acordo com a Tabela 2, extraída do relatório anual do IBGE, 2017, observa-se as principais culturas produzidas no território nacional e seus volumes de produção.

Constata-se que milho e soja são os produtos dominantes nesta relação, com um volume de produção na safra 2017 de 88.014.130 e 107.039.408 de toneladas, respectivamente. Portanto, é natural que estes dois produtos sejam a base alimentar das atividades pecuárias do Brasil. Existem outros cereais que contribuem em menor grau como, por exemplo, derivados de algodão, trigo, arroz, milheto, sorgo. Para as cadeias integradas de produção de aves e suínos, em vista da escala de produção e organização, pequenos volumes, disponíveis de forma esporádica e que apresentem restrições quanto a sua conservação ou transporte, demandando cuidados ou ações especiais, não são utilizadas na produção industrial e são destinadas para atividades de menor volume e mais versáteis quanto a sua capacidade de captação e aproveitamento, como é o caso da bovinocultura ou suinocultura/avicultura familiar de pequena escala. Desta forma, a base alimentar da produção industrial de suínos e aves (próximo de 80% para aves de produção de ovos e 90% para frangos de corte e suínos) consiste no uso de milho como alimento energético e de derivados da soja como fonte proteica. Ainda compõem as dietas fontes de minerais, vitaminas, aminoácidos, gorduras e aditivos alimentares. Eventualmente, parte da fonte proteica (derivado de soja) pode ser suprida através do uso de farinhas de origem animal, tais como farinha de carne e ossos de origem bovina ou suína, ou farinha de víscera de aves ou ainda farinha de penas e sangue de aves. Neste caso, a inclusão deste tipo de matérias-primas de origem animal, somadas, não ultrapassam a 12% da dieta, em média.

Assim, ingredientes de disponibilidade regional, comuns na região Norte e Nordeste, são de baixo volume e aproveitadas localmente, em atividades familiares, sem relevância para o grande volume industrial e produção nacional.

Também é importante ressaltar que cereais como milho, trigo, arroz e outros podem ser industrializados de forma a gerar co-produtos aplicados a nutrição animal. No caso do milho existem diversos co-produtos como por exemplo: gérmen de milho, glúten de milho com níveis de proteína variando de 20 a 60%, milho pré-cozido, milho degerminado, milho laminado, etc. Ainda de forma incipiente, mas com forte potencial de crescimento deverá surgir o DDGS (*Dried Destillers Grain with Solubles*) sigla adotada no Brasil a partir dos Estados Unidos, onde o uso de milho para a produção de etanol (biocombustível) é expressiva, e que no Brasil ainda é economicamente menos competitivo em relação ao etanol de cana de açúcar (REGINA, 2010).

No caso de cereais de inverno (trigo, cevada, triticales, aveia) existem sistematicamente um volume de co-produtos absorvido pela cadeia de nutrição animal, como o farelo de trigo, muito comum na suinocultura e avicultura de produção de ovos. Trigo de baixo padrão industrial, que não serve para a fabricação de farinha de trigo, também poderá ser comercializado para consumo animal. No caso da cevada, que visa suprir a indústria cervejeira, da mesma forma, quando o cereal não atinge o padrão em decorrência de fatores climáticos ou agrônômicos (fitossanitários) acaba sendo direcionado para alimentação animal. O tritcale é menos freqüente, mas quando disponível igualmente é absorvido para indústria de alimentação animal (REGINA, 2010).

Para o arroz, diversos subprodutos resultantes do beneficiamento do grão podem ser utilizados na alimentação animal (REGINA, 2010). Os ingredientes mais comuns são:

- **Quirera de arroz:** composta por grãos quebrados gerados durante o beneficiamento, que não tem valor para consumo humano, mas que apresentam composição nutricional idêntica ao grão de arroz branco para consumo humano. Pode substituir parte do milho na dieta animal. É utilizado principalmente na indústria de alimentação para cães e gatos, mas também pode ser utilizado em dietas de leitões e aves.
- **Farelo de arroz integral:** resultante do polimento do grão de arroz sem a casca, e assim reúne o pericarpo que cobre o grão, o gérmen e pequenos fragmentos do grão e pequenas porções da casca que não puderam ser retiradas no descascamento. Apresenta elevado teor de gordura e rico em fósforo. Esta gordura é instável, passível de oxidação o que demanda uma logística eficiente para um rápido consumo. O teor de fibra deve ser controlado e dependendo de seu nível pode limitar seu uso na dieta de aves e suínos.
- **Farelo de arroz desengordurado:** que é o farelo acima descrito passando por um processo de extração de óleo de arroz, normalmente através do uso de solventes. É um ingrediente interessante para a avicultura de produção de ovos, suínos e ruminantes. Devido a extração do óleo, é bem mais estável para processos oxidativos comparativamente ao farelo integral.

- **Farelo de arroz integral parboilizado:** ingrediente idêntico ao farelo acima descrito, contudo o grão de arroz antes de seu polimento, passa por um processo de imersão em água aquecida, processo conhecido como parboilização. Apresenta uma pequena diferença na sua composição, especialmente no que se refere a teor de minerais.

2.2 Ingredientes com restrições fisiológicas

Na nutrição animal, do ponto de vista fisiológico, existem ingredientes que não apresentam limitação de uso, como por exemplo, o milho, o arroz e o sorgo. Já o grão de soja, no caso da produção de suínos e aves não pode ser utilizado da forma original, sendo necessária sua industrialização, necessariamente passando por um tratamento térmico. Este tratamento térmico é fundamental por inativar alguns compostos naturalmente presentes no grão de soja, conhecidos como fatores inibidores de tripsina, que afetam o pâncreas das aves e suínos, implicando em baixa eficiência de aproveitamento da proteína dos alimentos, com perda no desempenho zootécnico, causando transtornos digestivos (diarréia) podendo levar a morte. Assim, surgiu um complexo industrial do grão de soja ao longo de décadas, com seus processos muito bem estabelecidos, e que via de regra, industrializam o grão de soja resultando em farelo de soja e óleo de soja. O farelo é utilizado essencialmente na alimentação animal, embora haja uma pequena fração que sofre processos mais sofisticados de industrialização gerando alimentos de valor agregado como proteínas isoladas de soja, com aplicação tanto para alimentação animal quanto humana.

Já cereais como o trigo, triticale e algodão contêm um nível elevado de fibras que podem atrapalhar o processo digestivo e a saúde intestinal de aves e suínos. Assim, de acordo com a idade dos animais, sendo jovens mais sensíveis, existem limites quanto ao uso destes ingredientes e seus co-produtos na alimentação de suínos e aves. Contudo, em vista de seu custo são atrativos e através do conhecimento gerado por meio de pesquisas, o seu uso é frequente, respeitando limites de inclusão estabelecidos como fisiologicamente saudáveis.

O girassol, cultivado principalmente na região Centro-Oeste, é produzido essencialmente para a extração de óleo obtendo-se o farelo de girassol como co-produto,

cuja destinação é para alimentação animal. O processo de extração de óleo pode dar-se com a semente íntegra (com casca) ou descascada, o que implica nas características do farelo de girassol, resultando assim, farelo de girassol com teores distintos de proteína e fibra. O farelo obtido com a semente descascada permite obter um farelo com proteína entre 36 e 40% e fibra bruta máxima de 20% que é destinado para alimentação de aves e suínos. Já o farelo obtido com sementes não descascadas resulta em farelos com proteína bruta não superior a 28% e teor de fibra bruta na faixa de 25 a 30%, e pelo elevado teor de fibras, destina-se a nutrição de ruminantes (REGINA, 2010).

O farelo de algodão tem sido avaliado como ingrediente para aves e suínos. Contudo no interior de suas sementes existe um composto denominado de gossipol, tóxico para suínos e aves, e que impede a absorção de nutrientes, especialmente o aminoácido lisina e o mineral ferro. Portanto, as novas variedades de algodão tendem a apresentar menor teor deste composto e que agregado a processos de processamento das sementes, reduzem significativamente os riscos de uso para monogástricos.

As Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos editada pela UFV em 2011 sob coordenação do Professor Rostagno, resumizam de forma clara os limites aceitáveis de cada matéria prima nas dietas de aves e suínos de acordo com sua fase de desenvolvimento (ROSTAGNO, 2011).

2.3 Disponibilidade regional de alimentos

Em vista de aspectos culturais, existem de forma muito localizada e em volumes reduzidos e esporádicos, ingredientes passíveis de uso na alimentação animal. Entretanto, este volume é absorvido essencialmente para as atividades de subsistência, como descrito anteriormente.

Dentre os alimentos com disponibilidade regional (KRABBE; SUREK, 2013), podem-se citar:

Mandioca e seus derivados, disponíveis no norte, nordeste e sul do Brasil. Os tubérculos são utilizados para a obtenção industrial de amido de mandioca (fécula) e a farinha de mandioca integral, ambas com interesse para consumo humano. Do beneficiamento da planta sobram partes passíveis para consumo animal, como a parte aérea desidratada, farelo da raspa de mandioca e eventualmente o farelo da mandioca integral.

O Babaçu, outra cultura do Norte e Nordeste brasileiro, é uma palmácea que produz frutos comestíveis e suas sementes, ricas em óleo, são utilizadas para extração do óleo, restando a torta ou farelo de babaçu utilizado na alimentação animal (REGINA, 2010).

Existe ainda o farelo de coco, no Nordeste, que é produzido a partir da polpa seca do coco, pós-extração do óleo. É rico em fibras e pobre em aminoácidos, especialmente os sulfurados (REGINA, 2010).

Contudo, em vista da baixa representatividade (volumes reduzidos) nas dietas de aves e suínos, estes ingredientes não foram considerados neste estudo.

2.4 Matéria seca dos ingredientes para alimentação de aves e suínos

De acordo com (COMPÊNDIO..., 2017), os principais regulamentos que recaem sobre o setor de alimentação animal são elaborados e legislados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). A lei N° 6.198 de 26 de dezembro de 1974 é a referência regulatória base para o setor, seguida de sua regulamentação, o Decreto N° 6.296, de 11 de dezembro de 2007, que por sua vez, traz mais detalhes sobre inspeção e fiscalização da produção, do comércio e do uso de produtos destinados à alimentação animal (BRASIL, 1974).

Com base nesta legislação, o Sindirações (Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal) elaborou um importante documento que é o Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (CBAA), que serve como base referencial para assegurar aspectos de garantia de produção de alimentos seguros e tecnologicamente competitivos globalmente. Desta forma o CBAA foi o referencial para a coleta de dados de matéria seca dos diferentes alimentos utilizados na produção de aves e suínos no Brasil considerados neste trabalho, Tabela 2.

Tabela 2. Teores de matéria seca (MS) estabelecidos como comercialmente adotados em diferentes matérias primas utilizadas para alimentação de aves e suínos no Brasil.

