

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CONSÓRCIO IGD, IQ, IB, FACE/ECO E CDS
CURSO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS

Felipe Dall'Orsoletta

PEGADA HÍDRICA DO FRANGO EM BRASÍLIA

Brasília, DF

Julho de 2017

Felipe Dall'Orsoletta

PEGADA HÍDRICA DO FRANGO EM BRASÍLIA:

ANÁLISE DO PAPEL DO CONCEITO NO MANEJO HÍDRICO INDUSTRIAL

Monografia apresentada ao curso de graduação de Ciências Ambientais da Universidade de Brasília, como um dos requisitos para obtenção de grau de bacharel em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Clóvis Zanata

Brasília, DF
Julho de 2017

Dall'Orsoletta, Felipe

Pegada hídrica do frango em Brasília: análise do papel do conceito no manejo hídrico industrial / Felipe Dall'Orsoletta – 2017.

60 páginas.

Orientador: Prof. Dr. Clóvis Zapata

Trabalho de conclusão de curso em Ciências Ambientais – Consórcio IGD, IQ, IB, FACE/ECO e CDS – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2017.

1. Pegada hídrica 2. Resíduos industriais 3. Indústria do frango 4. Tratamento de efluentes 5. Incorporação de custos.

Felipe Dall'Orsoletta

**PEGADA HÍDRICA DO FRANGO EM BRASÍLIA:
ANÁLISE DO PAPEL DO CONCEITO NO MANEJO HÍDRICO INDUSTRIAL**

Monografia apresentada ao curso de graduação de Ciências Ambientais da Universidade de Brasília, como um dos requisitos para obtenção de grau de bacharel em Ciências Ambientais.

Aprovado em 11 de julho de 2017.

Clóvis Zapata
(Presidente/Orientador)

Maurício Amazonas (CDS – UnB)
(Avaliador)

Jorge Madeira Nogueira (FACE – UnB)
(Avaliador)

Brasília, DF

2017

DEDICATÓRIA

Dedicado a minha mãe, Vera Lúcia. Toda homenagem seria insuficiente perante tamanha gratidão e orgulho que sinto em ser filho dela.

A árvore, quando está sendo cortada, observa com tristeza que o cabo do machado é feito de madeira.

(Atribuída aos provérbios árabes)

RESUMO**PEGADA HÍDRICA DO FRANGO EM BRASÍLIA:
ANÁLISE DO PAPEL DO CONCEITO NO MANEJO HÍDRICO INDUSTRIAL**

AUTOR: Felipe Dall'Orsoletta

ORIENTADOR: Prof. Dr. Clóvis Zapata

A indústria da alimentação está no topo da preocupação mundial. Isso se dá pela sua importância, em face do grande desafio de alimentar todos os humanos na Terra e também pelo impacto ambiental que causa, tanto em nível local quanto global. Este estudo mostra a pegada hídrica do frango produzido em Brasília e aborda ainda outros aspectos lindeiros ao diálogo entre indústria e meio ambiente. A partir do resultado, tenta-se discutir qual é a importância do conceito de pegada hídrica para o planejamento ambiental. A ferramenta em si também é objeto de análise, ao evocar-se seus pontos positivos e negativos. Ela mostra sua utilidade na busca do equilíbrio entre oferta e demanda hídrica regionais. Mas deixa algumas lacunas, como a falta de debate da incorporação dos custos pelas empresas, por exemplo. Para o frango produzido em Brasília, o resultado da pegada hídrica encontrado foi de 2.247 litros de água demandados por quilo de carne. Entender mais a fundo o conceito, discutir sua padronização e debater a incorporação de custos pelas empresas podem ser possíveis objetos de estudos futuros.

Palavras-chave: Pegada hídrica. Resíduos industriais. Indústria do frango. Tratamento de efluentes. Incorporação de custos.

ABSTRACT**WATER FOOTPRINT OF POULTRY IN BRASILIA: ASSESSMENT OF THE ROLE OF THE CONCEPT IN THE INDUSTRIAL WATER MANAGEMENT**

AUTHOR: Felipe Dall'Orsoletta

ADVISOR: Prof. Dr. Clóvis Zapata

The food industry is at the top of the global concern. This is because of its importance, given the great challenge of feeding all humans on Earth and also the environmental impact it causes, both locally and globally. This study shows the water footprint of the chicken produced in Brasilia. It also addresses other aspects of dialogue between industry and the environment. From the result, the importance of the water footprint concept in environmental planning is discussed. The tool itself is also object of analysis, showing its positives and negatives matters. It shows its usefulness in the search for the balance between regional supply and water demand. However, the tool leaves some gaps as the lack of debate about the incorporation of costs by companies, for example. For the chicken produced in Brasília, the result of the water footprint found was 2,247 liters of water demanded per kilo of meat. Further understanding of the concept, discussing its standardization and discussing the incorporation of costs by companies may be possible objects of future studies

Keywords: Water footprint. Industrial waste. Poultry industry. Waste management. Costs incorporation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - O caminho da água na indústria de frango.....	32
Figura 2 – Etapas do tratamento de água residual industrial.....	36
Figura 3 – O peso de cada processo no resultado final da pegada hídrica.....	45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Produção Brasileira de Carne de Frango 2006 – 2015.....	20
Gráfico 2 – Três maiores conglomerados de abate de frango no Brasil em 2015.....	23
Gráfico 3 – PH da produção avícola de Brasil, China, EUA e Holanda.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução tecnológica da avicultura brasileira.....	18
Tabela 2 - Ranking de Produção, Exportação e Importação de Frango no Mundo.....	19
Tabela 3 - Ranking de Regiões Importadoras do Frango Brasileiro.....	21
Tabela 4 - Participação por estados na avicultura do Brasil.....	21
Tabela 5 – Maiores Abatedouros de Frango do Brasil nos anos 2014 e 2015.....	22
Tabela 6 – Indústrias Avícolas do DF.....	24
Tabela 7 – Principais parâmetros físico-químicos de um efluente.....	34
Tabela 8 – Definição dos tipos de água na Pegada Hídrica.....	43
Tabela 9 – PH da carne de frango de Brasil, China, EUA e Holanda de acordo com os tipos de criação.....	47
Tabela 10 – PH de produtos animais versus vegetais.....	48
Tabela 11 – Panorama de consumo diário de água e comparação com a meta por ave.....	52
Tabela 12 - Pegada Hídrica do frango no DF.....	52
Tabela 13 – Quadro-resumo de histórico e legislações sobre efluentes.....	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABETRE	Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
APHA	<i>American Public Health Association</i>
ARIC	Água Residual das Indústrias de Carne
AWWA	<i>American Water Works Association</i>
BCT	Best Conventional Pollutant Control Technology
BRF	Brasil Foods S/A
BPT	<i>Best Practicable Control Technology Currently Available</i>
CAESB	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
CCP	<i>Chinese Communist Party</i>
CF	Constituição Federal
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CWA	<i>Clean Water Act</i>
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DF	Distrito Federal
DQO	Demanda Química de Oxigênio
DZ	Diretriz
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
EPNRC	<i>Environmental Protection and Natural Resources Conservation</i>
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
EUA	Estados Unidos da América
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
HA	Hectare
NBR	Norma Brasileira Registrada
NPC	<i>National People Congress (China)</i>
NT	Norma Técnica
PCS	<i>Permit Compliance System</i>

PIB	Produto Interno Bruto
PH	Pegada Hídrica
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
POA	Processos Oxidativos Avançados
PSES	<i>Pretreatment Standards for Existing Sources</i>
PSNS	<i>Pretreatment Standards for New Sources</i>
SECEX	Secretaria de Comércio Exterior
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SINDIAVES – DF	Sindicato dos Avicultores do Distrito Federal
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>
ZERI	<i>Zero Emissions Research Initiative</i>
WEP	<i>Water Equipment and Policy Center</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	A INDÚSTRIA DO FRANGO.....	17
2.1	HISTÓRICO.....	17
2.2	QUADRO ATUAL.....	19
2.3	A INDÚSTRIA DO FRANGO EM BRASÍLIA.....	23
3	O MANEJO HÍDRICO NA AVICULTURA.....	26
3.1	O IMPACTO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA DO FRANGO.....	26
3.2	A GESTÃO AMBIENTAL NAS EMPRESAS.....	28
3.3	CONSUMO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA DO FRANGO.....	30
3.4	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE RESÍDUOS DA AVICULTURA.....	33
3.5	O TRATAMENTO DE RESÍDUOS.....	34
3.6	NOVAS TENDÊNCIAS E PRESSÕES DE MERCADO.....	38
4	O CONCEITO DE PEGADA.....	42
4.1	PEGADA AMBIENTAL.....	42
4.2	PEGADA HÍDRICA.....	43
4.3	RELAÇÃO PEGADA HÍDRICA COM PRESSÃO HÍDRICA.....	44
4.4	OUTROS ESTUDOS DE PEGADA HÍDRICA.....	46
4.5	CRÍTICAS A PEGADA HÍDRICA.....	48
5	ESTUDO DE CASO.....	50
5.1	MÉTODO.....	50
5.2	RESULTADOS.....	51
5.3	DISCUSSÃO.....	52
6	CONCLUSÃO.....	56
	REFERÊNCIAS.....	59
	APÊNDICE A.....	66
	APÊNDICE B.....	67

INTRODUÇÃO

Atualmente, o Distrito Federal atravessa uma grave crise hídrica e diversos são os motivos que podem ser apontados como causadores. Seguidos anos de ineficiência administrativa e falta de planejamento levaram a cidade a um racionamento hídrico, onde dois anos antes sobrava água. Comentava-se à época que tal problema estava longe de acontecer, porém hoje nossa economia sofre diante de racionamento desse vital recurso. Água não é brincadeira, a ela é preciso dispensar toda nossa atenção.

O conceito de pegada hídrica, nascido em 1998 (ALLAN apud DA SILVA et al 2013), e conceituado em 2002 (HOEKSTRA, 2012 apud MEKONNEN e HOEKSTRA, 2011), nasceu com o objetivo de mostrar às pessoas o quanto de água é demandado da natureza para que um produto chegue até o consumidor final. No mesmo sentido, mostrar que a demanda por água vai além do que é gasto nos processos industriais. Segundo Allan (1998 apud DA SILVA et al., 2013, p.2), o maior montante é a chamada água virtual que possui difícil percepção em análises superficiais. A pegada hídrica engloba toda a vida útil de um produto, desde seu nascimento até estar pronto para uso. Essa complexidade faz que com muitas pessoas não notem quanto um produto demanda de água até ficar pronto para ser comercializado.

A atividade avícola é um dos principais setores industriais em muitos estados brasileiros, principalmente na porção centro-sul. No cenário internacional, o Brasil está entre os principais *players* do setor, ao lado de potências como China e Estados Unidos. Ao longo da história, a indústria do frango no Brasil foi pioneira em inovações industriais. Isso ocorreu primeiramente e principalmente na região sul do país, onde não só inovações tecnológicas, mas também, genéticas, produtivas, sistêmicas e ambientais, foram muito importantes para o desenvolvimento econômico da nação. Belusso e Hespanhol (2010) afirmam que a indústria avícola se firmou como um segmento moderno no Brasil dos anos 70, e cita a política agrícola de créditos subsidiados e a instalação de frigoríficos como motivadores, além de integração e articulação internacional, em busca de melhorias dos processos e novos mercados consumidores.

É preciso pensar em soluções para mitigar os efeitos negativos de plantas industriais, como os abatedouros de frango. Em decorrência disso, setores exclusivamente de cunho ambiental têm surgido nas empresas. Conceitos como simbiose industrial, avaliação de

ciclo de vida e certificações internacionais têm auxiliado as empresas a constantes auto-avaliações do que podem melhorar no quesito ambiental, incluindo o manejo hídrico. No fim das contas, vê-se que além de ganhos ambientais, medidas visando eficiência também podem gerar significativos ganhos econômicos. Vale lembrar que, hoje em dia ser vista como empresa que tem preocupação ambiental é desejo primordial de empresas.

Prova dessa preocupação é o novo mercado de tratamento de resíduos e efluentes industriais que surgiu nas últimas décadas. Uma breve análise deste setor e possíveis tendências futuras será aqui demonstrada. Bustillo-Lecompte e Mehrvar (2015) afirmam que o setor de tratamento de resíduos sólidos e líquidos da indústria se tornou crucial para a continuidade do desenvolvimento da sociedade. Paralelo a isso, no Brasil é crescente o número de problemas de desabastecimento de água, principalmente em grandes centros urbanos. São Paulo em 2015 e Brasília em 2017 são dois bons exemplos.

Diante disso, optou-se como cerne de pesquisa o principal setor industrial de Brasília, o avícola. O objetivo deste trabalho foi encontrar a pegada hídrica do frango produzido em Brasília, e mais do que isso, analisar a pegada hídrica no contexto da preocupação ambiental. Algumas questões serão levantadas a respeito do resultado encontrado. O trabalho tentará por luz aos seguintes pontos: se o conceito de PH é válido, se a PH é útil na busca da eco-eficiência, quais seu pontos fortes e críticas, qual a importância da PH frente à gestão ambiental das empresas e qual contribuição podemos retirar deste novo conceito.

O trabalho está estruturado da seguinte forma: inicia-se falando sobre a indústria da avicultura, num olhar global e regional. Em seguida, aborda-se os impactos que o setor pode provocar no meio ambiente, impactos estes que levaram ao surgimento de setores de gestão ambiental nas empresas, abordado na sequência. Depois disso, será debatido o caminho da água na indústria do frango, discutindo as características e as soluções para a disposição de efluentes e pressões de mercado. Fechando, apresenta-se a pegada hídrica e o estudo de caso.

2. A INDÚSTRIA DO FRANGO

Iniciaremos fazendo um relato histórico da avicultura nacional, desde seu surgimento no Brasil até os dias atuais. Em seguida um quadro atual do setor será abordado, em nível global e nacional. Por fim será mensurado o tamanho atual da indústria avícola em Brasília.

2.1. HISTÓRICO

O frango faz parte do cardápio do brasileiro desde a época do descobrimento. Existem relatos de carregamento e comércio de frangos já durante a época imperial. No século XIX, o Rio de Janeiro, principalmente na região serrana, era notoriamente famoso pelo seu comércio de galinhas e frangos. Durante o início do século XX e principalmente no pós-guerra foi que a indústria efetivamente deu seus primeiros passos no Brasil, seguindo-se depois várias décadas de constante crescimento e evoluções.