Ingrediente	Umidade, máx (%)	% MS	Referências
Farelo de algodão	12,00	88,00	COMPÊNDIO..., 2017
Açúcar	10,00	90,00	
Amendoin, farelo	12,00	88,00	
Arroz quirera, grãos	12,00	88,00	
Arroz, farelo	13,00	87,00	
Arroz, farelo desengordurado	11,00	87,00	
Canola, farelo	12,00	88,00	
Soja, gordura vegetal	1,00	99,00	
Girassol, farelo	12,00	88,00	
Milho, grãos	14,00	86,00	
Milho, farelo de gluten	12,00	88,00	
Milho, germem	12,00	88,00	
Soja, casca	12,00	88,00	
Milheto, grão	13,00	87,00	
Soja, farelo	12,00	88,00	
Soja, grão tostado	7,50	92,50	Rostagno, 2017 ²
Soja, grão extrusado	12,00	88,00	COMPÊNDIO..., 2017
Soja, grão micronizado	6,00	94,00	
Sorgo, grãos	13,00	87,00	
Trigo, farelo	13,50	86,50	
Cevada, grãos	14,00	86,00	
Aveia, grãos	14,00	86,00	
Trigo, grãos	13,00	87,00	
Triticale, grãos	13,00	87,00	

¹ Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal; ² Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos.
MS= matéria seca.

2.5 Limites de uso de ingredientes de origem vegetal para alimentação de aves e suínos

No Brasil, a principal referência quanto a níveis máximos e práticos (usuais) de ingredientes em dietas de aves e suínos, são as Tabelas Brasileiras para Aves e Suíno. O

Brasil teve nas décadas de 70, 80 e 90 um expressivo volume de pesquisas práticas estudando os níveis ótimos de ingredientes nacionais em dietas de aves e suínos. Essas pesquisas foram conduzidas em diversas instituições de pesquisa e ensino, como as universidades e a Embrapa. Simultaneamente, também foram geradas informações fora do país. Na Tabela 3, a seguir, estão sumarizadas informações coletadas nas diversas fontes para aves. Em particular, para perus, não foram encontrados dados nacionais. Dessa forma, os dados apresentados se basearam em contatos diretamente com nutricionistas especializados nesta espécie animal, normalmente por contato telefônico, na experiência pessoal e em referências internacionais. As compilações dessas informações são coerentes e retratam a realidade nacional. Na Tabela 4, estão apresentados os limites máximos de inclusão de matérias primas em dietas de suínos, de acordo com diferentes fontes de informação. Em todos os casos, existem algumas diferenças entre as fontes de informação. Por se tratar de um estudo que retrata a realidade brasileira, optou-se por adotar os dados propostos por Rostagno (2011) e Rostagno (2017). Com base na experiência técnica, estes dados são mais próximos da realidade brasileira.

Tabela 3. Níveis recomendados de ingredientes de origem vegetal (máxima porcentagem na dieta total, em base natural) para aves de acordo com diferentes fontes de informação.

Ingrediente	Frangos (% na dieta)	Poedeiras/ Reprodutoras (% na dieta)	Perus (% na dieta)	Referências
Milho, grãos	Sem restrição	Sem restrição	-	Alternative... (2017)
	60	70	-	Leeson e Summers (2005)
	65	65	65*	Rostagno (2017)
	-	-	Sem restrição	Feeding... (2013)
Farelo de soja	30	30	-	Leeson e Summers (2005)
	35	30	35*	Rostagno (2017)
	-	-	50	Feeding... (2013)
Farelo de amendoim	10	10	10*	Rostagno (2017)
Farelo de arroz integral	10	40	-	Alternative... (2017)
	20	25	-	Leeson e Summers (2005)
	12	12	12*	Rostagno (2017)
Farelo de arroz desengordurado	10	40	-	Ravindran (2013)
	8	10	10*	Rostagno (2017)

Ingrediente	Frangos (% na dieta)	Poedeiras/ Reprodutoras (% na dieta)	Perus (% na dieta)	Referências
Quirera de arroz	15	25	-	Leeson e Summers (2005)
	65	65	65*	Rostagno (2017)
Farelo de algodão	10	10	-	Alternative... (2017)
	15	20	-	Leeson e Summers (2005)
	7	8	8*	Rostagno (2017)
Farelo de canola	10	5	-	Alternative... (2017)
	8	8	-	Leeson e Summers (2005)
	5	4	4*	Rostagno (2017)
Farelo de Girassol	10	10	-	Alternative... (2017)
	15	15	15*	Rostagno (2017)
	-	-	10	Feeding... (2013)
Milheto, grãos	30	50	-	Ravindran (2013)
	45	45	45*	Rostagno (2017)
Gluten de milho	5	10	-	Alternative... (2017)
	15	20	-	Leeson e Summers (2005)
	8	12	8*	Rostagno (2017)
	-	-	5	Feeding... (2013)
Germen de milho	20	20	20*	Rostagno (2017)
Casca de soja	0	5	0*	Rostagno (2017)
Soja, grão tostado	20	30	-	Leeson e Summers (2005)
	-	-	50	Feeding... (2013)
	20	20	20*	Rostagno (2017)
Soja, grão extrusado	20	20	20*	Rostagno (2017)
	-	-	50	Feeding... (2013)
Soja, grão micronizado	20	20	15*	Rostagno (2017)
Gordura vegetal	7	7	7*	Rostagno (2017)
	7	7	-	Leeson e Summers (2005)
Sorgo, grão	Sem restrição	Sem restrição	-	Alternative... (2017)
	40	50	-	Leeson e Summers (2005)
	65	65	65*	Rostagno (2017)
	-	-	20	Feeding... (2013)
Trigo, grão	40	60	-	Leeson e Summers (2005)
	25	30	25*	Rostagno (2017)
			Sem restrição	Feeding... (2013)

Ingrediente	Frangos (% na dieta)	Poedeiras/ Reprodutoras (% na dieta)	Perus (% na dieta)	Referências
Farelo de trigo	5	10	-	Alternative... (2017)
	10	10	-	Leeson e Summers (2005)
	10	15	10*	Rostagno (2017)
	-	-	15	Feeding... (2013)
Cevada, grão	3	20	-	Alternative... (2017)
	30	40	-	Leeson e Summers (2005)
	35	35	35*	Rostagno (2017)
	-	-	25	Feeding... (2013)
Aveia, grão	15	25	-	Alternative... (2017)
	-	-	20	Feeding... (2013)
	30	30	30*	Rostagno (2017)
Triticale, grão	25	30	25*	Rostagno (2017)
	-	-	10	Feeding... (2013)

*Valores extrapolados a partir dos dados de frangos e poedeiras, validados junto a cadeia produtiva de perus.

Tabela 4. Níveis recomendados de ingredientes de origem vegetal (máxima porcentagem na dieta total, em base natural) para suínos de acordo com diferentes fontes de informação.

Ingrediente	Lactação/Gestação (% na dieta)	Crescimento/ Terminação (% na dieta)	Referências
Milho, grãos	80	80	Boggess et al., (2008)
	Sem restrição	Sem restrição	Reese et al., (2010)
	70	70	Rostagno, 2017
Farelo de soja	Sem restrição	Sem restrição	Reese et al., (2010)
	35	35	Boggess et al., (2008)
	25	20	Rostagno, 2017
Açúcar	10	10	Rostagno, 2017
Arroz, grão	40	40	Rostagno, 2017
Farelo de arroz integral	20	20	Rostagno, 2017
Farelo de arroz desengordurado	20	20	Rostagno, 2017
Farelo de algodão	10	10	Rostagno, 2017
Farelo de canola	15	15	Boggess et al., (2008)
	15	15-20	Reese et al., (2010)
	10	15	Rostagno, 2017

Ingrediente	Lactação/Gestação (% na dieta)	Crescimento/ Terminação (% na dieta)	Referências
Farelo de girassol	Sem restrição	Sem restrição	Reese et al., (2010)
	10	20	Boggess et al., (2008)
	20	18	Rostagno, 2017
Milheto, grãos	Sem restrição	Sem restrição	Reese et al., (2010)
	50	60	Rostagno, 2017
Gluten de milho	10-40	10-15	Reese et al., (2010)
	5-90	25	Boggess et al., (2008)
	8	10	Rostagno, 2017
Germen de milho	20-30	10-20	Reese et al., (2010)
	30	40	Rostagno, 2017
Casca de soja	30	10	Boggess et al., (2008)
	5-25	10	Reese et al., (2010)
	5	5	Rostagno, 2017
Soja, grão tostado	25	10	Boggess et al., (2008)
	30	20	Rostagno, 2017
Soja, grão extrusado	30	25	Rostagno, 2017
Soja, grão Micronizado	30	25	Rostagno, 2017
Sorgo, grãos baixo tanino	Sem restrição	Sem restrição	Reese et al., (2010)
	80	80	Boggess et al., (2008)
	70	70	Rostagno (2017)
Trigo, grãos	40	40	Boggess et al., (2008)
	10-30	25-35	Reese et al., (2010)
	35	35	Rostagno (2017)
Farelo de trigo	10-30	10-20	Reese et al., (2010)
	15	10	Boggess et al., (2008)
	15	15	Rostagno (2017)
Cevada, grãos	80	80	Boggess et al., (2008)
	Sem restrição	Sem restrição	Reese et al., (2010)
	40	40	Rostagno (2017)
Aveia, grãos	10-Sem restrição	35-40	Reese et al., (2010)
	20	20	Boggess et al., (2008)
	20	15	Rostagno (2017)
Triticale, grãos	40-Sem restrição	Sem restrição	Reese et al., (2010)
	25	77	Boggess et al., (2008)
	35	35	Rostagno (2017)

Ingrediente	Lactação/Gestação (% na dieta)	Crescimento/ Terminação (% na dieta)	Referências
Gordura vegetal	5	5	Rostagno (2017)
	6	6	Boggess et al., (2008)

Como pode ser observado nas Tabelas 3 e 4, os limites de inclusão dos ingredientes nas dietas de aves e suínos respeitam alguns limites, quando há aspectos fisiológicos ou metabólicos em questão. Contudo, quando este não for o caso, o que determina na maioria das vezes seu percentual de uso, é a conjuntura agronômica do país, ou seja, sua disponibilidade, custo e sazonalidade. Desta forma, considerando que as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos são constantemente revisadas e atualizadas, estas retratam com clareza as condições práticas do Brasil. Assim, para este estudo, a adoção desta fonte de informação é a que melhor se adequa com o propósito.

2.6 Estatísticas de ingredientes e rações para alimentação de aves e suínos

O Sindirações através do CBAA divulga importantes estatísticas embasadas em levantamentos junto aos seus associados, sistematicamente. Com base nessas informações, é possível elaborar um universo de informações relevantes para este estudo (COMPÊNDIO..., 2017).

O primeiro aspecto a ser considerado é o volume de alimentos (rações balanceadas) produzidos para cada espécie animal no Brasil (Tabela 5). Estes dados demonstram o quão representativo é o setor de frangos de corte e suínos, que juntos em 2017 devem ter representado 72% do volume total de alimento produzido no Brasil, como apresentado na Figura 7.

Tabela 5. Produção de rações (milhões de toneladas) produzidas no Brasil, no período 2015 a 2017, por categoria animal.

Segmento	2015 (toneladas)	2016 ¹ (toneladas)	2017 ² (toneladas)
Aves - Frangos de corte	32,400	32,100	33,100
Aves - Poedeiras	5,600	5,700	5,900
Suínos	15,800	16,400	16,900
Gado leite	5,810	5,640	5,900
Gado corte	2,730	2,540	2,600
Cães e Gatos	2,440	2,500	2,600
Equinos	0,580	0,580	0,600
Aquacultura - Peixes	0,835	0,840	0,920
Aquacultura - Camarões	0,105	0,085	0,089
Outros	0,830	0,831	0,856
Total rações	67,100	67,200	69,400

¹ – Estimativa; ²-Previsão.

Fonte: Adaptado de (COMPÊNDIO..., 2017).

Fonte: Adaptado de (COMPÊNDIO..., 2017).

Figura 7. Distribuição percentual com base na participação de cada espécie/categoria, no ano de 2016 (CBAA, 2017).

Considerando que 90% da composição do alimento final destinado a alimentação de aves e suínos é constituído pelos ingredientes listados na Tabela 2 e que estes apresentam matéria seca (MS) nunca inferiores a 86% e na média acima de 88%, é razoável assumir que as dietas de aves e suínos apresentam MS mínima de 88%. Os restantes 10% são fontes de minerais, vitaminas, aminoácidos e outros aditivos sintéticos, via de regra suplementados nas dietas de aves e suínos. Sua composição é bem conhecida e padronizada, em vista de seu processo fabril, sendo que sua matéria seca situa-se acima de 90%.

Pode-se dizer ainda que o Brasil elabora suas dietas a partir do perfil de cereais e leguminosas produzidas no país. Na tabela 6, com base no levantamento do IBGE, estão listadas as principais culturas produzidas no Brasil (IBGE, 2017). Ao analisarmos esta tabela, percebemos que o Brasil é essencialmente um país produtor de cana de açúcar (720 milhões de toneladas em 2017), soja (107 milhões de toneladas), milho (88 milhões de toneladas), mandioca (20 milhões de toneladas), laranja (14,5 milhões de toneladas) e arroz (11 milhões de toneladas). Destas culturas as que essencialmente abastecem a produção de suínos e aves são o milho e soja (nacionalmente), além do arroz (regionalmente).

Esta lógica é confirmada quando confrontada com a Tabela 7, editada pelo (COMPÊNDIO..., 2017), no CBAA. Nesta tabela pode ser observado que o milho e o farelo de soja são os principais ingredientes das dietas de aves e suínos, representando para frangos de corte (90,60%), poedeiras (83,90%), suínos (89,70%) e conjuntamente (89,63%). Como pode-se perceber, para o Sincronizações, em sua macroanálise, ingredientes vegetais alternativos ao milho e farelo de soja, aparecem em número reduzido de itens e volumes, o que retrata o quanto o país é grande geograficamente e o quanto disponibilidades regionais de ingredientes é pouco expressivo para a cadeia de aves e suínos.

Tabela 6. Comparativo entre as safras de 2016 e 2017: área, produção e rendimento médio do conjunto de unidades da federação com informações disponíveis, segundo os produtos agrícolas.

PRODUTOS AGRICOLAS	ÁREA (ha)			PRODUÇÃO (t)			RENDIMENTO MÉDIO (kg/ha)		
	SAFRA 2016	SAFRA 2017	VARIAÇÃO %	SAFRA 2016	SAFRA 2017	VARIAÇÃO %	SAFRA 2016	SAFRA 2017	VARIAÇÃO %
TOTAL	73 896 276	76 404 543	3.4	..	..	..	..	..	..
ABACAXI	68 618	61 522	-10.3	1 756 359	1 605 015	-8.6	25 596	26 088	1.9
ALGODÃO HERBÁCEO (em caroço) ..	974 997	964 073	-1.1	3 373 585	3 724 363	10.4	3 460	3 863	11.6
ALHO	11 333	10 893	-3.9	130 407	118 656	-9.0	11 507	10 893	-5.3
AMENDOIM (em casca) - TOTAL ..	133 786	136 050	1.7	442 725	438 033	-1.1	3 309	3 220	-2.7
AMENDOIM (em casca) 1ª safra ..	123 098	122 501	-0.5	422 934	411 178	-2.8	3 436	3 357	-2.3
AMENDOIM (em casca) 2ª safra ..	10 688	13 549	26.8	19 791	26 855	35.7	1 852	1 982	7.0
ARROZ (em casca)	1 939 104	1 963 019	1.2	10 583 585	11 639 426	10.0	5 458	5 929	8.6
AVEIA (em grão)	336 070	335 778	-0.1	865 628	688 142	-20.5	2 576	2 049	-20.5
BAHIA	474 054	477 261	0.7	6 962 134	6 778 043	-2.6	14 686	14 202	-3.3
BATATA-INGLESA - TOTAL	134 243	131 768	-1.8	3 935 438	3 907 503	-0.7	29 316	29 654	1.2
BATATA-INGLESA 1ª safra	65 225	65 990	1.2	1 848 086	1 925 069	4.2	28 334	29 172	3.0
BATATA-INGLESA 2ª safra	41 027	41 675	1.6	1 143 683	1 172 118	2.5	27 876	28 125	0.9
BATATA-INGLESA 3ª safra	27 991	24 103	-13.9	943 669	810 316	-14.1	33 713	33 619	-0.3
CACAU (em amêndoas)	707 169	697 190	-1.4	214 741	274 874	28.0	304	394	29.6
CAFÉ (em grão) - TOTAL	2 000 670	1 892 120	-5.4	3 054 674	2 686 584	-12.1	1 527	1 420	-7.0
CAFÉ (em grão) - ARÁBICA ...	1 569 566	1 485 077	-5.4	2 586 188	2 165 927	-16.3	1 648	1 458	-11.5
CAFÉ (em grão) - CANEPHORA ..	431 104	407 043	-5.6	468 486	520 657	11.1	1 087	1 279	17.7
CAÑA-DE-AÇÚCAR	9 589 974	9 558 066	-0.3	728 529 485	719 853 305	-1.2	75 968	75 314	-0.9
CASTANHA-DE-CAJU	562 426	607 379	8.0	79 765	118 004	47.9	142	194	36.6
CEROLA	56 169	55 256	-1.6	1 563 986	1 563 533	-0.0	27 844	28 296	1.6
CENTEIO (em grão)	3 314	3 376	1.9	6 409	5 933	-7.4	1 934	1 757	-9.2
CEVADA (em grão)	89 141	99 388	11.5	366 110	325 727	-11.0	4 107	3 277	-20.2
COCO-DA-BAIA	234 705	241 990	3.1	1 754 425	1 721 451	-1.9	7 475	7 114	-4.8
FEIJÃO (em grão) - TOTAL	2 599 086	3 078 236	18.4	2 571 665	3 387 228	31.7	989	1 100	11.2
FEIJÃO (em grão) 1ª safra ..	1 409 062	1 744 010	23.8	1 128 932	1 583 352	40.3	801	908	13.4
FEIJÃO (em grão) 2ª safra ..	995 798	1 143 250	14.8	969 718	1 332 429	37.4	974	1 165	19.6
FEIJÃO (em grão) 3ª safra ..	194 226	190 976	-1.7	473 015	471 447	-0.3	2 435	2 469	1.4
FUMO (em folha)	375 228	393 151	4.8	675 080	845 691	25.3	1 799	2 151	19.6
GIRASSOL (em grão)	60 937	58 161	-4.6	77 880	82 355	5.7	1 278	1 416	10.8
GUARANÁ	11 848	11 499	-2.9	3 686	3 280	-11.0	311	285	-8.4
LARANJA	667 529	663 274	-0.6	15 983 273	14 653 571	-8.3	23 944	22 093	-7.7
MAÇÃ	34 399	34 960	1.6	1 064 708	1 147 782	7.8	30 952	32 831	6.1
MALVA (fibra)	9 464	3 334	-64.8	13 545	4 309	-68.2	1 431	1 292	-9.7
MAMONA (baga)	40 115	39 446	-1.7	22 096	19 883	-10.0	551	504	-8.5
MANDIOCA	1 546 391	1 401 234	-9.4	23 705 613	20 901 444	-11.8	15 330	14 916	-2.7
MILHO (em grão) - TOTAL	15 083 216	16 630 460	10.3	63 350 487	88 014 130	38.9	4 200	5 292	26.0
MILHO (em grão) 1ª safra ...	5 014 169	5 631 245	12.3	24 319 708	29 662 612	22.0	4 850	5 268	8.6
MILHO (em grão) 2ª safra ...	10 069 047	10 999 215	9.2	39 030 779	58 351 518	49.5	3 876	5 305	36.9
PIMENTA-DO-REINO	25 620	24 650	-3.8	54 031	57 893	7.1	2 109	2 349	11.4
SISAL (fibra)	176 327	155 977	-11.5	132 920	113 081	-14.9	754	725	-3.8
SOJA (em grão)	33 092 376	33 708 401	1.9	95 753 265	107 039 408	11.8	2 894	3 175	9.7
SORGO (em grão)	583 318	657 888	12.8	1 168 904	1 893 862	62.0	2 004	2 879	43.7
TOMATE	58 548	58 611	0.1	3 737 925	3 787 324	1.3	63 844	64 618	1.2
TRIGO (em grão)	2 119 686	2 158 826	1.8	6 719 519	5 487 087	-18.3	3 170	2 542	-19.8
TRITICALE (em grão)	19 296	22 815	18.2	52 125	58 336	11.9	2 701	2 557	-5.3
UVA	77 119	68 491	-11.2	987 059	1 224 761	24.1	12 799	17 882	39.7

NOTA: PARA AS UNIDADES DA FEDERAÇÃO QUE, POR FORÇA DO CALENDÁRIO AGRÍCOLA, AINDA NÃO DISPÕEM DAS ESTIMATIVAS

INICIAIS, OS DADOS CORRESPONDEM A UMA PROJEÇÃO ORTIDA A PARTIR DAS INFORMAÇÕES DE ANOS ANTERIORES.

ABACAXI E COCO-DA-BAIA - PRODUÇÃO EM MIL FRUTOS E RENDIMENTO MÉDIO EM FRUTOS/ha.

CAFÉ (em grão) - TOTAL (ARÁBICA e CANEPHORA).