Foi na década de 30 que se assanharam os primeiros movimentos em torno de uma cadeia produtiva de frango no Brasil. Até então, esse tipo de atividade restringia-se ao estilo “fundo de quintal” e era quase todo voltado para consumo próprio, com alguns poucos excedentes sendo trocados entre vizinhos ou vendidos em feiras artesanais (SAMPAIO et al., 2005). A avicultura comercial surgiu no Brasil primeiramente na região de Mogi das Cruzes – SP, no final dos anos 40 (PINOTTI e PAULILLO, 2006). Já a avicultura industrial de postura surgiu com a chegada dos primeiros imigrantes japoneses, no pós-guerra, também no estado de São Paulo (BELUSSO e HESPANHOL, 2010). Na década de 50, com o surgimento de várias inovações tecnológicas, a cadeia começou a crescer e se tornar cada vez mais produtiva. Iniciavam-se ali as primeiras produções de grande escala. A concentração desta indústria se deu majoritariamente no eixo centro-sul do país. O sucesso da avicultura no Sul do Brasil é explicado por alguns fatores como clima propício para cultivo de cereais e habitat do frango, bom custo de produção e bom *know-how* técnico e operacional, quando comparado a outros países exportadores.

A primeira experiência com avicultura industrial deu-se no estado de Santa Catarina, mais precisamente no município de Concórdia, pela empresa Sadia, da família Fontana. (SAMPAIO et al., 2005). Isso ocorreu por volta do final da década de 40. Esse novo sistema inspirou-se em um modelo americano, onde a indústria fornecia o pintinho de um dia e os insumos para sua alimentação, em troca o agricultor entrava com o espaço físico e

a mão de obra para a criação. Chegada a hora do abate, o frango passava novamente para a mão da indústria. É o chamado sistema de produção verticalizado, que com algumas inovações é prática usual até hoje no Brasil e no mundo.

Martins Costa (2000 apud SAMPAIO et al, 2005) afirma que, já na década de 70 iniciaram as primeiras produções brasileiras voltadas para exportação. Essa mudança gerou grande mudança na cadeia, imprimindo àquela altura um ritmo empresarial muito mais voltado para a eficiência. Surgiram ali as grandes indústrias, concentradas basicamente no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. O Sul do Brasil tomou então o posto de principal região avícola do país, antes pertencente ao Sudeste, majoritariamente no estado de São Paulo. Nessa época, na região Oeste de Santa Catarina surgiram e cresceram duas conhecidas marcas, Perdigão e Sadia. Até 1970, apenas quatro empresas avícolas figuravam no Sistema de Inspeção Federal (SIF) do país. Este número chegou a 80 no final dos anos 70 e 116 ao final dos anos 80 (HÜBNER, 2001).

Tabela 1 – Evolução tecnológica da avicultura brasileira

DÉCADA	NATUREZA	EVENTO
1950 - 1960	Genética	Cruzamento/híbridos
1960 - 1970	Sanidade	Higiene/profilaxia/vacinas
1970 - 1980	Nutrição	Programação linear
1980 - 1990	Manejo	Instalações e equipamentos
1990 - 2000	Meio Ambiente	Controle e climatização

Fonte: Bassi, Silva e Santoyo (2013), adaptado de Schorr e Hélio, 1999 (apud Coelho e Borges, 1999), Rizzi (1993) e Santini (2006).

A partir da década de 80 a região oeste paranaense viu nascerem diversas grandes indústrias (BELUSSO e HESPANHOL, 2010). A maioria eram cooperativas e atuavam em toda a cadeia produtiva do frango. Essa pujança é evidenciada até hoje, pois o Paraná é maior estado produtor de carne de aves do Brasil (gráfico no capítulo seguinte). Muitas dessas cooperativas nascidas no final do século passado, até hoje figuram entre as grandes do setor no país. Já no início da década de 90, inovações biológicas e produtivas incorporaram-se ao processo, visando agregar valor à produção. Uma das mudanças foi a implantação da avicultura de corte (ZIEBERT e SHIKIDA, 2004 apud SAMPAIO, 2005), caracterizada por ganhos de produtividade, abertura de novos mercados e consolidação da

organização (BASSI, SILVA e SANTOYO, 2013). As etapas da evolução da avicultura brasileira estão resumidas na Tabela 1.

2.2. QUADRO ATUAL

O Brasil está entre os principais atores da avicultura mundial, tanto na produção quanto no consumo. Fato evidenciado pelo destaque que a proteína de frango tem no cardápio do brasileiro. Na Tabela 2, é apresentado um panorama mundial do setor, mostrando os principais países na produção, exportação e importação. Os números são por milhões de toneladas. O Brasil aparece no “top cinco” em produção e exportação, com destaque para a última, onde somos responsáveis por quase 40% de tudo que é exportado no mundo.

Tabela 2 - Ranking de produção, exportação e importação do frango no mundo em 2015 (milhões ton.)

<u>PRODUÇÃO</u>		<u>EXPORTAÇÃO</u>		<u>IMPORTAÇÃO</u>	
EUA	17,97	Brasil	4,30	Japão	0,90
Brasil	13,14	EUA	2,99	Arábia S.	0,90
China	13,03	UE 27	1,15	México	0,76
UE 28	10,60	Tailândia	0,58	UE 28	0,71
Índia	3,90	China	0,40	Iraque	0,69
<u>Demais</u>	<u>29,37</u>	<u>Demais</u>	<u>1,38</u>	<u>Demais</u>	<u>4,68</u>

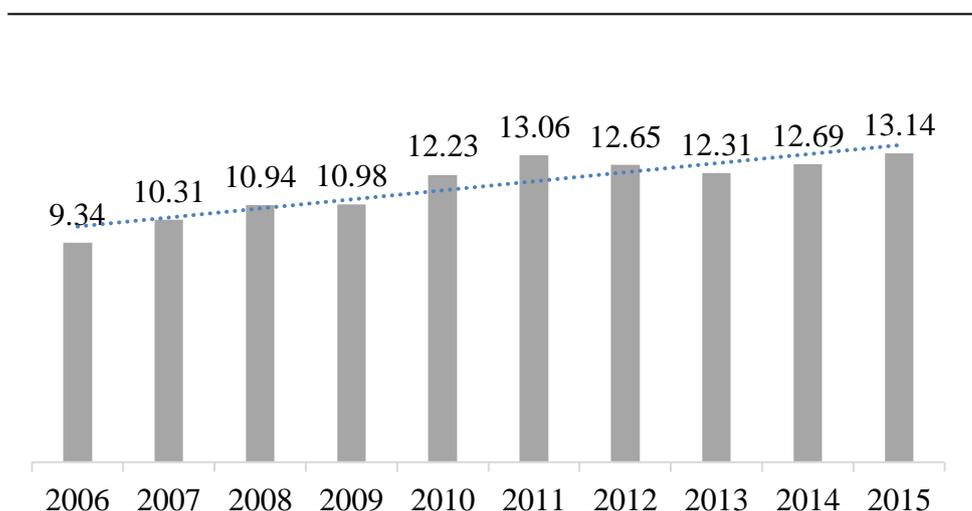
Fonte: USDA/ABPA.

Aproximando a visão para nossa avicultura interna, nota-se que o panorama dos últimos anos descaracterizou um pouco o ritmo de crescimento que sempre foi costumeiro para o setor. Alta nos custos de produção e embargos internacionais, além de constantes greves e paralisações, interromperam a escalada anual da produção. Por outro lado, novos mercados foram abertos, alguns foram recuperados e grandes importadores (como México e China) ampliaram o leque de plantas industriais habilitadas para venda. Além disso, a

recente crise brasileira e a elevação de preços da carne bovina¹ induziram o consumidor a procurar carne de frango em maior escala, devido seu custo mais baixo, resultando na retomada do crescimento após alguns anos de estagnação. Esses dados são trazidos do relatório anual 2016 da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) e referem-se ao ano de 2015.

O Gráfico 1 apresenta a produção brasileira de carne de frango de 2006 a 2015. Nota-se que a produção de frango em 2015 foi a maior da história no Brasil, superando o recorde passado de 2011. A tendência mostra a evolução do setor, apesar dos números estacionários de 2012 a 2014. Neste recorte de 10 anos os números absolutos de nossa produção cresceram aproximadamente 40%. Do total de frango abatido no Brasil cerca de 2/3 ficam para consumo interno e 1/3 é exportado. Na Tabela 3, identifica-se os principais destinos do frango brasileiro. Infere-se dos números a importância da Ásia e Oriente Médio como consumidores do nosso frango, com destaque para Arábia Saudita e Japão, os dois países que mais compram frango do Brasil. Estes números de exportação não incluem produtos embutidos, como linguiças por exemplo.

Gráfico 1 - Produção Brasileira de Carne de Frango 2006 - 2015 (milhões ton.)



Fonte: ABPA.

¹ Shikida, Paiva e Araújo (2016) analisaram a evolução histórica do preço do boi gordo no estado de São Paulo. Apontaram um coeficiente de variação de preço da ordem de 46% no período de 1973 até 1994 e de 12% entre os anos 1994 e 2012.

Tabela 3 - Ranking de Regiões Importadoras do Frango Brasileiro em 2015

REGIÃO	TON.	%
Oriente Médio	1.572.301	44,6%
Ásia	1.229.323	34,9%
África	493.489	14,0%
Europa (extra UE)	132.449	3,8%
UE 28	96.916	2,7%
Oceania	2.321	0,1%
TOTAL	3.526.799	

Fonte: SECEX (não inclui embutidos).

Quando se analisa a produção por estados brasileiros, percebe-se que a região Sul tem domínio na produção, com quase dois terços do total produzido (63%), conforme apontado pela Tabela 4. O Distrito Federal, apesar de sua pequena extensão, tem produção maior que qualquer outro estado do Norte e do Nordeste brasileiro. A concentração de uma indústria tende a gerar menos custos por unidade e maiores ganhos, devido aos ganhos de escala. Esse fenômeno pode ser observado no Brasil: “Em 1992, 5% da área total do país possuía 78% da população de frango; em 2001 essa mesma área abrigava 85% do total” (GERBER, OPIO E STEINFELD, 2007).

Tabela 4 - Participação por estados na avicultura do Brasil em 2015

POSICÃO	ESTADO	%
1	Paraná	32,46
2	Santa Catarina	16,24
3	Rio Grande do Sul	14,13
4	São Paulo	9,22
5	Minas Gerais	7,25
6	Goiás	7,22
7	Distrito Federal	1,67
8	DEMAIS	11,81

Fonte: ABPA.

Em relação ao mercado ofertante, a indústria avícola é caracterizada por um oligopólio. Ao longo da história da avicultura, quatro empresas se destacaram a nível nacional: Seara Alimentos S/A, Aurora Alimentos, Sadia S/A e Perdigão S/A. Essas empresas nasceram no Oeste catarinense, berço da avicultura industrial brasileira. Nos

últimos anos, compras e fusões representaram significativas alterações no mercado. Na década passada as duas maiores empresas do setor anunciaram fusão: Sadia e Perdigão se tornaram a Brasil Foods (BRF), que nas palavras da própria empresa: “é uma das maiores companhias de alimentos do mundo”. Mais recentemente a JBS, líder do mercado de bovinos no Brasil e uma das maiores do mundo, expandiu seus investimentos para o setor avícola. Em 2013 adquiriu a Seara Alimentos, e em 2014 incorporou ao seu grupo três frigoríficos de uma só vez: Big Frango, Céu Azul e Tyson,. Ao adquirir essas empresas também investiu na ampliação delas, prova disso é que as três apareceram no ranking das dez maiores do setor em 2015, onde não figuravam em 2014. A Tabela 5 indica os maiores abatedouros de frango do Brasil, em milhões de cabeças.

Tabela 5 – Maiores Abatedouros de Frango do Brasil nos anos 2014 e 2015 (milhões de cabeças)

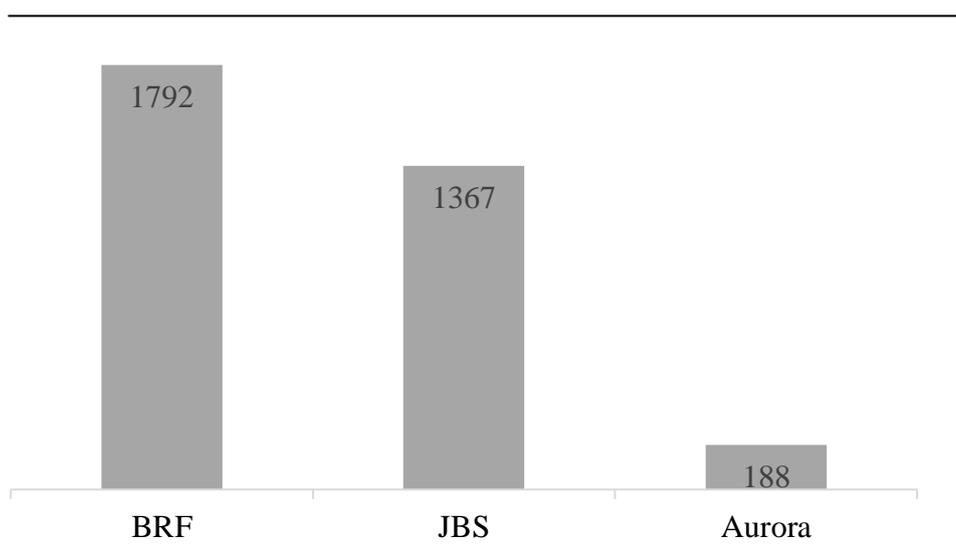
2014		2015	
EMPRESA	TOTAL	EMPRESA	TOTAL
BRF	1.664	BRF	1.792
JBS(Seara)	954	JBS(Seara)	975
Aurora	215,3	Aurora	187,9
GT Foods	122,3	Big Frango*	168
Copacol	98,7	Céu Azul*	120
C-Vale	98,5	Tyson*	104
SSA	70,3	Copacol	95
Zanchetta	70,1	Globo	73,7
Lar	69,9	C-Vale	58
Friato	59,1	Rio Branco	55

Fonte: Avisite (*empresas adquiridas pela JBS em 2014).

A JBS comprou ativos de empresas de abate de animais ao redor do globo, em países como Austrália e Bélgica, por exemplo. Já nos EUA ela é acionista majoritária da Pilgrim's Pride, grande empresa do mercado avícola americano. Quanto ao cenário brasileiro, essa onda de aquisições alterou profundamente o quadro das maiores empresas do setor, criando agora dois grandes conglomerados que sozinhos representam mais da metade da capacidade produtiva da avicultura brasileira. Juntos JBS e BRF foram responsáveis em 2015 por 55% do total de aves abatidas no país. Para se ter uma ideia da

diferença entre as empresas o Gráfico 2 traz a comparação entre os dois grupos com a terceira maior indústria.

Gráfico 2 – Três maiores conglomerados de abate de frango no Brasil em 2015 (milhões de cabeças)



Fonte: Avisite.

2.3. A INDÚSTRIA DO FRANGO EM BRASÍLIA

Por último, apontamos o mercado no Distrito Federal. Apesar de Brasília ser uma metrópole com baixa atividade industrial, é preciso destacar a importância da avicultura na balança comercial, já que é o principal produto de exportação do Distrito Federal. Segundo dados do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, no primeiro semestre de 2016, este setor representou mais de um quarto (28,4%) do total de todos os produtos exportados na capital federal.

Brasília é a unidade da federação com o maior PIB *per capita* do Brasil (IBGE, 2016), o que, por si só, já a torna um mercado consumidor atrativo para o varejo. Na parte produtiva, o Distrito Federal conta com duas plantas industriais avícolas instaladas. Ambas se encontram em cidades satélites do Distrito Federal: Samambaia sedia a JBS Foods e Brazlândia a Bonasa Alimentos S/A. Em ambas as empresas o modo de criação é feito por aviários, sistema usual no Brasil. Os dados de produção foram levantados por meio de entrevistas, diretamente com funcionários das empresas, e representam uma estimativa aproximada relativa a março de 2017. Um maior detalhamento do setor ficou

impossibilitado, pois o Sindicato dos Avicultores do Distrito Federal (SINDIAVES - DF) não possui uma contagem exata de seus associados nem de sua produção². Com os dados levantados podemos mensurar o tamanho das empresas, resumidos na Tabela 6.

Tabela 6 – Indústrias Avícolas do DF (dados aproximados de março de 2017)

FRIGORÍFICO	ABATE (CABEÇAS/DIA)	PRODUTORES ASSOCIADOS
JBS	215.000	99
BONASA	36.800	43 (152 aviários)

Fonte: elaborado pelo autor.

Na unidade da JBS, a coleta de água é feita através de poços artesianos exclusivos da empresa. Os mesmos mandam água para duas lagoas de represamento, através de bombeamento hidráulico. Essas lagoas servem como uma caixa-d'água para a empresa. A seguir a água é tratada na ETA (Estação de tratamento de Águas), para então, já sendo toda ela potável, ser usada pela indústria. Em junho de 2017, quando estive em visita à unidade, eles estavam fazendo uma obra de dutos subterrâneos para o retorno das águas ao sistema natural, depois de tratadas. Essa obra é de alto valor, mas segundo a empresa, é mais barato do que continuar pagando aluguel para utilizar a rede coletora da Caesb. A empresa afirma que paga pela outorga do uso da água. Segundo relato do funcionário, a cobrança e a vigilância sobre o trato de hídricos é constante por parte do Estado, o que frequentemente demanda novas obras e intervenções, geralmente de alto valor. O duto citado, por exemplo, terá um preço aproximado de 1,5 milhão de reais.

Ainda sobre a JBS, cada aviário tem um tamanho médio de 1937m² e abriga cerca de 25.000 aves. O ciclo de criação, do nascimento ao abate, é chamado de lote e sua duração gira em torno de 90 dias. Nos últimos anos o quadro pessoal da empresa teve diminuições devido à recessão e atualmente emprega cerca de mil pessoas.

Como mostram os números, a indústria de carnes é fundamental na atividade econômica do Brasil. Quando se agrega no olhar as indústrias de suínos e bovinos, é possível notar que todo o território nacional conta com plantas deste setor industrial.

² Em visita pessoal ao escritório da Associação das Empresas do Distrito Federal, em 10 de março de 2017, a única funcionária afirmou que a associação é dispersa e que a única atividade que acontece de forma regular é um encontro semanal da diretoria, para debate de números e do mercado para o setor.

Todos os estados lucram com os ganhos econômicos advindos de tal atividade, inclusive com grande número de exportação, mas também precisam conviver com as externalidades negativas advindas dos processos industriais. O manejo hídrico está entre as principais preocupações.

3. O MANEJO HÍDRICO NA AVICULTURA

A partir de agora trataremos da intrínseca relação entre a indústria do frango e o meio ambiente. Primeiro optou-se por mostrar qual o impacto ambiental de um abatedouro de aves. A partir daí, será debatido o atual nível de preocupação das empresas com sua responsabilidade ambiental. Em seguida será abordada especificamente a relação da água com a indústria do frango, trazendo para o debate os parâmetros físico-químicos de efluentes, bem como o que existe atualmente no tratamento de resíduos e qual a contribuição que o mercado pode dar ao movimento ambiental.

3.1. O IMPACTO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA DO FRANGO

Segundo Bengtsson (2012), a produção de comida será o maior desafio global de sustentabilidade que enfrentaremos no século 21. Já Pardi (1993 apud FEISTEL, 2011) afirma que falar das indústrias de carnes é falar da principal fonte de proteínas para nossa alimentação em todo o mundo.

O conceito de carne pode ser definido como os músculos, as vísceras e os produtos processados após abate e industrialização. Existem dois grandes grupos de carnes: as carnes vermelhas e as brancas. A carne de frango pertence ao segundo grupo. A indústria de frango apresenta três tipos de plantas industriais: abatedouros, abatedouros com salsicharia e salsicharia, sendo esta última apenas para industrialização da carne. Nos abatedouros é que se concentram as atividades mais poluidoras (SILVEIRA, 1999).

O documentário *Cowspiracy* (2014), indica diversas questões relevantes da relação água/carne. As emissões de gases de efeito estufa devem aumentar numa velocidade cerca de quatro vezes maior que as emissões relacionadas ao setor de energia. O vídeo afirma também que, segundo Dr. Will Tuttle³, há 10 mil anos atrás os animais silvestres correspondiam a cerca de 99% de toda a biomassa da terra, e nós seres humanos, apenas 1%. Hoje, dez mil anos depois, nós seres humanos e os animais em cativeiro correspondemos a 98% de toda a biomassa ambiental. Deduz-se a partir disso, que a pressão ambiental está irremediavelmente sobre nós e nossos sistemas de criação.

³ Autor e educador ambiental americano. Para mais informações: www.worldpeacediet.com.

Vejamos frase de Kip Andersen, um dos autores do filme: “Eu descobri que um hambúrguer de 114 gramas requer quase 2.500 litros de água para ser produzido. Eu tenho tomado banhos curtos para economizar água e descubro que comer apenas um hambúrguer é equivalente a dois meses inteiros de banho”.

Produtos animais requerem uma quantidade maior de água para serem produzidos, em relação a plantas e vegetais (GERBENS-LEENES, MEKONNEN e HOEKSTRA 2013). O aumento constante na produção é acompanhado de uma busca intensiva por menores custos de produção, que tende a gerar produções mais eficientes. Sobre isso:

Entre 1930 e 1996, a capacidade de crescimento dos frangos (conversão ração/carne) aumentou 65% com diminuição de cerca de 50% na quantidade de ração consumida e redução do tempo de engorda que era de 105 dias, em 1930, para 45 dias, em 1996, o que representa ganhos em termos de faturamento industrial (ALVES FILHO; ARAÚJO, 1999 apud BELUSSO e HESPANHOL, 2010).

Mesmo com essa preocupação de se obter uma produção mais sustentável com menos desperdício, os efeitos locais de um abatedouro de frango podem ser muito nocivos. Tais plantas industriais podem ser atração de uma série de animais indesejados, como roedores, aves e insetos. Estes animais carregam com eles uma série de doenças e podem ainda gerar desequilíbrio de fauna e aspectos visuais negativos. O mau odor também é problema crônico dos abatedouros de frango, demandando esforço das empresas para combater tal externalidade. Gerber, Opio e Steinfeld (2007), afirmam que um dos problemas mais desagradáveis das indústrias é o odor, devido a difícil definição de suas fronteiras. Por serem gases, é difícil a mensuração de quão longe o cheiro pode ir. Não sendo vistos, geralmente o mau odor proveniente de um abatedouro passa despercebido da percepção geral das pessoas. Quem realmente sofre com isso são os habitantes das redondezas de bairros industriais, na maioria das vezes, populações pobres.

A disposição das sobras da produção também pode se tornar um problema. As carcaças de frango, por exemplo, são motivo de grandes preocupações de indústrias avícolas (GERBER, OPIO e STEINFELD, 2007). Entre as soluções existentes, muitas empresas optam pelo mais simples, que é o enterro dos restos. Essa alocação pode trazer prejuízos à saúde humana, ao meio ambiente e à qualidade da terra e água da região. Segundo Bellaver (2002), estima-se no Brasil haver uma produção de cerca de 16 milhões de toneladas de carne por ano, entre suínos, aves e bovinos. Assumindo uma média de

35% de perdas no abate, entre resíduos não comestíveis e efluentes, e descontando-se a água, estima-se um total de quatro milhões de toneladas de produtos não comestíveis e/ou recicláveis por ano, resultantes da produção total de carne. Cerca de um terço dessa produção é de carne de frango.

Outro fator importante ao se analisar o impacto ambiental da cadeia de frango, é o fato de que não somente nas indústrias estão os maiores problemas, mas também nos nossos costumes. Atitudes mais inteligentes, do ponto de vista ambiental, ajudam a reduzir a PH, e conseqüentemente a pressão hídrica local. Cerca de um terço de todo alimento produzido no mundo, é perdido ou desperdiçado devido a nossos hábitos alimentares (GUSTAVSSON et al., 2011). Essa mudança não depende de investimentos, mas sim de mudança de nossas atitudes.

3.2. A GESTÃO AMBIENTAL NAS EMPRESAS

Nas últimas décadas tem tido destacado crescimento um setor exclusivamente de cunho ambiental nas empresas. Através do chamado Sistema de Gestão Ambiental (SGA), as firmas se adaptam e se ajustam para não infringirem os limites ambientais. Ou até antes desses limites serem estabelecidos, empresas já se adaptam a essa nova realidade, caracterizando iniciativas voluntárias de apelo ambiental, que podem ter um excelente custo-benefício frente ao mercado consumidor. Lindner (2000 apud DAL PIVA et al., 2007, p.27) define o SGA como um conjunto de procedimentos para gerir ou administrar uma empresa, de forma a obter um melhor relacionamento com o meio ambiente. Cada vez mais as empresas têm enxergado novas oportunidades de ganhos com a implantação de SGA, que além das melhorias advindas quando da sua implantação, ainda instalam um processo coletivo de melhoria e monitoramento contínuo na planta industrial. Segundo Moreira (2001 apud DAL PIVA et al., 2007, p.24), ao se implementar um SGA como forma de gerenciamento das atividades organizacionais, deve-se lembrar que o compromisso passa a ser permanente, pois exige uma mudança definitiva da antiga cultura e das velhas práticas. Para tanto, é imprescindível a busca da melhoria contínua, princípio fundamental de um SGA. Dal Piva et al. (2007) afirmam que ao perceberem que é possível tornar o processo produtivo cada vez mais eficiente, a satisfação das pessoas envolvidas nesse trabalho também aumenta, se tornando um diferencial para a empresa.

Ainda sobre o SGA, veja o que dizem Sampaio et al. (2005):

[...]quanto aos resultados alcançados, a diferença reside na operacionalização e implementação das ações, além da hierarquia de importância que se infere para as políticas relacionadas com a questão ambiental. E, esta última, implícita na chamada cultura organizacional. Destaca-se com isso a necessidade de olhar não somente para a empresa, mas também pensar no ser-humano, na sociedade, na natureza, nas gerações vindouras.

Uma inovação importante trazida com a PNRS foi no campo econômico. Nesta nova política, o seguimento de normas ambientais ou ações voluntárias de proteção à natureza podem significar o recebimento ou não de linhas específicas de financiamento. Empresas em débito com suas obrigações ambientais ficam restritas de receber determinados benefícios fiscais. Em contrapartida, empresas que necessitam financiamentos para incorporação de novas tecnologias menos poluidoras têm facilidades de acesso e juros reduzidos na captação de dinheiro junto ao Estado. Cajazeira (1997 apud DAL PIVA et al., 2007) afirma que as recentes preocupações em relação às questões ecológicas foram transferidas para as indústrias sob as mais diversas formas de pressão:

- Financeiras (bancos e outras instituições do gênero evitam investimentos em negócios com perfil ambiental conturbado),
- Seguros (diversas seguradoras só aceitam apólices contra danos ambientais em negócios de comprovada competência em gestão do meio ambiente) e
- Legislação (crescente aumento das restrições aos efluentes industriais pelas agências ambientais).

Devido a esses mecanismos econômicos de incentivo ao ambientalmente correto, empresas poluidoras e ineficientes veem o seu distanciamento ficar ainda mais latente à medida que seus concorrentes se modernizam. A situação é contrária àquela imaginada outrora, de que os custos ambientais poderiam inviabilizar a empresa ou reduzir seus lucros (MOURA 2003 apud DAL PIVA et al., 2007, p.30). Portanto caiu por terra a ideia corrente até os anos 90, de que adequar-se a novos modelos de eficiência ambiental era caro e representava um freio ao crescimento.

Mas também existe o outro lado da moeda. As indústrias ainda são uma das forças mais poderosas atuantes em nossos sistemas político e econômico. Postergam o máximo

possível adequações e mudanças dispendiosas. No documentário “*Cowspiracy*”, Kip Andersen sugere uma teoria de grande conspiração de indústrias de proteína animal mundo afora. O autor ouviu vários especialistas e agências ambientais falarem sobre a degradação ambiental causada pela agropecuária, porém encontrou muitas dificuldades em ouvir das agências o grande mal que o atual sistema de criação de animais em sistemas industriais e cativeiros causam. A partir daí, desenrola-se a ideia de que as grandes agências ambientais não atacam o problema como deveriam, e boa parte disso se deve ao fato dessas agências viverem de doações, que parte das vezes vêm dessas mesmas indústrias. Segundo a filmagem, hoje em dia, a produção global de proteína animal produz 130 vezes mais resíduos do que os dejetos de toda a população humana. E este dado fica ainda mais assustador, segundo o filme, quando nos atentamos que os resíduos humanos possuem taxa de tratamento bem maior que os resíduos industriais.

É evidente a necessidade de controle ambiental sobre esses resíduos de processos produtivos. Entender o caminho que a água perfaz durante a produção de frango e escolher corretamente qual o tipo de tratamento uma empresa dará a suas sobras é peça fundamental no processo produtivo, conforme veremos a seguir.

3.3. CONSUMO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA DO FRANGO

Entra em pauta agora a relação entre oferta de água e a avicultura, quando tenta-se mostrar qual o caminho que o recurso percorre no processo, do início (captação) ao fim (despejo). A partir daí, conceitos, gargalos e tendências futuras serão debatidos. Devido à necessidade de constante limpeza, o abate de animais é um grande consumidor de água. Esse recurso é utilizado durante todo o processo, em várias finalidades: limpeza dos animais ainda vivos, higienização das estruturas de transporte, melhor remoção de vísceras, constante limpeza de máquinas para evitar acúmulo de resíduos, entre outros.

Mancuso e Santos (2003), afirmam que 65% de toda a água consumida no mundo é utilizada pela agricultura, 25% pelas indústrias e os 10% restantes para fins urbanos. Segundo o “Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, Água e Emprego”, lançado em março de 2016, o setor de indústria e manufaturados no mundo é responsável pelo uso de 4% de todas as reservas de águas globais. O mesmo estudo estima um aumento desse uso na ordem de 400% até 2050. O peso das indústrias cárneas no uso total de água em indústrias de alimentos e bebidas

corresponde a 24% do total, e mais de 29% do total consumido no setor agroindustrial (BUSTILLO e MEHRVAR, 2015).