FONTE: GRUPO DE COORDENAÇÃO DE ESTATÍSTICAS AGROPECUÁRIAS - GCEA/IRGE, DIRETORIA DE PESQUISAS, COORDENAÇÃO DE AGROPECUÁRIA, EVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA.

Fonte: (IBGE, 2017).

Tabela 7. Demanda de ingredientes (mil toneladas) para alimentação de frangos de corte, poedeiras e suínos, no Brasil, no ano de 2016.

Ingrediente	Frangos de corte (toneladas)	Poedeiras (toneladas)	Suínos (toneladas)	Total
Milho	21.237.983 (66,1%)*	3.660.748 (64,4%)	11.077.180 (67,7%)	35.975.911 (66,4%)
Farelo de soja (base 46% PB)	7.874.545 (24,5%)**	1.107.600 (19,5%)	3.597.660 (22,0%)	12.579.805 (23,2%)
Trigo e derivados	0	7.339	32.706	40.045
Farinhas e gorduras de origem animal	1.928.460	254.113	784.944	2.967.517
Sorgo	420.950	20.669	230.879	672.498
Farelo de algodão (base 40% PB)	0	0	0	0
Calcário	160.705	454.400	196.236	811.341
Farelo glúten milho (base 21% PB)	55.579	1.335	0	56.914
Farelo glúten milho (base 60% PB)	0	1.454	0	1.454
Fosfato mono-bicálcico	32.141	113.622	147.177	292.940
Sal	122.136	19.884	81.765	223.785
Derivados de arroz, soja, cana, citrus	0	0	0	0
L-lisina HCl	84.456	6.744	43.521	134.721
Metionina	84.231	6.816	14.064	105.111
Soro de leite/lactose	0	0	68.514	68.514
Plasma	0	0	6.400	6.400
Premixes	139.813	25.276	71.953	237.042
Total	32.141.000	5.680.000	16.353.000	54.174.000

*Valor percentual da representação do milho na dieta final; ** Valor percentual da representação do farelo de soja na dieta final.

Fonte: Adaptado de (COMPÊNDIO..., 2017).

3. CONSUMO ALIMENTAR E PESO CORPÓREO

3.1 Suínos em terminação

A definição do peso ideal de abate faz parte das estratégias das empresas, embasada pela análise econômica e conjuntura de mercado. Assim, não são muitas as fontes científicas que apresentam informações industriais. Mas parece haver uma elevação do peso médio de abate de suínos, ao longo dos anos.

De acordo com Bertol et al., (2015), industrialmente, a idade média de abate dos animais gira em torno de 160 dias, com um consumo de alimento acumulado de 250 kg e com peso médio vivo de 115 kg. Este valor foi confirmado pela agroindústria através de contatos telefônicos, consultando a área técnica das principais empresas do setor.

Outra importante e atualizada fonte de informações são as tabelas de desempenho editadas pelas empresas fornecedoras das principais genéticas utilizadas no Brasil. Assim, com base na tabela de consumo alimentar editada anualmente pela empresa responsável pela principal genética de suínos em uso no Brasil, a Agrocere PIC (Tabela 8), é possível verificar o consumo semanal de ração ao longo do crescimento dos suínos. Este consumo acompanha o crescimento dos animais, ou seja, o maior consumo diário ocorrerá nos últimos dias de vida dos animais.

Tomando por base a Tabela 8 e considerando que realiza-se o abate de suínos com peso vivo médio de 115 kg, este peso é alcançado por machos com 154 dias (22 semanas) e fêmeas com 161 dias (23 semanas). Ainda com base nesta tabela 8, é possível verificar que o consumo semanal na semana que antecede o abate, e que coincide com o momento de maior ingestão de alimento, sendo de 18,34 Kg/fêmea/semana e 20,11 kg/macho/semana (consumo acumulado até o final da semana subtraído o consumo acumulado na semana anterior). Ao se considerar este consumo e convertê-lo para consumo diário (consumo semanal/7 dias), obtém-se o máximo consumo diário para machos e fêmeas, que é de 2,872 e 2,620 kg/animal/dia, respectivamente. Considerando que industrialmente, ambos sexos são criados, é recomendável que seja estabelecido um valor médio entre sexos, ficando assim o valor de ingestão diária de alimento determinado em 2,746 kg/animal/dia.

Tabela 8. Peso vivo, consumo alimentar de acordo com a idade e sexo para suínos destinados ao abate.

Idade (semanas)	Dias	Peso Vivo (kg)			Consumo Acumulado (kg)		
		Fêmeas	Machos	Média	Fêmeas	Machos	Média
0	0	1,42	1,44	1,43	Fase de amamentação, ingestão de alimento sólido insignificante.		
1	7	2,71	2,76	2,74			
2	14	4,20	4,31	4,25			
3	21	5,90	6,07	5,98	0,33	0,35	0,34
4	28	7,84	8,07	7,96	1,47	1,56	1,52
5	35	10,07	10,39	10,23	3,64	3,87	3,75
6	42	12,67	13,10	12,88	7,06	7,52	7,29
7	49	15,70	16,26	15,98	11,93	12,73	12,33
8	56	19,23	19,95	19,59	18,37	19,65	19,01
9	63	23,29	24,20	23,74	26,42	28,32	27,37
10	70	27,89	29,03	28,46	36,01	38,67	37,34
11	77	33,04	34,44	33,74	46,98	50,54	48,76
12	84	38,70	40,40	39,55	59,15	63,75	61,45
13	91	44,82	46,87	45,85	72,33	78,09	75,21
14	98	51,36	53,79	52,57	86,37	93,42	89,89
15	105	58,24	61,08	59,65	101,16	109,62	105,39
16	112	65,38	68,66	67,01	116,63	126,6	121,61
17	119	72,69	76,44	74,57	132,71	144,3	138,51
18	126	80,10	84,33	82,22	149,34	162,65	156
19	133	87,51	92,26	89,89	166,45	181,56	174
20	140	94,86	100,12	97,49	183,95	200,94	192,44
21	147	102,08	107,87	104,97	201,78	220,71	211,24
22	154	109,10	115,42	112,25	219,88	240,82	230,35
23	161	115,89	122,72	119,29	238,22	261,23	249,72
24	168	122,39	129,73	126,05	256,78	281,93	269,36
25	175	128,57	136,42	132,49	275,54	302,91	289,22

Fonte: Dados extraído do manual da linhagem PIC, dominante no mercado (AGROCERES-PIC, 2018).

Embora não haja no Brasil, uma limitação quanto ao teor de matéria seca (MS) mínimo ou máximo pela legislação, as dietas industriais para suínos apresentam umidade média de 12%, por conseguinte (MS) de 88%, sendo assim, pode-se estimar um consumo diário de 2,416 kg de matéria seca/animal/dia.

Portanto, em resumo, para este estudo, os dados adotados para compor a tabela 17, seguiram a lógica do peso vivo de 115 kg e consumo alimentar máximo, considerando a média para machos e fêmeas (2,746 kg/animal/dia), correspondendo a um volume máximo de ingestão de matéria seca de 2,416 kg de matéria seca/animal/dia.

3.2 Suínos reprodutores

A determinação do consumo máximo diário para suínos na fase reprodutiva embasou-se no manual técnico da genética de suínos mais utilizada no Brasil, Agroceres-PIC e ilustrado na tabela 9. Embora o manejo alimentar tenha sido utilizado para a adequada manutenção do peso corporal de porcas, em geral, na fase de gestação, é possível observar que o consumo diário não ultrapassa 2,7 kg de alimento/matriz, este valor é consensado quando discutido entre especialista da área de manejo e nutrição de suínos na fase de gestação. As dietas para suínos, visando atender ao estabelecido pelo MAPA, não devem apresentar menos de 88% de matéria seca (MS), o que permite inferir uma ingestão diária de matéria seca de 2,376 kg MS/porca/dia.

Já na fase de lactação, tendo em vista a grande necessidade que a porca tem de produzir leite para amamentar sua leitegada, a suinocultura industrial visa o máximo consumo nessa fase (AHERNE; FOXCROFT, 2000), assim, adota-se como base uma ingestão diária referencial de 6 kg/dia (GUIA..., 2017). Contudo, como apresentado na figura 7, a medida que as porcas são mais velhas, estas apresentam uma capacidade de ingestão aumentada, podendo chegar a valores diários de 7,5 kg, ou discretamente superiores. Na prática, as ingestões diárias na fase de lactação, no período completo de 21 dias (período que vai do nascimento dos leitões até o desmame fica em torno de 6 kg/porca/dia (ROSTAGNO, 2017). Desta forma, considerando que as dietas para suínos apresentam 88% de matéria seca, pode-se estimar um consumo diário de 5,280 kg de MS/porca/dia, durante a lactação.

Tabela 9. Volume de ingestão diária de alimento (base natural) para matrizes suínas em gestação.

Tabela 8 DIRETRIZES PARA A ALIMENTAÇÃO DAS FÊMEAS EM GESTAÇÃO

ITEM	QUANTIDADE	TIPO DE RAÇÃO
0-28 dias		
Leitoas	1,81 kg/dia	Gestação
Fêmeas normais	2,27 kg/dia	Gestação
Fêmeas gordas	1,60 kg/dia	Gestação
Fêmeas magras	2,70 kg/dia	Gestação
29-90 dias		
Fêmeas e leitoas normais	1,81 kg/dia	Gestação
Fêmeas magras	2,70 kg/dia	Gestação
Fêmeas gordas	1,60 kg/dia	Gestação
90-114 dias		
Fêmeas e leitoas normais	2,70 kg/dia	Gestação
Fêmeas gordas	1,60 kg/dia	Gestação

Considerando 3.230 Kcal EM NRC/kg para dietas de Gestação e 3.362 Kcal EM NRC/kg para dietas de Lactação.

Fonte: Adaptado de GUIA... (2018)

Fonte: Adaptado de: Cabezón et al., (2016).

Figura 8. Volume de ingestão diária de alimento (base natural) para matrizes suínas em lactação de acordo com a ordem de parto e cuja dieta contém 2,5 Mcal de EL/kg (GUIA... 2017).

Em relação ao peso vivo (PV), de acordo com Close e Cole (2001), a cada ciclo gestacional o peso vivo das porcas sofre uma elevação, estabilizando em torno de 230 a 250 kg de PV por volta do quinto parto. Comparando esta informação com observações de campo realizadas por especialistas da área, pode-se dizer que os dados atuais observados a campo estão próximos destes valores, e neste estudo, portanto, considerou-se um peso corpóreo médio de 240 kg/reprodutora.

Portanto, em resumo, para este estudo, os dados adotados para compor a Tabela 17, seguiram a lógica do peso vivo 240 kg (atingido pelas reprodutoras por volta do quinto parto) e consumo alimentar máximo, com base em observações de campo e validado pelas Rostagno (2017), (6 kg/reprodutora lactante/dia), correspondendo a um volume máximo de ingestão de matéria seca de 5,280 kg de matéria seca/reprodutora/dia.