A avicultura mundial vem crescendo nas últimas três décadas, numa média de 5% ao ano (GERBER, OPIO e STEINFELD, 2007). Este aumento é maior do que os experimentados pela bovinocultura e suinocultura. Em 1994, a carne de frango representava cerca de 25% do total de carne produzida no mundo (RICHARD e ROTHWELL, 1995). Em 2010 essa proporção aumentou, chegando a cerca de 33% da produção mundial (PARANÁ).

Os números da indústria de frango ganham destaque devido ao fato dela ser amplamente distribuída ao redor do mundo. Até em países orientais, onde esse consumo não era tão comum, a carne está cada dia mais fazendo parte da dieta das pessoas. São efeitos da globalização, o cardápio ocidental está se espalhando em países superpopulosos como China e Índia, que estão aumentando seus consumos de proteína animal ano após ano. Com isso a previsão é que a demanda mundial por carne aumente cerca de 85% até 2050, segundo projeções do Banco Mundial (BENGTSSON, 2012). Os problemas sociais advindos desta crise também começam a pipocar por todo o mundo:

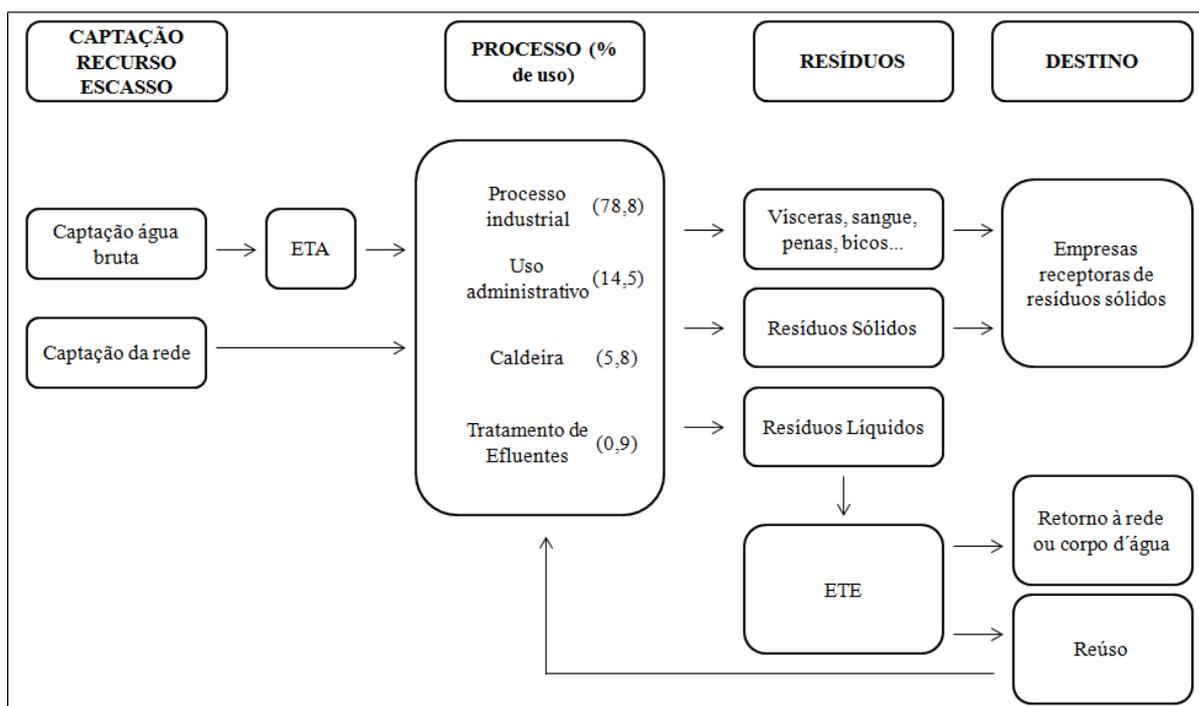
À medida que a relação entre disponibilidade hídrica e demanda vai diminuindo, a probabilidade de surgimento de conflitos entre os diversos usuários dos recursos hídricos, bem como o surgimento de estresse ambiental, vai se tornando mais acentuada (MIERZWA, 2002).

Na Figura 1 apresenta-se um diagrama resumo do caminho da água na indústria de aves, desde sua captação até seu retorno. Para melhor compreensão, dividiu-se o caminho da água em quatro etapas, sendo que na fase de produção aparecem as porcentagens que cada parte representa no total do consumo da indústria. A estação de tratamento de água (ETA) e a estação de tratamento de efluentes (ETE) também foram representadas, nos pontos de coleta e saída da água, respectivamente. Eis o detalhamento a que cada parte do processo produtivo se refere:

- Processo industrial: água utilizada em todos os processos industriais: escaldagem, resfriamento, evisceração, higienização de máquinas e produtos, *chillers*, injetores, entre outros;

- Uso Administrativo: escritórios, refeitório, sanitários, lavanderia, logística, entre outros;
- Estações de tratamento: estação de tratamento de água, estação de tratamentos de efluentes, graxaria e sistema de desinfecção;
- Caldeira: geração de vapor.

Figura 1 - O caminho da água na indústria de frango



Fonte: elaborado pelo autor (adaptado de MATSUMURA, 2007).

Kist et al (2009) afirmam que os pontos críticos do manejo hídrico na avicultura estão situados no processo industrial (principalmente escaldagem e pré-resfriamento) e em alguns momentos nas estações de tratamento, como disposição de resíduos líquidos e alocação de água tratada não reutilizável. Com base nesses pontos críticos e nas leituras realizadas, é possível afirmar que provavelmente um dos setores que mais irá crescer nos próximos anos, dentro da indústria de carne, é relacionado a tratamento e reúso de água residual.

Na indústria do frango existem certos processos que necessariamente demandam água potável em suas operações, devido a cuidados e exigências sanitárias. Acontece que muitas vezes esse cuidado pode se tornar excessivo, pela falta de conhecimento em

relação aos volumes necessários e custos associados (KRIEGER, 2007). Portanto visando o cumprimento de normas sanitárias, diminuição de custos e mitigação de efeitos ambientais negativos, é fundamental a racionalização do uso da água nas unidades.

Geralmente as indústrias avícolas fazem a captação hídrica diretamente de poços e lagoas. São raros os casos de captação de água da rede pública. Em estudo de caso em uma indústria de aves no interior de São Paulo, Amorim, Nardi e Del Nery (2007), apontaram que 99,5% da água usada pela empresa vinha de poços de captação, e apenas 0,5% da rede pública.

3.4. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE RESÍDUOS DA AVICULTURA

De forma geral, a água residual da indústria de frango é devolvida ao ambiente de forma bastante alterada em comparação ao seu estágio inicial (NAGEL, 2003). Em alguns casos esses corpos hídricos são suficientemente grandes para diluírem a carga sem maiores prejuízos (SCARASSATI et al., 2003). Porém, frequentemente os rios são de pequenos portes e as descargas industriais de abatedouros são muito volumosas. Nestes casos o rio fica impróprio a fauna aquática e também para abastecimento.

Entre os principais responsáveis pelo aspecto desagradável destes resíduos destacam-se: demanda bioquímica de oxigênio (DBO) elevada, grande presença de óleos e graxas, gordura, alta concentração de sólidos sedimentáveis e suspensos, alta concentração de nitrogênio orgânico e presença de microrganismos patogênicos. (SCARASSATI et al., 2003).

Ramalho (1977 apud SILVEIRA, 1999) traz uma lista mais detalhada dos principais parâmetros físico-químicos que devem ser analisados num efluente, listados na Tabela 7. Estes indicadores é que devem estar listados nas regulações ambientais, cada qual com seu limite máximo ou mínimo, a depender da natureza do poluente, especificidades locais e nível de atuação do órgão ambiental. A realização das análises necessárias para determinar cada parâmetro é padronizada internacionalmente segundo os “*Standard Methods for the examination of water and waste water*”, da *American Public Health Association (APHA-AWWA-WEP, 1995)*.

O descarte de água residual de indústrias de frango é considerado dos mais nocivos para o meio ambiente, opinião avalizada pelo Instituto Ambiental Norte Americano – EPA

(BUSTILLO e MEHRVAR, 2015). Essa água de abatedouros, na quase maioria dos casos, vem repleta de matérias orgânicas altamente putrescíveis (NAGEL, 2003) e decompõem-se em poucas horas, criando um cheiro nauseante, deixando o ambiente irrespirável. O descarte desse resíduo diretamente em corpos d'água representa um verdadeiro desastre ambiental para a região atingida. As autoridades sanitárias enxergam neste tipo de indústria, os grandes poluidores de mananciais de águas para abastecimento. (SCARASSATI et al., 2003). O maior desafio, hoje em dia, tem sido eliminar os resíduos de forma correta e reutilizá-los sempre que possível, aliando baixo custo e eficiência produtiva (SAMPAIO et al., 2005). Diante disso, na gestão hídrica o tratamento de efluentes é primordial.

Tabela 7 – Principais parâmetros físico-químicos de um efluente

Sólidos totais	Metano
Temperatura	Nitrogênio
Cor	Fósforo
Odor	Óleos e graxas
Turbidez	Cloretos
Demanda bioq. de oxigênio (DBO)	Sulfatos
Demanda quím. de oxigênio (DQO)	Compostos tóxicos
Carbono orgânico total	Pesticidas
Potencial Hidrogeniônico (pH)	Fenóis
Oxigênio dissolvido	Agentes tensoativos
Metais pesados	Microorganismos
Gás sulfídrico	Vazão do efluente

Fonte: Ramalho (1977 apud SILVEIRA, 1999).

3.5. O TRATAMENTO DE RESÍDUOS

Eis alguns dos motivos para que uma indústria trate sua água residual (DONAIRE, 1995 e CARVALHO, 1997 apud SILVEIRA, 1999):

- obediência à legislação ambiental;
- limitações quanto à disponibilidade de água;
- questões sociais quanto à localização da empresa;
- recuperação ou reutilização da água;
- imagem da empresa, a qual em função das normas ISO 9000 e ISO 14000 está

intimamente ligada à qualidade dos produtos e à qualidade ambiental na indústria onde o produto é gerado.

De acordo com Greenberg (1995 apud SILVEIRA, 1999), os primeiros trabalhos publicados sobre modelos de tratamento de água foram na década de 60. Lynn, Logan & Charnes (1962 apud Ibid.) fizeram o primeiro ensaio sobre uma programação linear para minimizar os custos de tratamento de esgoto e controlar sua qualidade na entrada e na saída.

Pela sua alta nocividade, a água residual de indústrias de carne (ARIC) tem um complexo processo de tratamento. Tratamentos primários são importantes para melhorar consideravelmente a eficiência do processo. Depois disso, vem uma etapa secundária e eventualmente até a terciária. O que ocorre muitas vezes é que apenas um método de tratamento não se mostra eficiente. Por isso, métodos combinados são usuais na indústria, fazendo uma junção de diferentes tecnologias em diferentes partes do processo, de acordo com a necessidade e a capacidade de cada um. A seleção de um ou mais tipos de tratamentos em particular, vai depender das características da ARIC, da tecnologia disponível e das legislações vigentes no local (BUSTILLO et al., 2015), uma vez que vários fatores podem afetar o desempenho do sistema (SUBTIL et al., 2009).

Os principais fatores que devem ser levados em conta ao se escolher uma tecnologia para tratamento de água residual devem ser (OLLER et al., 2011):

- característica da água residual,
- tratamentos convencionais disponíveis,
- flexibilidade de tratamentos,
- facilidade de descontaminação,
- eficiência final na descontaminação do efluente,
- viabilidade econômica,
- avaliação do ciclo de vida do produto para determinar a compatibilidade ambiental do tratamento proposto,
- necessidade de uso de água tratada.

Segundo Nunes (2012 apud SILVA 2015) dependendo das condições das águas receptoras e da eficiência dos processos, pode-se classificar o tratamento de águas residuais industriais e de esgotos sanitários nos seguintes níveis ou fases:

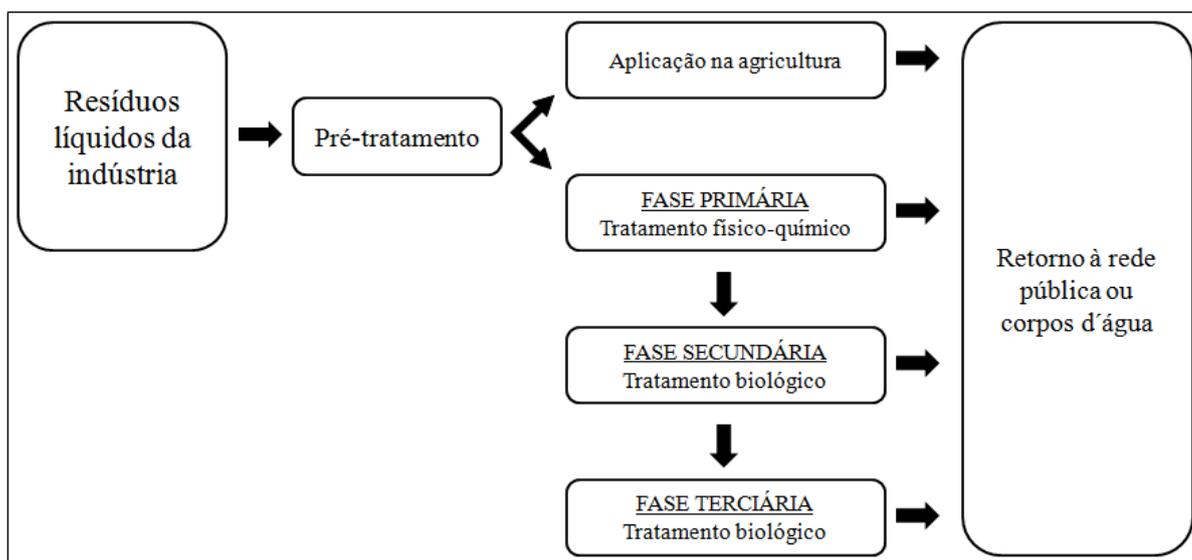
- Tratamento preliminar: remove apenas sólidos grosseiros, flutuantes e matéria mineral sedimentável. Os processos de tratamento preliminar consistem em grades, desarenadores (caixas de areia), caixas de retenção de óleo e gorduras e peneiras;
- Tratamento primário: remove sólidos inorgânicos e matéria orgânica em suspensão. A DBO é removida parcialmente e os sólidos em suspensão quase totalmente. Os processos de tratamento primário são os seguintes: decantação primária ou simples, reatores anaeróbios com baixa eficiência, flotação, neutralização e a precipitação química com baixa eficiência;
- Tratamento secundário: remove sólidos inorgânicos e matéria orgânica dissolvida e em suspensão. A DBO e os sólidos inorgânicos são removidos quase que totalmente. Dependendo do sistema adotado, as eficiências de remoção são altas. Os processos de tratamento secundário baseiam-se em: processos de lodos ativados, lagoas de estabilização (exceto lagoa anaeróbia única), reatores anaeróbios com alta eficiência, lagoas aeradas, filtros biológicos, precipitação química com alta eficiência;
- Tratamento terciário ou avançado: usado quando se pretende obter um efluente de alta qualidade, ou a remoção de outras substâncias contidas nas águas residuais.

Apesar de ser um dos mais simples, o pré-tratamento é fundamental para redução de custos e aumento na eficiência do tratamento. Já a etapa terciária nem sempre é implementada, mas muitos autores defendem sua importância, principalmente em resíduos de alta toxicidade, como no caso de abatedouros. Uma simplificação das etapas do tratamento da água residual é mostrada na Figura 2.

O tratamento de ARIC se assemelha ao processo de tratamento de água potável. Uma de suas características é a grande variedade de tratamentos secundários existentes, aplicados após a etapa primária, que geralmente é menos diversa. De forma geral, as opções de tratamento se dividem em cinco principais grupos: aplicação na terra, tratamento físico-químico, tratamento biológico, processos oxidativos avançados e processos combinados. O processo de escolha do sistema ideal de tratamento de água numa planta industrial, basicamente tem cinco etapas: identificação, conceituação, formalização, implementação e avaliação e revisão (SILVEIRA,1999). Segundo Oller et al. (2011), estudos sobre viabilidade econômica de tratamentos de água ainda são insuficientes. Mais estudos são necessários a fim de se obter um sólido corpo teórico

sobre a escolha do melhor processo, do ponto de vista ambiental e com o menor custo possível.

Figura 2 – Etapas do tratamento de água residual industrial



Fonte: elaborado pelo autor.

Por tratar-se de um tema recente e ainda acalorado, novas tecnologias sobre tratamento de resíduos surgem a todo instante. Entre as novidades de tratamento de água residual, os processos oxidativos avançados (POA) estão entre os mais recentes e eficientes. Este método utiliza a radiação ultravioleta para realizar a fotólise do peróxido de hidrogênio para a formação dos radicais hidroxila (HO⁻) (SILVA, 2015). Esses radicais livres atacam o composto orgânico levando a sua oxidação completa, produzindo espécies inócuas, geralmente CO² e H²O². Ou ainda quando há uma oxidação apenas parcial, ocorre aumento de biodegradabilidade, permitindo então, a remoção dos poluentes por meio biológico. Os pontos positivos dos POA são sua natureza de tratamento destrutivo, não apenas de transferir o poluente de uma fase para outra (SILVA, 2015), além não concentrarem resíduos para posterior tratamento. Como ponto negativo, destaque para o capital intensivo necessário

Ao final do processo industrial (abate, processamento, armazenamento, tratamentos...) do frango, restará: o produto, os descartes do animal e o resíduo líquido, que depois de tratado se divide em água residual e resíduo sólido. No resíduo, teremos uma mistura de sobras de carne, sangue, ossos, lama, excrementos e tudo o que se possa resultar do

processo produtivo. Cria-se um rol de produtos além da mercadoria principal desejada. Este universo de produtos, conhecidos como descartes, tem considerável importância no peso total dos animais vivos. Em alguns casos, essa porcentagem pode chegar a 60%. (GAC et al., 2014)

No mundo todo, o setor de tratamento de resíduos está em franca expansão (GAC et al., 2014). A Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes (ABETRE) revela um crescimento para a área de 26% nos próximos cinco anos. Isso significa que o mercado brasileiro para a indústria de proteção ambiental em resíduos industriais, hoje estimado em R\$ 13 bilhões anualmente, deve atingir a cifra de R\$ 16,3 bilhões em negócios em 2021 (TERA AMBIENTAL). Para se ter uma ideia, na Europa este setor chamado de economia circular, já movimentava cerca de 350 bilhões de euros anualmente.

Uma boa explicação deste crescimento está nas novas regulamentações que trazem ganhos econômicos legais a quem atende os padrões ambientais exigidos. Portanto, este setor industrial brasileiro, que já possui tecnologia de ponta e destaque mundial promete muito aquecimento para os próximos anos. Em reportagem na Revista *Avisite*, edição de maio de 2015(p.32), Luiz Henrique Fronterotta, gerente de soluções para tratamento de água da BASF S.E., afirma: “Atualmente existem tecnologias para tratamento de qualquer tipo de efluente e qualquer tipo de água. Entretanto existem limitações legais para reuso de água, principalmente em indústrias alimentícias...”.

Baseado nesses dados, pode-se afirmar que é importante uma empresa saber gerir e utilizar da forma mais eficiente possível os descartes. Ganhar dinheiro com seus resíduos é vital para um mercado tão competitivo como o do frango. Esses resíduos possuem um incontável número de destinações. São, por exemplo, matérias-primas para uma série de outras indústrias, incluindo alimentação humana e animal. Agregar valor aos subprodutos resultantes dos resíduos é fundamental, e um jeito de fazer isso é transformando-os em matéria prima de indústria “seguinte”. Teremos então novos produtos com valor agregado e não apenas commodities (BELLAYER, 2002).

3.6. NOVAS TENDÊNCIAS E PRESSÕES DE MERCADO

Existem vários grupos de pesquisadores ao redor do mundo dispostos a achar soluções cada vez mais ecoeficientes para a indústria e seus resíduos. O conceito ZERI (Zero

Emissions Research Initiative), por exemplo, é um projeto que nasceu do, então novo, conceito de desenvolvimento sustentável, aclamado na Rio 92. Foi criado pelo belga Gunter Pauli e equipe, em 1994 no Japão. Baseia-se na busca de um modelo cada vez mais circular e integrado de troca de massas entre os sistemas humanos, inspirados nos ciclos da natureza, onde tudo se renova. Gunter (1997) afirma com propriedade em seu artigo: “[...] a indústria precisa atender aos anseios e desejos do mercado consumidor, isso significa que ela não pode gerar poluição e ameaças à saúde”. Baseado nessa ideia, buscase a completa eliminação dos resíduos produtivos, ou segundo as palavras do autor: “é a introdução de todas as matérias primas e seus resíduos dentro do próprio produto”. Com esse ciclo completo, os resíduos deixam de ser problemas e passam a ser solução. É possível produzir mais com a mesma quantidade de insumos, ou até menos.

Para citar um exemplo de complexo industrial seguidor de tal conceito, pode-se citar Masdar City, cidade de aproximadamente 40 mil habitantes que se situa nos Emirados Árabes Unidos, no entorno de Abu Dhabi. Essa cidade é um projeto do governo dos Emirados Árabes Unidos, como forma de diversificar sua economia e se preparar para o pós-petróleo. É a primeira cidade do mundo com ambição de ser emissão zero de carbono e modelo mundial de cidade e economia completamente sustentáveis. Segundo a revista Time Science, o projeto, lançado em 2007, vem enfrentando algumas dificuldades no seu desenvolvimento, mas ainda assim “tem um valor enorme como um grande laboratório vivo para ideias ‘verdes’”.

A simbiose industrial avança neste mesmo sentido: fechar o ciclo das matérias, o máximo quanto for possível. Em Brasília, por exemplo, a empresa Avetec Alimentos é responsável por grande parte das sobras dos processos produtivos das duas unidades industriais avícolas. Essa empresa é responsável pelo recolhimento de resíduos e vísceras das aves abatidas. Essas sobras são reprocessadas e dão origem a novos produtos, como rações por exemplo.

O reuso de água residual também vem crescendo exponencialmente. Na indústria alimentícia, de acordo com o tipo de processo industrial de cada indústria e a região de sua localização, podem existir situações favoráveis ou desfavoráveis ao reuso da água (FRONZA, 2004). Sua viabilidade vem sendo confirmada devido seu relativo baixo custo e asseguarção de abastecimento de água por parte da própria indústria (SILVA, 2015), muitas vezes num padrão mais flexível, do que aquele exigido no lançamento para corpos

hídricos. O padrão da água e do tipo de seu reuso vai depender especificamente de cada indústria. O reuso de água gera ganhos ambientais, econômicos e sociais. Desde 2005, uma legislação específica sobre o tema foi lançada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, estabelecendo, normas, diretrizes e critérios gerais acerca do reuso da água no Brasil (SILVA, 2015).

Na unidade da JBS pesquisada, em 2016 criou-se um sistema de tratamento de água com amônia na saída de algumas máquinas, que permite a reutilização da água para alguns processos como resfriamento de torres, por exemplo. Estima-se que, por dia o total de água reutilizada chegue a 170.000 litros, o que representa cerca de 3% do volume total de água demandada. Amorim, Nardi e Del Nery (2007) afirmam que a água residual de um abatedouro de frangos pode ser reutilizada em diversos processos anteriores, como lavagem de gaiolas de aves, torres de resfriamento e pré-lavagem do setor de subprodutos. Com isso, estimam uma redução de captação de água potável dos poços de até 12%, além da diminuição de cerca de 10% no nível de resíduos líquidos, resultando significativos ganhos econômicos e ambientais.

Pelo tamanho e importância que tem, o setor agroindustrial brasileiro está na “vitrine” do mundo e precisa se adequar aos diversos interesses dos clientes mundo afora. Exemplo disso foi quando me deparei com uma visita de uma comitiva de uma empresa japonesa de consultoria na unidade da JBS Foods. Nesta visita de inspeção, os japoneses demonstraram curiosidade com a gestão ambiental da empresa, fazendo várias perguntas ao responsável. Demonstraram especial atenção com o tratamento de água, tanto na entrada quanto no retorno dos efluentes, inclusive com questionamentos sobre os monitoramentos de rotina industrial e sistemas de emergência.

Pressões internacionais levam a uma busca por tecnologias mais eficientes na gestão hídrica das indústrias brasileiras. Veja o relato de Dal Piva et al. (2007), num trabalho de análise de implantação de SGA em um abatedouro de frangos no Mato Grosso do Sul que exporta 97% de seus produtos:

Dentre os países que a empresa atende, a Unidade de Sidrolândia exporta para Rússia, União Europeia, Hong Kong, Japão e Ásia. O maior mercado que atualmente tal planta abastece é o Japão com aproximadamente 62% de suas vendas. Conforme

levantamento realizado no departamento ambiental corporativo é justamente esse cliente que mais exige controle ambiental dos aspectos significativos, principalmente resíduos sólidos. E essa evidência foi observada no dia 24 de junho de 2007, quando a Unidade recebeu uma visita do Japão Food (um de seus clientes japoneses) e na reunião de fechamento, o cliente indagou para a organização “Estamos impressionados com o controle de resíduos sólidos da Unidade, mas, deixamos uma sugestão: - vocês podem melhorar o sistema de redução de umidade no setor de congelamento, pois quanto menor a umidade, maior a possibilidade de redução de plástico envolta das embalagens de produtos e, conseqüentemente menor geração de lixo no Japão”.

Esse tipo de pressão, exercido por mercados consumidores externos, é essencial para as indústrias brasileiras que querem ser competitivas e abocanhar mercados em países desenvolvidos, os mais exigentes na questão ambiental. Apesar da importância da destinação consciente dos resíduos, face às exigências internacionais, os avanços brasileiros ainda são limitados nesse campo (SAMPAIO et al., 2005). Essa é, ou pelo menos deveria ser, preocupação crescente da indústria avícola nacional.

Ao longo deste capítulo, percebeu-se a crescente preocupação das indústrias de frango para atenderem a dois requisitos relacionados à água: produtividade e eco eficiência. A eco eficiência passa pelo uso racional da água; já a busca de eficiência hídrica na produção é a melhoria constante dos processos, buscando encaixes entre uso e reuso e geração e gestão de efluentes. A pegada hídrica talvez seja uma importante ferramenta neste sentido. É o que se discute a seguir.

4. O CONCEITO DE PEGADA

Chegamos ao corolário do trabalho onde será apresentado o conceito de pegada hídrica. Serão mostrados os tipos de criações e os tipos de água que precisam ser levados em consideração nas análises. A seguir, outros estudos de pegadas hídricas são apresentados, com seus resultados e comparações. Por fim, mas não menos importante, serão abordadas algumas críticas que o conceito recebe. Primeiro será apresentado o conceito de pegada ambiental, de onde derivou a pegada hídrica.

4.1. PEGADA AMBIENTAL

Pegada ambiental é um conceito introduzido no início dos anos 90 pelos pesquisadores Mathis Wackernagel e Bill Rees, da Universidade de *British Columbia*. Esse conceito afirma que pegada ambiental é uma ferramenta quantitativa que permite avaliar o desenvolvimento sustentável de forma numérica (ZHANG et al., 2017). Nos últimos anos esse conceito se ampliou e vem sendo aplicado para produtos e processos, através da chamada avaliação do ciclo de vida (ACV). A ACV é uma ferramenta que permite avaliar os impactos ambientais e recursos utilizados durante o ciclo total de vida de um produto, englobando desde o nascimento das matérias-primas, as fases de produção e uso até chegar à gestão de seus resíduos (FINNVEDEN et al., 2009). A ACV tem maior relevância em produtos agrícolas voltados para alimentação, na medida em que aumenta o nível de complexidade entre as fontes de recurso necessárias. As pegadas hídricas, de solo e de carbono estão entre as mais representativas numa ACV. Para entender a complexa relação entre as diferentes pegadas pode-se citar o exemplo clássico de uma plantação em uma área irrigada que terá uma pegada de terra e de carbono menor em comparação a áreas maiores, devido ao aumento de produtividade. Porém a irrigação aumenta o uso da água, elevando a pegada hídrica da produção.

Essa complexidade de relações fez aumentar a discussão e o número de estudos sobre os vários tipos de indicadores referentes à pegada de um produto (RIDOUTT et al., 2014). Também é crescente a preocupação de estudos sobre a relação entre as diferentes pegadas, pois uma avaliação de ciclo de vida deve abarcar não apenas os gargalos de uma parte do processo, mas sim de um tipo de pegada para outro. Está emergindo um conceito de integração de diferentes tipos de indicadores de pegadas. (GALLI et al., 2012; RIDOUTT E PFISTER, 2013 apud RIDOUTT et al., 2014).

4.2. PEGADA HÍDRICA

Métodos para estimar o montante de água usado em produtos originários da carne bovina surgiram pela primeira vez em 1993, em trabalhos que tinham como objetivo mostrar a “exportação de água” através de produtos agrícolas, para países com escassez de água (DOREAU, CORSON e WIEDEMANN, 2012). A ideia atual de pegada hídrica baseou-se no conceito de “água virtual”, conceito trazido por Allan (1998 apud DA SILVA et al., 2013, p.2), quando estudou a viabilidade de importação de água virtual (através de produtos), como solução para a escassez de água no Oriente Médio. O termo virtual refere-se ao fato de que a maior parte da água utilizada na produção de um bem não se encontra mais nele ao fim do processo.