3.3 Frangos de corte

De acordo com Mendes (2014), a produtividade do frango brasileiro, medida pelo desempenho zootécnico, melhorou consideravelmente ao longo dos últimos anos (Tabela 10). Segundo este autor, parte foi fruto do melhoramento genético, mas a nutrição, manejo, ambiência também tiveram um papel destacado. Henn et al., (2014), apresentam esta evolução através da Tabela 11, onde fica evidente que com a idade de abate de 42 dias, estimam que em 2018, o frango de corte alcance peso vivo médio de 2840 g/ave.

Tabela 10. Desempenho de frangos de corte no Brasil de 1990 a 2013.

Ano	Nº de aves	Idade	Mortalid. (%)	P. Médio (g)	Ganho de peso diário (g)	Conve. Aliment.
1990	50.321.005	43,82	5,97	1.967,40	44,83	2,05
1991	55.602.890	44,26	6,97	2.016,80	45,54	2,08
1992	61.986.557	45,06	7,52	2.085,60	46,26	2,13
1993	152.427.122	45,51	6,27	2.154,00	47,3	2,06
1994	314.441.375	44,93	5,97	2.149,79	47,72	2,03
1995	197.506.329	45,48	5,52	2.196,80	48,19	2,03
1996	198.687.986	46,62	5,22	2.298,57	49,26	2,03
1997	106.813.127	46,09	5,43	2.290,70	49,65	2
1998	105.253.867	45,6	5,42	2.261,27	49,54	1,99
1999	205.402.554	46,49	4,4	2.443,66	52,52	1,97
2000	164.546.924	46,36	4,48	2.490,60	53,63	1,97
2001	174.585.202	45,85	3,89	2.481,91	54,05	1,93
2002	179.359.873	44,75	4,32	2.315,68	53,11	1,85
2003	127.344.727	43,48	3,99	2.309,00	53,19	1,83
2004	145.838.206	44,9	3,99	2.465,58	54,91	1,88
2005	408.505.216	44,41	4,32	2.433,79	54,79	1,86
2006	276.663.809	44,14	4,65	2.477,56	56,18	1,85
2007	317.181.663	44,89	4,62	2.528,30	56,32	1,85
2008	444.760.229	44,95	4,44	2.606,07	57,98	1,83
2009	950.653.496	43,79	3,94	2.522,19	57,77	1,82
2010	905.959.995	44,89	4,06	2.659,15	59,22	1,77
2011	167.658.894	45,15	4,11	2.658,00	58,94	1,77
2012	40.161.553	43,03	4,38	2.635,00	61,35	1,79
2013	15.254.654	42,44	3,83	2.528,00	59,64	1,8

Fonte: Mendes (2014).

Tabela 11. Evolução histórica da avicultura de corte no Brasil (1930 até 2018).

Ano	PV* (g)	GPD** (g)	Idade abate (dias)	Conversão alimentar	Mortalidade (%)
1930	1.500	13,9	108	3,55	20,0
1940	1.550	15,4	101	3,04	17,2
1950	1.580	22,0	72	2,58	15,2
1960	1.600	27,9	57	2,25	13,1
1970	1.700	33,9	50	2,15	11,2
1975	1.741	34,8	50	2,13	10,1
1980	1.800	36,0	50	2,10	9,5
1985	1.890	38,7	49	2,08	8,8
1990	2.061	45,1	46	2,06	5,9
1995	2.187	47,9	46	2,02	5,5
2000	2.426	53,1	46	1,94	4,5
2005	2.481	54,7	45	1,86	4,3
2010	2.643	58,6	45	1,80	3,9
2015	2.788	64,8	43	1,70	3,7
2018 [#]	2.840	67,6	42	1,66	3,5

*Peso vivo. **Ganho de peso diário. [#]Estimativa. Valores médios da avicultura tecnificada no Brasil.

Fonte: Henn et al. (2014).

Para a estimativa de consumo de alimento por frangos de corte, foi considerada a idade de abate de 42 dias. Esta informação foi confirmada, em consulta junto a cadeia produtiva. Frangos de corte, a exemplo de outras espécies (suínos e perus) apresentam consumo crescente de acordo com seu ganho de peso. Assim, o máximo consumo diário ocorre no último dia de vida das aves, que de acordo com a Tabela de desempenho de Frangos de Corte da linhagem Cobb, dominante no mercado (COBB, 2015). Também é conhecido que machos e fêmeas tem velocidade de ganho de peso e consumo diferentes. Para este estudo, adotou-se com fonte de informação a tabela da linhagem dominante no mercado, para lotes mistos, com idade de abate de 42 dias, e desta forma o consumo máximo diário foi considerado de 216 g/ave/dia, conforme visto na tabela 12.

Considerando que no Brasil 90% da composição do alimento final destinado a alimentação de aves e suínos é constituído pelos ingredientes que apresentam MS nunca inferiores a 86% e na média acima de 88%, e que os restantes 10% dos ingredientes

apresentam matéria seca acima de 95%, é razoável assumir que as dietas para aves devem apresentar matéria seca próximo de 88%. Desta forma, a ingestão diária máxima de matéria seca para frangos criado em lotes mistos é de 190,08 g MS/ave/dia ($216 \text{ g} \times 88\% \text{ MS}$).

Portanto, para frangos de corte, neste estudo, os dados adotados para compor a Tabela 18, seguiram a lógica do peso vivo 2,8 kg (atingido pelas aves, em lote misto, aos 42 dias) e consumo alimentar máximo de 216 g/ave/dia, correspondendo a um volume máximo de ingestão de matéria seca de 190,08 g MS/ave/dia.

Tabela 12. Dados de desempenho de frangos de corte machos e fêmeas, da linhagem Cobb.

Edad en días	Peso para la edad (g)	Ganancia diaria (g)	Ganancia diaria promedio (g)	Conversión alimenticia acumulada	Consumo diario de alimento (g)	Consumo de alimento acumulado (g)
0	42	0				
1	56	14		0,232	13	13
2	72	16		0,417	17	30
3	89	17		0,573	21	51
4	109	20		0,679	23	74
5	131	22		0,773	27	101
6	157	26		0,841	31	132
7	185	28	26,4	0,902	35	167
8	215	30	26,9	0,958	39	206
9	247	32	27,4	1,012	44	250
10	283	36	28,3	1,053	48	298
11	321	38	29,2	1,097	54	352
12	364	43	30,3	1,126	58	410
13	412	48	31,7	1,150	64	474
14	465	53	33,2	1,165	68	542
15	524	59	34,9	1,177	75	617
16	586	62	36,6	1,191	81	698
17	651	65	38,3	1,206	87	785
18	719	68	39,9	1,221	93	878
19	790	71	41,6	1,235	98	976
20	865	75	43,3	1,250	105	1081
21	943	78	44,9	1,264	111	1192
22	1023	80	46,4	1,284	117	1309
23	1104	81	47,8	1,303	123	1432
24	1186	82	49,3	1,321	130	1562
25	1269	83	50,8	1,337	134	1696
26	1353	84	52,1	1,356	141	1837
27	1438	85	53,6	1,373	148	1985
28	1524	86	54,4	1,402	152	2137
29	1613	89	55,6	1,423	158	2295
30	1705	92	56,8	1,442	163	2458
31	1799	94	58,0	1,460	169	2627
32	1895	96	59,2	1,478	174	2801
33	1993	98	60,4	1,496	180	2981
34	2092	99	61,5	1,512	182	3163
35	2191	99	62,6	1,530	189	3352
36	2289	98	63,6	1,549	193	3545
37	2386	97	64,5	1,568	197	3742
38	2482	96	65,3	1,589	201	3943
39	2577	95	66,1	1,610	205	4148
40	2671	94	66,8	1,631	209	4357
41	2764	93	67,4	1,653	213	4570
42	2857	93	68,0	1,675	216	4786
43	2950	93	68,6	1,697	220	5006
44	3043	93	69,2	1,718	222	5228
45	3136	93	69,7	1,739	225	5453
46	3229	93	70,2	1,759	227	5680
47	3322	93	70,7	1,779	231	5911
48	3414	92	71,1	1,800	233	6144
49	3506	92	71,6	1,819	235	6379

Fonte: Dados extraídos do manual da linhagem Cobb, dominante no mercado (COBB, 2015).

3.4 Perus

As informações como peso vivo, consumo alimentar e idade de abate para perús, no Brasil, são muito escassas. Para a coleta das informações, foram buscadas informações pontuais em artigos de jornais, revistas, e até mesmo através de consulta direta a técnicos das empresas produtoras de perús no Brasil.

A quantidade de alimento consumida está altamente associada com a velocidade de crescimento em aves tipo corte. Perus comerciais modernos assim como frangos de corte não conseguirão atingir seu potencial genético se não consumirem os seus requerimentos nutricionais diários. Além da adequada formulação, manter o máximo consumo é o fator mais importante para determinar a taxa de crescimento aliada à eficiência no aproveitamento dos nutrientes utilizados nas dietas (FERKET; GERNAT, 2006).

Conforme publicado no jornal “O Presente Rural” em janeiro de 2017, a especialista do setor corporativo de perus da BRF, Isabella Lourenço dos Santos, o sistema agroindustrial se assemelha ao do frango, especialmente por ser verticalizado e baseado em produção integrada, mas se difere principalmente no tempo e nas fases de criação. “Em função de características muito específicas dos animais, dividimos o sistema em duas fases de criação. A primeira é chamada de Sistema Iniciador de Perus (SIP), cujo objetivo é recriar aves uniformes e dentro da curva de peso padrão para serem transferidas para propriedades de terminação para término do ciclo de produção de aves prontas para abate. Aves são recriadas e permanecem de os primeiros 30 dias nos núcleos de SIP”, comenta. “Já a segunda fase de criação é o Sistema Terminador de Perus (STP). O objetivo dessa fase é a engorda de aves uniformes e dentro da curva de peso padrão. Aves são recriadas e permanecem de 30 dias até 145 dias (macho) nos núcleos de STP”, amplia. Na sequência, o artigo relata que esse período pode variar em função do tipo de ave a ser produzida. “Este tempo (no STP) pode variar em função do sexo e do tipo de animal que se produz. Fêmeas de corte permanecem até atingirem aproximadamente 12 quilos ou 110 dias de vida, enquanto os machos permanecem até atingirem aproximadamente 20 quilos ou 140 dias de vida. Ainda e talvez o mais tradicional e de conhecimento do público brasileiro, é o peru de Natal, para o qual são utilizadas fêmeas de aproximadamente 4 quilos ou 60 dias de vida”, explica Santos. Ela salienta que o Brasil é o único país que consome a ave natalina com um peso tão baixo, o que, em sua opinião, provavelmente

está relacionado a questões culturais, inclusive pelo tamanho das famílias (PRODUÇÃO..., 2017).