Esse conceito inspirou a aparição da pegada hídrica (PH) em 2002 (HOEKSTRA, 2012 apud MEKONNEN e HOEKSTRA, 2011). Tal trabalho expandiu o estudo para o total de água de uso doméstico e o total que era importado com produtos, fornecendo informações importantes aos tomadores de decisão. Após o lançamento do conceito de PH em um encontro ocorrido na Holanda em 2002, o tema vem sendo alvo de numerosos debates em reuniões mundo afora. Porém, da Silva et al. (2012) afirmam que o debate no Brasil ainda está engatinhando.

Tabela 8 – Definição dos tipos de água na Pegada Hídrica

ÁGUA AZUL	Evaporação da água, água incorporada ao produto, não retorno da água para a área da captação e não retorno da água no mesmo período.
ÁGUA VERDE	Água proveniente da chuva que permanece armazenada temporariamente no solo e na vegetação, e em seguida entra no processo produtivo, sem chegar aos mananciais.
ÁGUA CINZA	Volume de água doce requerido baseado para assimilar a carga de poluentes na água existente

Fonte: Mekonnen, Hoekstra (2010).

A PH é uma ferramenta usada para mensurar a quantidade de água necessária para produzir determinada quantidade de produto, englobando desde o nascimento do produto até sua utilização. Esta água pode ser usada na forma direta ou indireta. Também pode ser usada para um grupo de produtos, para um total de consumidores ou ainda para

determinada região específica (GERBENS-LEENES, MEKONNEN e HOEKSTRA 2013). Para entender a PH, é preciso explicar que a água utilizada é dividida em três tipos: verde, azul e cinza, conforme demonstrado na Tabela 8. Essa divisão da água em três categorias é uma das principais características da PH. É importante para diferenciar o impacto hidrológico, social e ambiental do uso da água, bem como encontrar oportunidades econômicas de melhorar o custo-benefício do processo (GERBENS-LEENES, MEKONNEN e HOEKSTRA 2013).

4.3. RELAÇÃO PEGADA HÍDRICA COM PRESSÃO HÍDRICA

A PH de um produto pode servir para mostrar o consumo apropriado de água para determinado produto ou determinada região. Pode ainda servir para comparação de um mesmo produto e sua demanda de água em diferentes países, mostrando assim as diferenças de características da região e os diferentes níveis de tecnologia e de processos. Uma das intenções de Hoekstra, ao criar o conceito (HOEKSTRA, 2012 apud MEKONNEN, HOEKSTRA, 2011), foi mostrar seu descontentamento com o fato de que a gestão de recursos hídricos geralmente é vista apenas no contexto regional, abarcando no máximo sua bacia hidrográfica (DA SILVA et al., 2013). Ele queria discutir a relação oferta e demanda de água a nível global. Para estudos de pegadas hídricas em diferentes regiões, a quantidade de oferta e demanda de água de cada local deve ser incorporado ao trabalho (GERBENS-LEENES, MEKONNEN e HOEKSTRA 2013). São as chamadas especificidades locais.

A especificidade local é fundamental quando do cálculo da pegada hídrica. A demanda e oferta de água local precisam necessariamente estar incorporadas ao trabalho. Além disso, dados como índice pluviométrico e índice de retorno também precisam ser consultados.

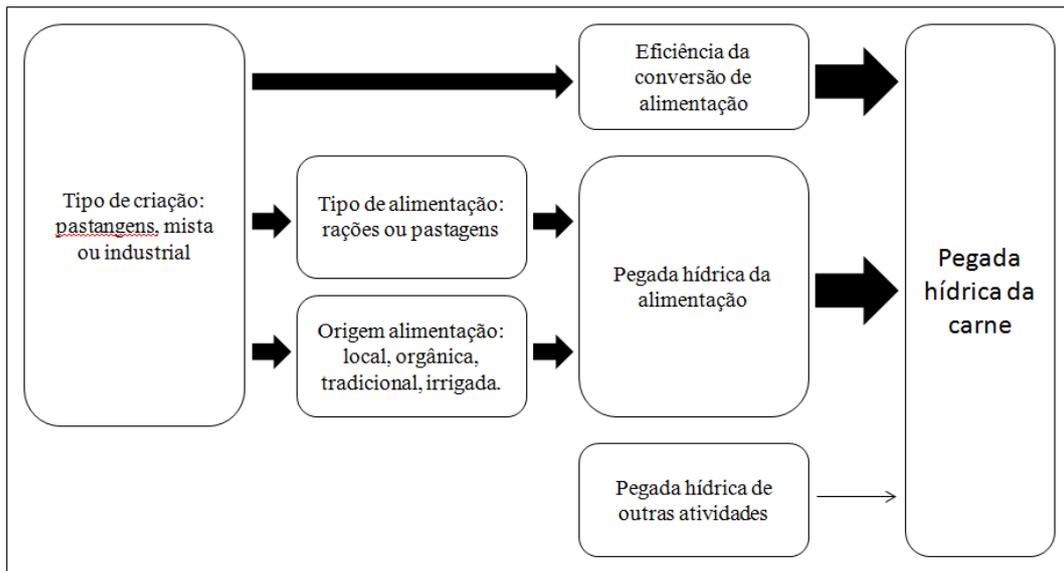
Neste sentido:

A sustentabilidade de uma pegada hídrica depende inteiramente de fatores locais, como as características hídricas da região. Por exemplo, uma PH grande torna-se sustentável em áreas ricas em água enquanto uma pegada hídrica pequena pode comprometer a sustentabilidade em áreas com escassez de água. Deste modo, o desmatamento e o reflorestamento afetam o processo hidrológico de tal forma, que podem influenciar diretamente a disponibilidade de água (OEL e HOEKSTRA, 2012 apud DA SILVA et al., 2013).

O resultado da PH de proteínas animais depende de três principais fatores:

- quantidade de alimento necessário por quantidade de carne obtida;
- composição da alimentação e
- origem da alimentação dos rebanhos.

Figura 3 – O peso de cada processo no resultado final da pegada hídrica



Fonte: adaptado de Geerbens-Leenes, Mekonnen e Hoekstra (2013).

O primeiro é a eficiência da conversão da alimentação em produto final; o segundo é motivado pela diferença de eficiência entre diferentes tipos de alimentação, por exemplo, rações concentradas têm maior pegada hídrica do que pastagens; e o terceiro diz respeito ao tipo de pastagem da região e sua oferta e demanda por água. Na Figura 2, fluxograma caracteriza o tamanho da influência de cada processo da criação do frango para o resultado final da PH. Nota-se que o tipo de criação influencia diretamente no resultado, pois interfere nos três principais fatores no cálculo da PH: eficiência de conversão de alimento, tipo de alimentação e origem da alimentação. Esses três fatores correspondem a 99% do total da pegada hídrica (MEKONNEN e HOEKSTRA, 2010).

Os estudos de pegada hídrica para produtos animais também levam em conta os diferentes tipos de criações, conforme classificação da Food and Agriculture Organization (FAO): pastagens abertas, sistemas industriais ou sistemas mistos. Essa classificação de criações se refere à fonte da alimentação. O sistema de pastagens é quando o total de alimentação concentrada dos animais está abaixo de 40%. O sistema industrial é quando

essa proporção fica acima de 70%. Já o sistema misto ocorre entre essas duas classificações. Os sistemas industriais, por serem intensivos, tendem a ter menor PH, mesmo com a alimentação sendo basicamente composta por rações. A maior parte da produção de frango no mundo ocorre em sistemas industriais (GERBENS-LEENES, MEKONNEN e HOEKSTRA 2013).

Existem algumas peculiaridades no estudo da PH quando a comparamos com ACV. Na ACV, a água verde é muitas vezes excluída do cálculo, ou ainda, algumas vezes é incluída apenas uma variação do total de água verde resultante de alterações no uso do solo. Diferenças também podem surgir na forma como o resultado é apresentado. Pode se dar como total de água utilizado ou volume de água por quantidade de produto final, sendo este último mais utilizado. Outra diferença pode ocorrer na água cinza que retorna ao mesmo local, se pode ser considerada consumo ou não. Essas pequenas distorções podem gerar diferenças significativas de resultado, não significando necessariamente, que um dos dois esteja errado.

4.4. OUTROS ESTUDOS DE PEGADA HÍDRICA

Vejamos o resultado de Leenes, Mekonnen e Hoekstra (2013), onde fez-se uma comparação da PH de três diferentes tipos de carne (bovina, suína e frango) em quatro diferentes países: Brasil, China, Holanda e Estados Unidos. Para o presente trabalho, é apresentado o resultado apenas da carne de frango. Na Tabela 8 temos a PH de cada país de acordo com o tipo de criação. Já no Gráfico 3, a média de todos os tipos de criações é representada. Notamos que o melhor resultado é o da Holanda, seguido de Estados Unidos e China. O Brasil tem a pior PH entre os quatro países estudados. A PH brasileira corresponde a aproximadamente duas vezes e meia o resultado da Holanda e praticamente o dobro da americana, país este que disputa com o Brasil o posto de maior produtor de aves do mundo. Outro fato a se destacar é que Brasil e Holanda usam quase que essencialmente apenas água verde em suas criações. EUA e China também têm água verde representando a maioria de sua pegada hídrica, mas possuem uma fatia um pouco maior de água azul e principalmente cinza em seus resultados.

Como dito acima, a água verde representa a maior parte da pegada hídrica dos países avaliados. Já o uso de água azul é baixo, e a maioria do seu uso ocorre antes de chegar à indústria. Numa escala global, o uso de água azul pela agricultura representa 70% do total

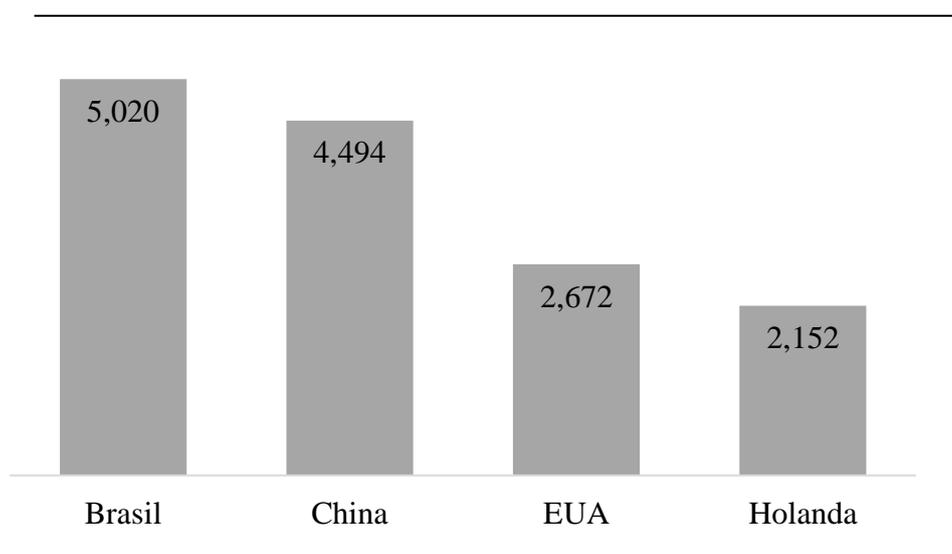
utilizado. (DOREAU et al., 2012). Essa água consumida no processo produtivo, por ser “invisível”, tende a ser negligenciada (DA SILVA et al., 2012). Além disso, Mekonnen e Hoekstra (2010) mostraram que produtos animais têm maior pegada hídrica do que plantações, conforme demonstrado na Tabela 10.

Tabela 9 – PH da carne de frango de Brasil, China, EUA e Holanda de acordo com os tipos de criação (L/kg)

PAÍS	PASTAGEM	MISTO	INDUSTRIAL
Brasil	6.762	4.338	3.960
China	6.557	4.207	2.719
EUA	3.627	2.167	2.221
Holanda	2.919	1.746	1.790

Fonte: Mekonnen e Hoekstra (2010).

Gráfico 3 – PH da produção avícola de Brasil, China, EUA e Holanda (L/kg)



Fonte: Mekonnen e Hoekstra (2010).

Tabela 10 – PH de produtos animais versus vegetais

PRODUTO ANIMAL	PH (L/KG)	PRODUTO VEGETAL	PH (L/KG)
Couro bovino	16.600	Arroz	3.400
Carne de boi	15.500	Amendoim	3.100
Carne de cordeiro	6.100	Trigo	1.300
Queijo	5.000	Milho	900
Carne de porco	4.800	Maçã ou pera	700
Leite em pó	4.600	Laranja	460
Carne de cabra	4.000	Batata	250
Galinha	3.900	Repolho	200
Ovos	3.300	Tomate	180
Leite	1.000	Alface	130

Fonte: Mekonnen e Hoekstra (2010).

4.5. CRÍTICAS À PEGADA HÍDRICA

O conceito de pegada ambiental também sofre algumas críticas. Uma das principais críticas diz respeito à padronização dos cálculos. Para poder ser comparado, um indicador deve possuir uma padronização, afim de não corromper os resultados. E observa-se que ainda não foi possível chegar a um consenso. Chapagain (2014) diz que obstáculos metodológicos ainda persistem. Ele cita por exemplo a dificuldade de se fazer um protocolo para a água cinza, diante da diversidade de regulações diferentes mundo afora.

Outro ponto abordado é a necessidade de se ter fronteiras bem definidas. O que se discute é a necessidade de criar a noção exata do que cada tipo de água engloba e até onde vai seu alcance. Essa questão geraria conversão de resultados, sanando inclusive, potenciais problemas de dupla contagem. Além do mais, são requeridos mais estudos para se entender com mais clareza qual parte da água azul é realmente incorporada ao produto e qual parte vai direto para os corpos hídricos, sem colaboração com o processo. Palhares (2012) afirma que o estabelecimento de fronteiras irá promover o avanço do entendimento e empoderamento da sociedade para a tomada de decisões.

Merret (2003) e Wichelns (2011 apud HOEKSTRA, 2017) afirmam que os conceitos de água virtual e pegada hídrica são redundantes, portanto a PH nada acrescenta ao entendimento. Wichelns (2015 apud HOEKSTRA, 2017) afirma ainda que é impossível

afirmar que países importam água através de produtos pois, segundo ele, a água virtual não existe.

Economistas neoclássicos também levantam questões sobre o conceito. Afirmam que as trocas entre países são feitas por coisas reais, não por algo escondido ou embutido. Acrescentam que o conceito de poupar deve se referir a uma forma específica de ganho econômico. Por último, sentem falta da inserção dos custos monetários quando se fala de pegada hídrica. O conceito traz o *input* de água necessário para um produto existir, mas em nenhum momento fala sobre a inserção dos custos de produção, sem implicar assim, nos custos de oportunidade resultantes do uso de tal recurso. Aliás, alguns economistas afirmam que esta seria uma grande oportunidade de tornar a ferramenta viável.