Já em outra fonte, um documento de TCC (Trabalho de Conclusão de Curso), Oliveira (2014), relata que a indústria brasileira realiza o abate de perus machos com peso médio de 15 kg a 20,0 kg, atingindo este peso com uma idade aproximada de 18 semanas. O autor relata ainda que no caso de fêmeas, o peso de abate gira em torno de 8 kg.

Com base nestas informações, e tomando como referência a Tabela de Desempenho de perus machos da linhagem Nicholas (Tabela 13), dominante no mercado brasileiro (segundo consulta junto ao setor), o consumo de alimento máximo estimado é de 711 g/ave/dia, valor obtido a partir da média diária na semana 18, cujo consumo semanal indicado é de 4,98 kg, o que representa um consumo diário de 711 g/ave/dia. No caso de fêmeas, seguindo a mesma fonte (Tabela 14) e lógica de cálculo, considerando um peso médio de abate de 8 kg (OLIVEIRA, 2014), que é alcançado com idade aproximada de 13 semanas, estima-se um consumo máximo diário de 370 g/ave/dia (consumo semanal de 2,59 kg dividido por sete dias). Contudo, nesta consulta realizada junto ao setor, obteve-se a informação de que é recomendável considerar no consumo um incremento na casa de 10%. Desta forma, os volumes de ingestão máxima diária seriam de 782 e 407 g/ave/dia para machos e fêmeas, respectivamente. Considerando o mesmo critério anteriormente apresentado, de que a composição do alimento final destinado a alimentação de aves e suínos é constituído por ingredientes que estes apresentam MS em média acima de 88%, é razoável assumir que as dietas de aves e suínos apresentam MS mínima de 88% e assim, pode-se estimar um consumo máximo diário de 688,16 e 358,16 g /ave/dia de matéria seca, para machos e fêmeas, respectivamente.

Para o presente estudo, foi adotado a média de consumo diário entre machos e fêmeas, o que corresponde a 0,594 kg de alimento base natural o equivalente a 0,523 kg de MS/peru/dia. O peso vivo adotado foi de 20 kg para machos e 8 kg para fêmeas, o que em média representa 14 kg. Com base nas informações acima relatadas, os machos atingem o peso de 20 kg com 140 dias e as fêmeas atingem 8 kg de peso vivo com idade de 90 dias (base Tabela 14), o que em média, corresponderia a idade de abate de 115 dias, como apresentado na Tabela 18.

Tabela 13. Dados de desempenho de perús machos, da linhagem Nicholas.

Age (weeks)	Male Weight	Gain/Day (grams)	Feed Consumption		Feed Conversion
			Weekly	Cumulative	
1	0.16	22	0.16	0.16	1.04
2	0.33	23	0.20	0.36	1.10
3	0.71	34	0.46	0.82	1.16
4	1.29	46	0.76	1.58	1.23
5	2.04	58	1.07	2.65	1.30
6	2.94	70	1.36	4.01	1.37
7	3.99	81	1.58	5.59	1.40
8	5.16	92	2.01	7.60	1.47
9	6.47	103	2.35	9.95	1.54
10	7.89	113	2.71	12.66	1.61
11	9.37	122	3.00	15.66	1.67
12	10.86	129	3.33	18.99	1.75
13	12.37	136	3.57	22.57	1.83
14	13.88	142	3.83	26.40	1.90
15	15.39	147	4.04	30.44	1.98
16	16.88	151	4.41	34.85	2.06
17	18.37	154	4.60	39.45	2.15
18	19.82	157	4.98	44.43	2.24
19	21.23	160	5.13	49.56	2.33
20	22.59	161	5.34	54.90	2.43
21	23.91	163	5.51	60.41	2.53
22	25.17	163	5.73	66.14	2.63

Fonte: Aviagen (2015).

Tabela 14. Dados de desempenho de perús fêmeas, da linhagem Nicholas.

Age (weeks)	Female Weight	Gain/Day (grams)	Feed Consumption		Feed Conversion
			Weekly	Cumulative	
1	0.15	22	0.18	0.18	1.19
2	0.34	24	0.23	0.42	1.23
3	0.64	30	0.41	0.82	1.30
4	1.02	37	0.55	1.38	1.34
5	1.52	43	0.80	2.17	1.43
6	2.13	51	1.03	3.21	1.50
7	2.85	58	1.30	4.50	1.58
8	3.65	65	1.49	6.00	1.64
9	4.51	72	1.76	7.76	1.72
10	5.43	78	2.04	9.79	1.80
11	6.41	83	2.25	12.05	1.88
12	7.41	88	2.43	14.48	1.95
13	8.41	92	2.59	17.07	2.03
14	9.42	96	2.74	19.81	2.10
15	10.42	99	2.91	22.71	2.18
16	11.39	102	3.16	25.88	2.27
17	12.35	104	3.38	29.26	2.37
18	13.25	105	3.50	32.76	2.47
19	14.08	106	3.58	36.34	2.58
20	14.80	106	3.38	39.72	2.68

Fonte: Aviagen (2015)

3.5 Postura comercial

Segundo o IBGE (2013), citado por Albino et al. (2014), a produção brasileira de ovos de galinha foi em torno de 34,12 bilhões de ovos, sendo 27 bilhões de ovos brancos e 7,12 bilhões de ovos vermelhos. Desta forma, no Brasil, a postura comercial adota essencialmente aves produtoras de casca branca, representando 80% do plantel de aves poedeiras. Estas aves, conhecidas tecnicamente como aves leves, apresentam um consumo alimentar 10% inferior aos restantes 20% do plantel nacional, as poedeiras semi-pesadas, produtoras de ovos de casca marrom ou vermelha.

Para o cálculo do consumo máximo alimentar diário, foram adotados os manuais de manejo das linhagens Hy-Line Brown (aves produtoras de ovos de casca marrom) e Hy-Line W36 (produtora de ovos de casca branca). Com base nestes manuais, os volumes de ingestão diária máxima de alimento ocorrem na fase de postura 2 (fase pós pico de postura), quando aves da semi-pesadas consomem 110 g/ave/dia (tabela 15), e aves leves consomem 100 g/ave/dia (tabela 16) (HI-LYNE, 2014).

Segundo a mesma lógica do teor de matéria seca que as dietas de aves apresentam (88% de matéria seca), e considerando os consumos acima indicados, pode-se estimar que galinhas semi-pesadas apresentam ingestão máxima diária de 96,8 g/ave/dia de matéria seca enquanto que poedeiras leves, consomem uma quantidade máxima de matéria seca da ordem de 88 g/ave/dia. Seguindo o mesmo raciocínio pela adoção de indicadores mais críticos, optou-se por considerar o consumo de aves semi-pesadas para o presente estudo.

Tabela 15. Dados de consumo e requerimentos nutricionais para poedeiras leves, da linhagem Hy-Line Brown.

ALIMENTAÇÃO POR FASE PRODUÇÃO NUTRIÇÃO	PICO Do primeiro ovo até a queda de 2% em relação ao pico						POSTURA 2 2% abaixo do pico até 89%				POSTURA 3 88–85%				POSTURA 4 Menos de 85%									
	CONCENTRAÇÃO RECOMENDADA¹																							
	Energia metabolizável, kcal/kg						2778–2911				2734–2867				2679–2867				2558–2833					
	Energia metabolizável, MJ/kg						11,63–12,18				11,44–12,00				11,21–12,00				10,71–11,86					
CONSUMO DE RAÇÃO (*Consumo Típico de Ração)																								
g/ave/dia	88	93	98	103*	108	113	100	105	110*	115	120	100	105	110*	115	120	99	104	109	114	119			

Fonte: Hy-Line (2014)

Tabela 16. Dados de consumo e requerimentos nutricionais para poedeiras leves, da linhagem Hy-Line W36.

FASE NUTRICIONAL	PRODUÇÃO																						
	PICO Primeiro ovo até 2% abaixo do pico	POSTURA 2 2% abaixo do pico até 90%	POSTURA 3 89-85%	POSTURA 4 84-80%	POSTURA 5 Menor que 80%																		
NUTRIÇÃO	CONCENTRAÇÕES RECOMENDADAS¹																						
Energia metabolizável²,	2844-2955	2844-2944	2822-2922	2800-2844	2778-2822																		
kcal/kg																							
Energia metabolizável³,	11,91-12,37	11,91-12,33	11,82-12,23	11,72-11,91	11,63-11,82																		
MJ/kg																							
CONSUMO DE ALIMENTO (¹Consumo de alimento padrão)																							
g/day per bird	74	79	84*	89	94	96*	101	106	90	95	100*	105	110	84	89	94*	99	104	83	88	93*	98	103

Fonte: Hy-Line (2015)

Para a obtenção do peso vivo das aves de postura comercial, optou-se por adotar a tabela de desempenho da linhagem leve, mais usual no Brasil, a Hy-Line W36, extraído do Manual editado em 2015. Neste manual, a indicação de peso vivo máximo é de 1,60 kg (HY-LINE, 2015).

Portanto, para poedeiras, neste estudo, os dados adotados para compor a Tabela 18, seguiram a lógica do peso vivo 1,6 kg (máximo atingido pelas aves, ao longo de sua vida produtiva) e consumo alimentar máximo de 110 g/ave/dia, correspondendo a um volume máximo de ingestão de matéria seca de 96,8 g MS/ave/dia.

4. CONSOLIDAÇÃO DOS DADOS DE PESO CORPÓREO, INGESTÃO DE ALIMENTO (BASE NATURAL E SECA), LIMITE DE INCLUSÃO DE MATÉRIAS PRIMAS EM DIETAS DE AVES E SUÍNOS (EM MÁXIMA %) E MATÉRIA SECA DOS INGREDIENTES, DE ACORDO COM CADA FASE DE DESENVOLVIMENTO DOS ANIMAIS NO BRASIL

Com base no levantamento prévio apresentado (itens 2 e 3), onde são descritos os critérios e lógicas de cálculos adotadas para cada espécie e categoria animal, nas tabelas 17 e 18, estão sumarizados os indicadores que podem subsidiar estudos subsequentes, com diferentes possibilidades de uso.

Embora o Brasil seja um país continental, que permite a exploração de diversas culturas agrícolas, na prática, considerando a organização da cadeia produtiva, que por consolidação, e consequente escala, apresenta demanda por volumes extremamente grandes, e assim, apenas as grandes culturas tem condições de suprir estas demandas de ingredientes, limitando-se a milho e farelo de soja, e esporadicamente, sorgo e derivados de trigo. As demais culturas, que não constam no levantamento feito a partir desse

trabalho, são insignificantes no contexto geral, estando estas mais direcionadas para alimentação de ruminantes ou atividades suinícolas ou avícolas de caráter familiar, sem um controle de volumes ingeridos.