5. ESTUDO DE CASO

5.1 MÉTODO

Existem pelos menos duas metodologias para se calcular a pegada hídrica de animais. Uma primeira corrente se baseia na água necessária para produzir todos os derivados e produtos finais de determinada quantidade de carne (RENAULT E WALLENDER apud PALHARES, 2012).

O método de cálculo mais encontrado nas literaturas realizadas é que soma o consumo de água cinza, verde e azul, conforme padronização da FAO. Está água é consumida de três diferentes formas: água necessária para produzir o alimento do animal, água bebida pelo animal e água utilizada nos processos de produção de carne. A água consumida para alimentação refere-se à água necessária para o cultivo de grãos, a água bebida é a que o animal consome durante sua vida para saciar a sede, por fim a água usada nos processos refere-se a todos os processos em que o recurso é necessário: processo industrial, transporte, higienização, climatização das aves, *facilities*, etc. O presente estudo optou por este segundo método, baseado em Palhares (2012) e Gerbens-Leenes, Mokonnen e Hoekstra (2013).

Podemos resumir o cálculo na seguinte fórmula:

$$PH = (PH_{\text{alimentação}}) + (PH_{\text{dessedenteção}}) + (PH_{\text{processos}})$$

Os dados foram trazidos através de entrevistas e relatórios reportados por funcionários de setores de gestão de ambas as empresas. Os dados conseguidos se referem a uma média mensal aproximada, relativa ao período de janeiro a março de 2017.

Como referenciais para o consumo de água no cultivo de soja e milho baseou-se em Palhares (2012). Este autor assume uma evapotranspiração média para o Centro-Sul brasileiro, que demandaria uma necessidade de água de 6.000 m³/ha para a soja e 4.500 m³/ha para o milho. Para melhorar o resultado dados de produtividade de grãos especificamente de Brasília foram usados, referente às safras mais recentes.

Depois disso, dois ajustes foram necessários para o cômputo da ração. O primeiro foi fazer a equivalência do consumo em relação apenas ao farelo da soja, e não todo o grão. Segundo índices dos Fatores de Conversão das Commodities Agropecuária (FAO, 1996

apud PALHARES, 2012), considera-se que no caso brasileiro, de cada grão de soja produzido, 77% converte-se em farelo e 23% em óleo. Portanto da água relativa à soja, apenas 77% do resultado entraram no cálculo.

Foi preciso também definir composições percentuais de soja e milho no total da ração. A composição das rações depende de condições propriamente estabelecidas por cada empresa. Depende também da idade dos lotes e do seu fim. Por exemplo, em lotes de aves de corte não se costuma usar trigo na ração. Esse cereal geralmente é usado apenas na alimentação de matrizes, onde o objetivo primeiro não é engordar as aves, mas sim formar ovos. De acordo com Palhares (2012) os dois principais componentes da dieta de aves são o milho moído e o farelo de soja. Em uma recomendação técnica, a Embrapa sugere que para qualquer tipo de ração em sistemas caseiros, mais de 84% da composição é de milho e farelo de soja. No presente estudo usou-se a proporção de 65% da ração correspondente ao farelo de milho e 30% ao farelo de soja, seguindo composição média de uma das empresas pesquisadas e que está de acordo com outras publicações.

Por fim, Mielle et al. (2010 apud PALHARES, 2012) trazem mais dois dados sobre aviários da região central do Brasil: consumo médio de 2 litros de água por cabeça para resfriamento das instalações e consumo de 3,2 litros de água por ave, para lavagem e desinfecção de aviários, entre os lotes.

5.2. RESULTADOS

Na primeira empresa pesquisada são aproximadamente 210.000 aves abatidas por dia. Nesse abate, dois tipos de frango são produzidos: um com carcaça de 1350 gramas e outro com carcaça de 2850 gramas. A proporção aproximada de produção é 62% do frango pesado e 38% do mais leve. Isso resulta num peso médio de 2.280 gramas por ave.

O gasto de água na unidade gira em torno de 5.500.000 litros por dia. Cerca de 1.320.000 litros são destinados ao setor de salsicharia, infraestrutura e administração, já na linha de produção temos um gasto aproximado de 4.180.000 litros de água por dia.

Na segunda empresa tem-se um gasto aproximado de 20 litros de água por ave no processo industrial, desde o abate até o tratamento de resíduos. Por dia, toda a planta industrial gasta algo em torno de 720.000 litros de água. A cadeia produtiva desta segunda unidade também é feita no sistema de aviários, semelhante, porém em menor escala, que a

outra empresa. Durante a vida, cada ave consome aproximadamente 5 quilos de ração e 12,5 litros de água. A ração é produzida na própria empresa. O consumo total de ração em abril foi superior a 5.200 toneladas.

Na Tabela 11, juntamos os dados das duas empresas para montar um panorama comparativo de quão longe elas estão da meta desejável de consumo de água no processo industrial, por ave. A distância da meta é quanto cada empresa deve melhorar, percentualmente, se quiser ficar dentro do número considerado eficiente. Segundo os entrevistados das duas empresas almeja-se um número ideal entre 12 a 15 litros por ave. Para o cálculo, a meta de 15 litros de água por ave foi referência.

Tabela 12 – Panorama de consumo diário de água e comparação com a meta por ave

EMPRESA	AVES ABATIDAS (por dia)	CONSUMO DE (litros/dia)	TOTAL ÁGUA	ÁGUA CONSUMIDA (por ave)	DISTÂNCIA DA META
BONASA	36.000	720.000		20	25%
JBS	215.000	5.500.000		19	21%

Fonte: elaborado pelo autor.

O consumo médio decorrente da alimentação por ração encontrado ficou em 3,25 quilos de milho moído e 1,50 quilos de farelo de soja, por ave. Diante disso, chegou-se a um gasto hídrico médio de 1.660 e 3.427 litros de água, relativos ao uso do milho e da soja, respectivamente, para alimentação de cada animal.

Tabela 12 – Pegada Hídrica do frango no DF

	Alimentação	+ 5.087	LITROS
	Dessedentação	+ 12,5	LITROS
FASE	Produção	+ 19,5	LITROS
	Higienização/climatização	+ 5,2	LITROS
	Total água demandada	= 5.124	LITROS
	Peso médio por ave	/ 2,28	QUILOS
	PEGADA HÍDRICA	= 2.247	LITROS

Fonte: elaborado pelo autor (não inclui transporte e logística).

Finalmente, de posse da pegada hídrica da alimentação, da dessedentação, do processo industrial, da higienização e da climatização, chegou-se ao resultado de 2.247 litros, mostrado na Tabela 13.

5.3. DISCUSSÃO

Primeiramente algumas considerações precisam ser feitas a respeito do cálculo. Faz-se necessário destacar que cálculos como o aqui realizado não se referem a valores exatos, representam apenas uma perspectiva abstrata de análise. Também é importante dizer que a maioria dos dados foram obtidos de ambas as empresas, quando então, utilizou-se a média. Porém, alguns dados foram conseguidos apenas de uma ou de outra empresa. Neste caso, este dado foi assumido como a média das duas empresas. Partiu-se do princípio que ambas as empresas têm uma cadeia semelhante, possibilitando tal assunção. Além disso não foi possível fazer o cálculo abordando a cadeia em sua íntegra. Algumas lacunas, como transporte por exemplo, não foram incluídas. Tais ausências impactam pouco o resultado, sem interferência em sua interpretação.

Em face do que foi aqui exposto e dos debates acerca de papel das empresas e dos governos, é possível tecer algumas considerações sobre o papel e a viabilidade do conceito atual de pegada hídrica. Não se deseja com isso fazer proposições inquisitivas, mas sim aumentar o debate sobre o recurso mais importante da terra, além de fomentar possíveis futuros estudos.

1 – Primeiramente, acho importante dizer que a pegada hídrica já mostrou sua utilidade pois incentivou a discussão sobre o uso da água. Todo novo conceito ao nascer gera discussão e demanda lapidação, mas no meu entender é clara a importância do conceito, mesmo ainda estando incompleto.

2 – É preciso diferenciar a água consumida no processo, daquela que foi utilizada e devolvida ao meio ambiente de forma igual ou melhor de quando captada. É importante criar essa noção para separar pressão hídrica de poluição hídrica. Pressão hídrica tem a ver com a PH, poluição hídrica tem a ver com o tratamento de resíduos. Isso quer dizer que, para produzir um quilo de frango por exemplo, mesmo uma empresa que trate 100% da água utilizada durante sua cadeia produtiva, pode ser danosa ao meio ambiente. Isso ocorrerá se ela estiver em desacordo com a oferta hídrica local. Portanto só a gestão ambiental não é suficiente, por outro lado gestão ambiental sem demanda hídrica

adequada trará problemas. Os conceitos são diferentes, mas só serão eficazes se atuarem juntos.

3 – A oferta hídrica local é um ponto muito importante. Talvez seja a maior qualidade da pegada. Ela servirá de base para a sociedade planejar sua captação de água com a capacidade de suporte de seus corpos hídricos, de preferência de forma antecipada. Isso pode servir para pessoas, cidades, bacias hidrográficas, países e até para o mundo. A importância está em saber com clareza qual o montante de água demandado e qual a capacidade suportada, sem prejuízo, pela natureza. Hoekstra (2017) com propriedade afirma que, na medida que a energia renovável está substituindo os combustíveis fósseis, é sobre essas novas fontes de energia que devemos concentrar nossa atenção.

4 – Várias foram as críticas encontradas a respeito da padronização do cálculo da PH. Encontrou-se diversas teorias, formas de cálculo e diferentes resultados. Além disso, a PH apresenta alguns sensíveis fatores de conversão em seu cálculo. Tais ferramentas algébricas podem gerar perigosas distorções nos resultados, mesmo com mínimas mudanças. Acredita-se de fato que este seja um dos maiores desafios apresentados na literatura. E com isto explica-se algumas distorções em resultados. Como sabemos, é impossível comparar dois resultados quando esses não vêm de uma metodologia minimamente padronizada. Portanto ainda é necessária uma boa dose de cautela nas análises.

5 – Não poderia deixar de falar da oportunidade de inclusão dos custos de produção que podem ser advir de desdobramentos da PH. Economistas afirmam que esta é uma das maiores deficiências da ferramenta. Internalizar os custos ambientais a um produto é dos maiores desafios atuais do movimento ambientalista. A PH pode ser a ferramenta que auxilie a fazer essa ponte entre uso e pagamento do recurso natural, envolvendo empresas e governos. De acordo com a corrente da Economia Ambiental Neoclássica, o ponto fundamental para manejo sustentável de nossos recursos naturais é a introdução das externalidades negativas que o sistema econômico provoca no ambiental. Isso se dá através de cobranças a quem extrai o recurso do meio ambiente. No Brasil a cobrança pelo uso da água é regulamentada, mas encontra dificuldades para ser implementada. Segundo Silva (2015), por representar um aumento no custo produtivo, as empresas enfrentam dificuldades para se adequar aos padrões exigidos, já que não podem simplesmente repassar o custo ao consumidor final, devido à grande concorrência

6 – Por fim, o conceito pode não estar ainda completo, mas que outra ferramenta melhor existe? Apesar de apresentar falhas e inconstância, a PH se mostra válida para o futuro. Entre os vários motivos, pode-se citar a análise da pressão hídrica global, não mais limitado apenas a regiões ou bacias hidrográficas, além da introdução do debate acerca da água necessária para toda a cadeia de vida de um produto, não apenas ao processo produtivo.

CONCLUSÃO

Procurou-se com este trabalho trazer uma visão mais clara da pegada hídrica e testar sua efetividade frente a outras variáveis, como localização e gestão de resíduos. No quesito ambiental, traçou-se um paralelo entre sustentabilidade ambiental e ganhos econômicos. Pôde-se constatar o surgimento de uma nova indústria, ao redor de setores industriais já existentes, responsável pelo tratamento e redução de descargas industriais na natureza. Como já citado, o tratamento de resíduos industriais é questão *sine qua non* na busca contínua do desenvolvimento social.

A pegada hídrica clama oferecer uma medida de quanta pressão um produto faz sobre seu sistema hídrico. É importante que se tenha isso em mente quando tratar do assunto. Essa seja talvez a grande utilidade na análise da pegada hídrica, mas talvez seja preciso ir além, a fim de extrair toda a sua utilidade. De todo modo, ela tem importância por mostrar o consumo hídrico por trás de uma cadeia produtiva. Este caráter didático ajuda a lembrar da água que “silenciosamente” é gasta em processos produtivos, mesmo os naturais. Essa água oculta é de suma importância para continuidade de oferta hídrica local.

Uma das grandes críticas que o conceito sofre é por não trazer a discussão de custos para o debate. Isso poderia ser a ferramenta ideal para planejar e equilibrar a oferta hídrica local com a demanda de água pela indústria. Chegar ao preço de cobrança ideal e analisar sua viabilidade são possíveis temas futuros. O fato é que esses custos precisam ser incorporados.

Disparidades observadas entre diferentes estudos talvez ofusquem um pouco o entendimento. A padronização do cálculo da pegada hídrica é assunto de discussão na sociedade internacional, conforme afirmado diversas vezes por Arjen Y. Hoekstra, um dos criadores e principais autores sobre publicações a respeito do tema. Doreau (2012) afirma que ferramentas como a pegada hídrica são válidas, porém sua interpretação por parte dos governos deve ser redefinida. Avançados estudos ainda se fazem necessários, principalmente padronizando o cálculo da parte agrícola do modelo. Certamente, novos estudos virão neste sentido, pois o conceito, lançado na virada do século XX para XXI, ainda é recente.

As duas empresas analisadas demonstraram semelhanças em suas cadeias e sistemas produtivos, bem como nos resultados encontrados. Isso demonstra um padrão de

processos existentes hoje em dia. Constatou-se que ambas demandam atenção nos cuidados com efluentes e resíduos industriais, bem como com o setor ambiental como um todo. Ambas possuem um setor (denominado) ambiental, com profissionais especificamente designados para o tema.

Um aspecto que também merece ser citado é a oportunidade de reuso da água. Amorim, Nardi e Del Nery (2007) afirmam em um estudo sobre uma unidade produtora de frangos, que fazendo alguns ajustes, era possível fazer reuso de até 10% da água consumida no processo. No nosso caso estudado, uma das unidades faz reuso de apenas 3% do total e tal prática teve início a cerca de um ano, tempo relativamente curto. Infere-se então, que há um grande potencial para tornar mais eficiente a prática do reuso, reduzindo o consumo bruto de água e diminuindo a geração de resíduos. Segundo informações das empresas, existem várias empresas brasileiras atuando com produtos e maquinários para este setor, o que poderia tornar uma possível mudança menos complexa.