Tabela 17. Peso corpóreo, alimentos de origem vegetal e volumes diários de ingestão para suínos destinados para abate e de reprodução, respeitando os limites práticos de uso de cada ingrediente em dietas industriais, nas condições do Brasil.

				Max Daily Intake (natural basis)		Max Daily Intake (kg DM)		Max Daily Intake (Dry matter basis)	
				BR pig, breeding	BR pig, finishing	BR pig, breeding	BR pig, finishing	BR pig, breeding	BR pig, finishing
Daily Intake (in kg)				6.00	2.746	5.280	2.416	5.280	2.416
Body weight (kg)				240	115	240	115	240	115
Feed Item (Portuguese)	CROP	PART	% DM	Max % Diet	Max % Diet	kg DM in diet	kg DM in diet	Max % Diet	Max % Diet
Açúcar	Sugarcane	Sugar	90.00	10	10	0.540	0.247	10.23	10.23
Algodão, farelo	Cotton	Meal	88.00	10	10	0.528	0.242	10.00	10.00
Arroz, grãos	Rice	Grain	88.00	40	40	2.112	0.967	40.00	40.00
Arroz, farelo	Rice	Bran	87.00	20	20	1.044	0.478	19.77	19.77
Arroz, farelo desengordurado	Rice	Bran de- fatted	87.00	20	20	1.044	0.478	19.77	19.77
Canola, farelo	Canola	meal	88.00	10	15	0.528	0.362	10.00	15.00
Girassol, farelo	Sunflow er	meal	88.00	20	18	1.056	0.435	20.00	18.00
Milheto, grãos	Millet	Grain	87.00	50	60	2.610	1.433	49.43	59.32
Milho, grãos	Corn	Grain	86.00	70	70	3.612	1.653	68.41	68.41
Milho, farelo de gluten	Corn gluten meal	Meal	88.00	8	10	0.422	0.242	8.00	10.00
Milho, germem	Corn	germ, meal	88.00	30	40	1.584	0.967	30.00	40.00
Óleo vegetal	Vegetable	oil	99.00	5	5	0.297	0.136	5.63	5.63
Soja, casca	Soybean	Hulls	88.00	5	5	0.264	0.121	5.00	5.00
Soja, farelo	Soybean	Meal	88.00	25	20	1.320	0.483	25.00	20.00
Soja, grão tostado	Soybean	Toasted seed	92.50	30	20	1.665	0.508	31.53	21.02
Soja, grão extrusada	Soybean	Extruded seed	88.00	30	25	1.584	0.604	30.00	25.00
Soja, grão micronizado	Soybean	Micronized seed	94.00	30	25	1.692	0.645	32.05	26.70
Sorgo, grãos	Sorghum	Grain	87.00	70	70	3.654	1.672	69.20	69.20
Trigo, grãos	Wheat	Grain	87.00	35	35	1.827	0.836	34.60	34.60
Trigo, Farelo	Wheat bran	Milled by products	86.50	15	15	0.779	0.356	14.74	14.74
Cevada, grãos	Barley	Grain	86.00	40	40	2.064	0.945	39.09	39.09
Aveia, grãos	Oat	Grain	86.00	20	15	1.032	0.354	19.55	14.66
Triticale, grãos	Triticale	Grain	87.00	35	35	1.827	0.836	34.60	34.60

Tabela 18. Peso corpóreo, alimentos de origem vegetal e volumes diários de ingestão para aves destinadas ao abate ou produção de ovos comerciais no Brasil, respeitando os limites de uso de cada ingrediente em dietas industriais.

				Max Daily Intake (natural basis)			Max Daily Intake (kg DM)			Max Daily Intake (Dry matter basis)		
				Brazil broiler	Brazil hen, laying	Brazil Turkey	Brazil broiler	Brazil hen, laying	Brazil Turkey	Brazil broiler	Brazil hen, laying	Brazil Turkey
				Daily Intake (in kg)	0.2160	0.1100	0.5945	0.19008	0.09680	0.52316	0.19008	0.0968	0.52316
Body weight (kg)				2.8	1.6	14	2.8	1.6	14	2.8	1.6	14
Feed Item (Portuguese)	CROP	PART	% DM	Max % Diet	Max % Diet	Max % Diet	kg DM in diet	kg DM in diet	kg DM in diet	Max % Diet	Max % Diet	Max % Diet
Algodão, farelo	Cotton	Meal	88.00	7	8	8	0.0133	0.0077	0.0419	7.00	8.00	8.00
Amendoim, farelo	Peanut	Meal	88.00	10	10	10	0.0190	0.0097	0.0523	10.00	10.00	10.00
Arroz, grãos	Rice	Grain	88.00	65	65	65	0.1236	0.0629	0.3401	65.00	65.00	65.00
Arroz, farelo	Rice	Bran	87.00	12	12	12	0.0226	0.0115	0.0621	11.86	11.86	11.86
Arroz, farelo desengordurado	Rice	Bran de-fatted	87.00	8	10	10	0.0150	0.0096	0.0517	7.91	9.89	9.89
Canola, farelo	Canola	meal	88.00	5	4	4	0.0095	0.0039	0.0209	5.00	4.00	4.00
Soja, gordura vegetal	Soy bean oil	oil	99.00	7	7	7	0.0150	0.0076	0.0412	7.88	7.88	7.88
Girassol, farelo	Sunflower	meal	88.00	15	15	15	0.0285	0.0145	0.0785	15.00	15.00	15.00
Milho, grãos	Corn	Grain	86.00	65	65	65	0.1207	0.0615	0.3323	63.52	63.52	63.52
Milho, farelo de gluten	Corn gluten	Meal	88.00	8	12	8	0.0152	0.0116	0.0419	8.00	12.00	8.00
Milho, germem	Corn	germ, meal	88.00	20	20	20	0.0380	0.0194	0.1046	20.00	20.00	20.00
Soja, casca	Soy bean	Hulls	88.00	0	5	0	0.0000	0.0048	0.0000	0.00	5.00	0.00
Milheto, grãos	Millet	Grain	87.00	45	45	45	0.0846	0.0431	0.2327	44.49	44.49	44.49
Soja, farelo	Soy bean	Meal	88.00	35	30	35	0.0665	0.0290	0.1831	35.00	30.00	35.00
Soja, grão tostado	Soy bean	Toasted seed	92.50	20	20	20	0.0400	0.0204	0.1100	21.02	21.02	21.02
Soja, grão extrusada	Soy bean	seed	88.00	20	20	20	0.0380	0.0194	0.1046	20.00	20.00	20.00
Soja, grão micronizado	Soy bean	Micronized seed	94.00	20	20	15	0.0406	0.0207	0.0838	21.36	21.36	16.02
Sorgo, grãos	Sorghum	Grain	87.00	65	65	65	0.1221	0.0622	0.3362	64.26	64.26	64.26
Trigo, Farelo	Wheat bran	Milled by products	86.50	10	15	10	0.0187	0.0143	0.0514	9.83	14.74	9.83
Cevada, grãos	Barley	Grain	86.00	35	35	35	0.0650	0.0331	0.1789	34.20	34.20	34.20
Aveia, grãos	Oat	Grain	86.00	30	30	30	0.0557	0.0284	0.1534	29.32	29.32	29.32
Trigo, grãos	Wheat	Grain	87.00	25	30	25	0.0470	0.0287	0.1293	24.72	29.66	24.72
Triticale, grãos	Triticale	Grain	87.00	25	30	25	0.0470	0.0287	0.1293	24.72	29.66	24.72

Referências

ABPA. **Relatório anual 2016**. São Paulo, SP: Associação Brasileira de Proteína Animal, 2016. 136 p. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/versao_final_para_envio_digital_1925a_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web1.pdf>. Acesso em: 3 maio 2018.

ABPA. **Relatório anual 2017**. São Paulo, SP: Associação Brasileira de Proteína Animal, 2017. 136 p. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/versao_final_para_envio_digital_1925a_final_abpa_relatorio_anual_2017_portugues_web1.pdf>.

br.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web_reduzido.pdf>. Acesso em: 3 maio 2018.

AGROCERES-Pic. Informativos. **Calendário técnico 2018**. Rio Claro, SP: 2018. Disponível em: <<https://www.agroceresplic.com.br/index.php/informativos/calendario>>. Acesso em: 3 abr. 2018.

AHERNE, F.; FOXCROFT, G. R. Manejo das marrãs e fêmeas de primeiro parto: Parte III. Estabelecendo alvos de crescimento para marrãs de reposição. In: Simpósio Internacional de Reprodução e de Inseminação Artificial em suínos, 8, 2000, Foz de Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2000, p. 106-109.

ALBINO, L. F. T.; CARVALHO, B. R. de; MAIA, R. C.; BARROS, V. R. S. M. de. Galinhas poedeiras: criação e alimentação. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2014. 376 p. IBGE. Estatísticas. Econômicas. Agricultura, Pecuária e outros. **Produção de ovos de galinha – POG**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9216-pesquisa-trimestral-da-producao-de-ovos-de-galinha.html?edicao=9805&t=downloads>>. Acesso em: 3 maio 2018.

ALTERNATIVE feed ingredients: global nutrition team. **RossTechNote. Aviagen**, 2017. Disponível em: <http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Tech_Articles/RossTechNote-AltFeedIngredients-2017-EN.pdf>. Acesso em: 3 maio 2018.

AVIAGEN. Performance Objectives. Nicholas Select. **Commercial performance objectives**. Lewisburg, 2015. Disponível em: <http://www.aviagenturkeys.us/uploads/2015/11/13/nicholas_comm_perf_obj_select_2015.pdf>. Acesso em: 3 maio 2018.

BERTOL, T. M.; OLIVEIRA, E. A.; COLDEBELLA, A.; KAWSKI, V. L.; SCANDOLERA, A. J.; WARPECHOWSKI, M. B. Meat quality and cut yield of pigs slaughtered over 100kg live weight. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 4, p. 1166-1174, 2015.

BOGGESS, M.; STEIN, H. H.; DEROUCHÉY, J. M. **Alternative feed ingredients in swine diets**. Hans H. Stein. Monogastric Nutrition Laboratory, 2008. Extension Reports and other non-refereed publications. Disponível em: <<http://nutrition.ansci.illinois.edu/sites/default/files/AlternativeFeedIngredientsSwineDiets.pdf>>. Acesso em 3 maio 2018.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Lei nº 6198, de 26 de dezembro de 1974. Dispõe sobre a inspeção e a fiscalização obrigatórias dos produtos destinados à alimentação animal e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 27 dez. 1974. Seção 1, p. 15013.

BUTULO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. 2. ed. Campinas: O Autor, 2010. 430 p.

CABEZÓN, F. A.; SCHINCKEL, A. P.; RICHERT, B. T.; STEWART, K. R.; GANDARILLAS, M.; PERALTA, W. A. Analysis of lactation feed intakes for sows including data on environmental temperatures and humidity. **The Professional Animal Scientist**, v. 32, n. 3, p. 333-345, 2016.

CLOSE, W. H.; COLE, D. J. A. **Nutrition of Sows and Boars**. Nottingham: Nottingham University Press, 2001. 371 p.

COBB. **Suplemento de nutrição e desempenho do frango de corte**. Guapiaçu: Coob-Vantress Brasil, 2015. Cobb-vantress.com.

COMPÊNDIO brasileiro de alimentação animal 2017. São Paulo: SINDIRAÇÕES, 2017.

EMBRAPA SUÍNOS E AVES. Central de Inteligência de Aves e Suínos. Concórdia, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias>>. Acesso em 3 maio 2018.

FEED ingredients: Consideration of alternatives when facing increased price volatility. **RossTechNote. Aviagen**, 2015.

FEEDING Guidelines For Medium and Heavy Breeding Stock. Aviagen Turkey, [2013]. Disponível em: <<http://www.aviagenturkeys.com/uploads/2015/11/20/NU05%20Feeding%20Guidelines%20for%20Medium%20and%20Heavy%20Breeding%20Stock%20EN%20V2.pdf>>. Acesso em: 8 maio 2018.

FERKET, P. R.; GERNAT, A. G. Factors that affect feed intake of meat birds: a review. **International Journal of Poultry Science**, v. 5, n. 10, p. 905-911, 2006.

GUIA de especificações nutricionais. Rio Claro SP: Agrocerec Pic, 2017. 72 p.

GUIA de manejo de fêmeas. Rio Claro SP: Agrocerec Pic, [2018]. 52 p.

HENN, J. D.; SANTOS FILHO, J. I. dos; OLIVEIRA, P. A. V. de Avanços tecnológicos reduzem a excreção de nutrientes e a emissão de gases de efeito estufa na avicultura de corte industrial. **Avicultura Industrial**, n. 4, p. 22-33, 2014.

HY-LINE. Product Information. Hy-Line Brown. Commercial Management Guides. **Manual de manejo**: poedeiras comerciais Hy-line Brow. Des Moines, 2014. Disponível em: <http://www.hyline.com/userdocs/pages/BRN_COM_POR.pdf>. Acesso em: 3 maio 2018.

HY-LINE. Product Information. Hy-Line W-36. Commercial Management Guides. **Manual de manejo**: poedeiras comerciais Hy-line W-36. Des Moines, 2015. Disponível em: <http://www.hyline.com/userdocs/pages/36_COM_POR.pdf>. Acesso em: 3 maio 2018.

IBGE. Estatísticas. Econômicas. Agricultura, Pecuária e Outros. **Pesquisa da pecuária municipal**. Rio de Janeiro, RJ, 2016. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 5 abr. 2018.

IBGE. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 1-81, jan. 2017.

KRABBE, E. L.; SUREK, D. O que há de novo sobre o uso de alimentos alternativos para suínos no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 8., Porto Alegre, 2013. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2013. p. 195-201.

LEAL, R. S.; MATTOS, B. O. de; CANTARELLI, V. de S.; CARVALHO, G. C. de; PIMENTA, M. E. de S.G.; PIMENTA, C. J. Desempenho e rendimento de carcaça de suínos na fase de terminação, recebendo dietas com diferentes níveis de ractopamina. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 16, n. 3, p. 582-590, 2015.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial Poultry Nutrition**. 3rd ed. Guelph: University Books, 2005. 411 p.

MEIRA, A.S.; SANTOS, E.G.; PEREIRA, J.P.G. et al. Manejo Agroecológico de Perus como Incremento na Renda Familiar no Assentamento Queimadas/PB. Campina Grande/Areia, PB. 4º Congresso de Ensino Agrícola Superior – 4º CONEAS. Nov/2009.

MENDES, A. A cadeia avícola brasileira. In: MACARI, M.; MENDES, A. A.; MENTEN, J. F.; NÄÄS, I. de A. **Produção de frangos de corte**. 2. ed. Campinas: FACTA, 2014. 565 p.

MENDES, A. A.; SALDANHA, E. S. P. B. A cadeia produtiva de carne de aves no Brasil. In: MENDES, A. A.; NAAS, I. de A.; MACARI, M. (Ed.) **Produção de frangos de corte**. Campinas: FACTA, 2004. P. 1-17.

MIELE, M.; SANTOS FILHO, J. I. dos; MARTINS, F. M.; SANDI, A. J. O desenvolvimento da suinocultura brasileira nos últimos 35 anos. In: SOUZA, J. C. P. V. B.; TALAMINI, D. J. D.; SCHEUERMANN, G. N.; SCHMIDT, G. S. (Ed.). **Sonho, desafio e tecnologia: 35 anos de contribuições da Embrapa Suínos e Aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. p. 85-102.

OLIVEIRA, G. de. **Abatedouro de aves**: Brasil Foods S.A.: estágio supervisionado. Campos Mourão: UTFPR, 2014. 19 p.

PATRICIO, I. S; MENDES, A. A.; RAMOS, A. A.; PEREIRA, D. F. Overview on the performance of Brazilian Broilers (1990 to 2009). **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 14, n. 4, p. 233-238, 2012.

PRODUÇÃO de perus: a avicultura além de frango e ovos. **O presente Rural** on line, Marechal Cândido Rondon, 2 jan. 2017. Disponível em: <<http://opresenterural.com.br/noticia/producao-de-perus-a-avicultura-alem-de-frango-e-ovos/9153>>. Acesso em: 3 maio 2018.

RAVINDRAN, V. Poultry feed availability and nutrition in developing countries. **Poultry Development Review**: poultry feed availability and nutrition in developing countries, FAO, p. 60-63, 2013.

REESE, D. E.; VAN HEUGTEN, E.; STEIN, H. H.; DEROUCHÉY, J. M.; BENZ, J. M.; PATIENSE, J. F. Composition and usage rate of feed ingredients for swine diets. **Pork Information Gateway**, 3 maio 2010. Disponível em: <<http://porkgateway.org/wp-content/uploads/2015/07/composition-and-usage-rate-of-feed-ingredients1.pdf>>. Acesso em: 3 maio 2018.

REGINA, R. (Coord.). **Nutrição animal, principais ingredientes e manejo de aves e suínos**. São Paulo: Fundação Cargill, 2010. 413 p.

ROSTAGNO, H. S. (Ed.). **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4. ed. Viçosa: UFV/ DZO, 2017. 488 p.

ROSTAGNO, H. S. (Ed.). **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa: UFV / DZO, 2011. 252 p.

SANTOS FILHO, J. I. dos; MIELE, M.; MARTINS, F. M.; TALAMINI, D. J. D. Os 35 anos que mudaram a avicultura brasileira. In: SOUZA, J. C. P. V. B.; TALAMINI, D. J. D.; SCHEUERMANN, G. N.; SCHMIDT, G. S. (Ed.). **Sonho, desafio e tecnologia**: 35 anos de contribuições da Embrapa Suínos e Aves. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. p. 59-87.

UBABEF, 2012. **Relatório anual 2012**. São Paulo, SP: União Brasileira de Avicultura, 2012. 57 p. <<http://abpa-br.com.br/files/publicacoes/41c30a0f46702351b561675f70fae077.pdf>> Acesso em 3 maio 2018.

Concórdia/SC, 25 de maio de 2018.

Everton Luis Krabbe

Engº Agrº, D.Sc.

Pesquisador da Embrapa Suínos e Aves

Universidade de São Paulo
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
Documento sem validade oficial
FICHA DO ALUNO

9141 - 9480292/1 - Laura Brisighelo Valério

Email:	laura.bvalerio@usp.br
Data de Nascimento:	27/10/1989
Cédula de Identidade:	RG - 47.862.944-8 - SP
Local de Nascimento:	Estado de São Paulo
Nacionalidade:	Brasileira
Graduação:	Farmacêutica - Faculdades Oswaldo Cruz - São Paulo - Brasil - 2013

Curso:	Mestrado
Programa:	Toxicologia e Análises Toxicológicas
Data de Matrícula:	02/09/2015
Início da Contagem de Prazo:	02/09/2015
Data Limite para o Depósito:	02/07/2018
Orientador:	Prof(a). Dr(a). Elizabeth de Souza Nascimento - 02/09/2015 até o presente. Email: esnasci@usp.br
Proficiência em Línguas:	Inglês, Aprovado em 09/06/2015
Prorrogação(ões):	120 dias Período de 02/03/2018 até 30/06/2018
Data de Aprovação no Exame de Qualificação:	Aprovado em 27/10/2016
Data do Depósito do Trabalho:	
Título do Trabalho:	
Data Máxima para Aprovação da Banca:	
Data de Aprovação da Banca:	
Data Máxima para Defesa:	
Data da Defesa:	
Resultado da Defesa:	
Histórico de Ocorrências:	Primeira Matrícula em 02/09/2015 Prorrogação em 20/12/2017

Aluno matriculado no Regimento da Pós-Graduação USP (Resolução nº 6542 em vigor a partir de 20/04/2013).

Última ocorrência: Matrícula de Acompanhamento em 05/02/2018

Impresso em: 11/06/2018 12:16:02

Universidade de São Paulo
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
Documento sem validade oficial
FICHA DO ALUNO

9141 - 9480292/1 - Laura Brisighelo Valério

Sigla	Nome da Disciplina	Início	Término	Carga Horária	Cred.	Freq.	Conc.	Exc.	Situação
FBC5814-6/1	Toxicologia Aplicada aos Alimentos	15/09/2015	05/10/2015	75	5	100	A	N	Concluída
FBC5737-3/3	Farmacocinética Avançada	01/10/2015	09/12/2015	120	8	100	A	N	Concluída
FBC5802-3/8	Tópicos Avançados em Toxicologia I	08/03/2016	20/06/2016	15	1	75	A	N	Concluída
FBC5803-3/8	Sistemas de Garantia da Qualidade em Laboratórios de Ensaio	15/03/2016	28/03/2016	30	2	100	A	N	Concluída
FBC5758-3/1	Toxicologia dos Praguicidas	13/09/2016	24/10/2016	90	6	92	A	N	Concluída
FBC5729-8/1	Fundamentos Básicos da Avaliação do Risco Oferecido por Substâncias Químicas	11/04/2017	08/05/2017	60	4	83	A	N	Concluída

	Créditos mínimos exigidos		Créditos obtidos
	Para exame de qualificação	Para depósito da dissertação	
Disciplinas:	0	25	26
Estágios:			
Total:	0	25	26

Créditos Atribuídos à Dissertação: 71

Conceito a partir de 02/01/1997:
A - Excelente, com direito a crédito; B - Bom, com direito a crédito; C - Regular, com direito a crédito; R - Reprovado; T - Transferência.
Um(1) crédito equivale a 15 horas de atividade programada.

Última ocorrência: Matrícula de Acompanhamento em 05/02/2018
Impresso em: 11/06/2018 12:16:02