Talvez caiba ao nosso setor agroindustrial, especificamente de carnes, ser mais uma vez expoente de tendências futuras. Assim como na década de 70 e 80 as indústrias avícolas representaram um grande avanço para o sistema industrial brasileiro, neste atual momento de preocupação com o futuro dos recursos do planeta, este setor precisa de estudo e planejamento para adequar-se a novos padrões que estão por vir. Afinal de contas existe uma grande aderência em torno da preocupação ambiental. É uma demanda da sociedade atual e das vindouras. Com propriedade, Muller (2007) afirma em seu livro: “Quem não vê com simpatia a combinação de eficiência com a equidade e defesa do meio ambiente, especialmente quando não se explicitam os custos [...] disso?”.

Um exemplo de tecnologia que pode ser incorporada pela indústria são os processos oxidativos avançados. Está entre as mais modernas tecnologias existentes e demonstra bons resultados. Requer alto aporte inicial de capital, o que pode ser um empecilho, mas nesses momentos é preciso que a política do país atente para isso. Diante do esperado aumento exponencial da demanda de alimentos no mundo, nas próximas décadas, a redução de resíduos será cada vez mais importante. Bustillo-Lecompte e Mehrvar (2015) afirmam que os processos oxidativos avançados são notadamente reconhecidos por apresentarem excelentes resultados em questões como avançada degradação, reuso da água e controle dos processos de poluição.

O Centro-Oeste brasileiro está observando um crescimento de sua atividade avícola. Soma-se a isso o fato de já ser a região com o maior abate de bovinos de corte do país. Caracteriza-se assim um setor industrial importante para a região, mas ao mesmo tempo, de grande impacto para nossos corpos d'água. Toda vez que se falar sobre indústrias de comida e mais ainda, de preservação de água, estará se falando do que é mais fundamental para nossa existência, portanto o cuidado e o respeito são essenciais. O manejo hídrico, a preocupação ambiental e a pegada hídrica precisam vir todos juntos, para realmente mostrarem sua eficácia.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Edna; ASSALIN, Márcia Regina; ROSA, Maria Aparecida. **Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio**. Campinas/Mogi das Cruzes. *Jornal Scielo Brazil*, v.27, n.5, 2004.

AMORIM, A.K.B.; NARDI, I.R. de; NERY, V. Del. Water conservation and effluent minimization: Case study of a poultry slaughterhouse. **Journal Resources, Conservation and Recycling**, v.51, ed.1, p.93-100, jul/2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual Avicultura 2016**. Disponível em: <www.abpa-br.com.br>. Acesso em 10/01/17.

AUSTRALIAN GOVERNMENT. **Water Efficiency Labelling and Standards (WELS)**. Disponível em: <http://www.waterrating.gov.au/aboutwels#What_are_the_WELS_products>. Acesso em 09/12/16.

BASSI, Nádia Solange Schimidt; SILVA, Christian Luiz da; SANTOYO, Alain. Inovação, pesquisa e desenvolvimento na agroindústria avícola brasileira. **Estud. Soc. E Agric.**, v.21, n.2, p.392-417. Rio de Janeiro, 2013.

BELLAVER, Cláudio. **Resíduos industriais (farinhas, óleos, sebos), onde coloca-los frente às restrições de mercado?** Palestra apresentada no IV Seminário Internacional da Industrialização da Carne, Chapecó – SC, set/2002.

BELUSSO, Diane; HESPANHOL, Antonio Nivaldo. A evolução da avicultura industrial brasileira e seus efeitos territoriais. **Revistas Percurso – NEMO**, v.2, n.1, p.25-51. Maringá, 2010.

BENGTSSON, Jonas; SEDDON, Julia. Cradle to retailer or quick service restaurant gate life cycle assessment of chicken products in Australia. **Journal of Cleaner Production**, n.41, 2013.

BENJAMIN, Antônio Herman de Vasconcelos. **O Meio Ambiente na Constituição Federal de 1988**. Texto de autoria de Ministro do Superior Tribunal de Justiça, Biblioteca Digital Jurídica – STJ, 2005.

BUSTILLO-LECOMPTE, Ciro Fernando; MEHRVAR, Mehrab. Slaughterhouse wastewater characteristics, treatment, and management in the meat processing industry: A review on trends and advance. Artigo no **Journal of Environmental Management**, set/2015.

CERVELINI, Fernando Magnani; SOUZA, Maria Tereza Saraiva. Resultado do Controle de Resíduos com Sistema de Gestão Ambiental certificado ISO14001: Um Estudo de Caso em Indústria Mecânica. **Revista de Administração da UNIMEP**, v.6, n.3, set/2008.

CHAPAGAIN, Ashok Kumar; TICKNER, David. Water footprint: Help or hindrance? **Water Alternatives**, v. 5, n. 3, p. 563, out/2012.

CHINA, MINISTRY OF WATER RESOURCES THE PEOPLE'S REPUBLIC OF. **Law of the People's Republic of China of on the prevention and control of water pollution**. Disponível em <<http://www.mwr.gov.cn/english/laws.html>>. Acesso em: 29/11/16.

CONAB, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **1º LEVANTAMENTO DE INTENÇÃO DE PLANTIO DA SAFRA DE GRÃOS 2015/16**. Set/2015.

Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_29_14_19_34_relatorio_levantamento_setembro_29-09-15.pdf>. Acesso em 06/05/17.

COWSPIRACY: O Segredo da Sustentabilidade. Diretores: Kip Andersen e Keegan Kuhn. Distribuição A.U.M. Filmes. Dublado, 91 min. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=k_mgFCMZQMU>. Acesso em 10/01/17.

DOREAU, Michel; CORSON, Michael Scott; WIEDEMANN, Stephen G. Water use by livestock: a global perspective for a regional issue? **Journal Research Gate**, v.2, n.2, abr/2012.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para produção, abate, processamento e comercialização de frangos de corte coloniais**. Nov/2007. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/frangos/alimenta.htm>>. Acesso em 06/05/2017.

FEISTEL, Janaina Costa. **Tratamento e destinação de resíduos e efluentes de matadouros e abatedouros**. Disciplina Seminários Aplicados da Escola de Veterinária e Zootecnia. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

FINNVEDEN, Göran; HAUSCHILD, Michael Z.; EKVALL, Tomas; GUINÉE, Jeroen; HEIJUNGS, Reinout; HELLWEG, Stefanie; KOEHLER, Annette, PENNINGTON, David; SUH, Sangwon. Recents developments in Life Cycle Assessment. **Journal of Enviromental Management**, v.91, ed.1, out/2009.

FRONZA, Nei. **Estudos das potencialidades de reuso da água em uma indústria frigorífica**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

GAC, Armelle; LAPASIN, Paul; TRIBOT, Laspière; SARAH, Guardia; PAUL, Ponchant; PATRICK, Chevillon; GILES, Nassy. **Co-products from meat processing: the allocation issue**. Encaminamentos 9o. Conferência Internacional de Ciclo de Vida dos Alimentos no setor Agroalimentício. San Francisco, EUA. 2014.

GERBENS-LEENES, P.W.; MEKONNEN, M.M.; HOEKSTRA, A.Y. The water footprint of poultry, pork and beef: A comparative study in diferente countries and

production systems. **Journal Water Resources and Industry**, v.1-2, p.25-36, mar-jun/2013.

GERBER, P; OPIO, C.; STEINFELD, H. **Poultry production and the environment—a review**. Divisão de Saúde e Produção Animal, FAO, ONU. Roma, Itália, 2007.

GLOBO RURAL.COM. **Abate de frangos cresce 54% em 2015 e é recorde, diz IBGE**. Disponível em <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2016/03/abate-de-frangos-cresce-54-em-2015-e-e-recorde-diz-ibge.html>>. Acesso em 11/01/17.

GOVERNMENT OF SOUTH AUSTRALIA. **Environment Protection Policy 2015 (Water Quality)**. Disponível em <[https://www.legislation.sa.gov.au/LZ/C/POL/Environment%20Protection%20\(Water%20Quality\)%20Policy%202015.aspx](https://www.legislation.sa.gov.au/LZ/C/POL/Environment%20Protection%20(Water%20Quality)%20Policy%202015.aspx)>. Acesso em 08/12/16.

GUSTAVSSON, J.; et al. **Pérdias y desperdicio de alimentos en el mundo**. Instituto Sueco para Comida e Biotecnologia. Estudo realizado para o Congresso Internacional “Save Food”, Düsseldorf, Alemanha, 2011

HOEKSTRA, Arjen Y. Water footprint assessment: evolvment of a new research field. **Journal Water Resources Management**, v.31, ed.10, p.3061-3081, ago/2017.

HÜBNER, Ricardo. **Análise do uso da água em um abatedouro de aves**. Dissertação (mestrado) em Engenharia Sanitária Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Rendimento nominal mensal domiciliar per capita da população residente 2016**. Disponível em: <ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla>. Acesso em: 06/06/17.

JBS FOODS S/A. **A história da JBS**. Disponível em <<http://www.jbs.com.br/pt-br/historia>>. Acesso em 11/01/17.

KIST, Lourdes Teresinha; MOUTAQUI, Said El; MACHADO, Ênio Leandro. Cleaner production in the management of water use at a poultry slaughterhouse of Vale do Taquari, Brazil: a case study. **Journal of Cleaner Production**, v.17, ed.13, p.1200-1205, set/2009.

KRIEGER, Elisabeth Ibi Frimm. **Avaliação do consumo de água, racionalização do uso e reúso do efluente líquido de um frigorífico de suínos na busca da sustentabilidade socioambiental da empresa**. Tese (doutorado). Pós-graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

KUNDU, Pradyut; DEBSARKAR, Anupam; MUKHERJEE, Somnath. Treatment of Slaughter House Wastewater in a Sequencing Batch Reactor: Performance Evaluation and Biodegradation Kinetics. **Journal BioMed Research International**, Calcutá - Índia, v.13, 2013.

LUNDIN, M.; OLOFSSON, M.; PETTERSSON, G.J.; ZETTERLUND, H. Environmental and economic assessment of sewage sludge handling options. **Journal Resources, Conservation and Recycling**, v.41, ed.4, p.255-278, jul/2004.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos. **Reúso da Água**. São Paulo: Editora Manole, Coleção Ambiental, 1ª ed., 2003.

MATSUMURA, Erika Myho. **Perspectivas para conservação e reuso de água na indústria de alimentos – Estudo de uma unidade de processamento de frangos**. Dissertação (mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007.

MEKONNEN, M.M.; HOEKSTRA, A.Y. **The Green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products**. Artigo para UNESCO IHE- Institute for Water Education. Faculdade de Engenharia da Tecnologia, Universidade de Twente – Holanda, 2010.

MEKONNEN, M.M.; HOEKSTRA, A.Y. National water footprints accounts: the green, blue and gray footprint of production and consumption. **Value of Water Research Report Series**, n.50, v.1, mai/2011.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO. **Site oficial**: <www.mdic.gov.br>. Acesso em 11/01/17.

MORAIS, Josamaria Lopes de. **Estudo da potencialidade de processos oxidativos avançados, isolados e integrados com processos biológicos tradicionais para tratamento de chorume de aterro sanitário**. Tese (doutorado Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-graduação em Química). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

MUELLER, Charles C. **Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente**. Finatec, Editora UNB, 561 pgs. Brasília – DF, 2007.

NAGEL, Cornelia Cristina; COSTA, Antônio Carlos S. da; PADRE, Joseni das Graças. **Destinação ambientalmente correta de resíduos das indústrias de abate bovino e couro**. Estudo de Caso. Universidade Estadual de Maringá, 2003.

NERY, V. Del; NARDI, I.R. de; DAMIANOVIC, M.H.R.Z; POZZI, E.; AMORIM, A.K.B.; ZAIAT, M. Long-term operating performance of a poultry slaughterhouse wastewater treatment plant. **Journal Resources, Conservation and Recycling**, v.50, ed.1, p.102-114, mar/2007.

OLLER, I.; MALATO, S.; SÁNCHEZ-PÉREZ, J.A. Combination of Advanced Oxidation Processes and biological treatments for wastewater decontamination—A review. **Journal Science of the Total Environment**, v.409, ed.20, set/2011.

PADILHA, Ana Cláudia Machado; LEAVY, Sebastian; SAMPAIO, Altemir; BEHNCKER, Jerônimo. **Gestão ambiental de resíduos da produção na Perdigão**

Agroindustrial S/A - Unidade Industrial de Serafina Corrêa – RS. Apresentação no 18º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, Ribeirão Preto, jul/2005.

PALHARES, Julio Cesar Pascale. **Pegada hídrica dos suínos abatidos nos Estados da Região Centro-Sul do Brasil.** Acta Scientiarum. Animal Sciences, Maringá, v.33, n.3, p.309-314, 2011.

PALHARES, Julio Cesar Pascale, **Pegada hídrica das aves abatidas no Brasil na década 2000-2010.** 3º Seminário de Gestão Ambiental na Agropecuária, Bento Gonçalves – RS, abr/2011.

PALMER, Martin; FINLAY, Victoria. Faith in Conservation, New Approaches to Religions and the Environment. Publicação de **The International Bank for Reconstruction and Development**, Washington, EUA, ed. revisada, 2013.

PARANÁ, SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABSATECIMENTO. **Evolução da produção de carnes por espécies.** Disponível em:
<http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/ATG/AIC/Palestras_Workshop/Potencial_Mercado_Brasileiro_Proteina_Origem_Animal_Empresario_Jose_Mayr_Bonassi.pdf>.
Acesso em 10/07/2017.

PARDI, Miguel C.; SANTOS, Iacir F.; SOUZA, Elmo R.; PARDI, Henrique S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**, vol.1, CEGRAF – UFG, 1993.

PAULI, Gunter. Zero emissions: The ultimate goal of cleaner production. **Journal of Cleaner Production**, v.5, ed.1-2, 0.109-113, 1997.

PINOTTI, Raquel Nakazato; PAULILLO, Luiz Fernando de Orini e. A estruturação da rede de empresas processadoras de aves do estado de Santa Catarina: governança contratual e dependência de recursos. **Jornal Gestão e Produção**, v.13, n.1, p.167-177. São Paulo, 2006.

PIVA, Carla Dal; BONONI, Vera Lúcia Ramos; FIGUEIREDO, Regina Sueiro de; SOUZA, Celso Correia de. Sistema de Gestão Ambiental implementado aos moldes da ISO 14001:2004 em um frigorífico de abate de aves, no Município de Sidrolândia – Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v.3, n.3, p.20-53, set-dez/2007.

RICHARD, Henry; ROTHWELL, Graeme. **The world poultry industry.** IFC Global Agribusiness Series - Banco Mundial, 74 pgs, Washington – EUA, 1995.

REVISTA AVISITE. **Reuso da água.** Editora Mundo Agro, Ed.92, mai/2015.

RIDOUTT, Bradley G.; PAGE, Girija; OPIE, Kimberley, HUANG, Jing; BELLOTTI, William. Carbon, water and land use footprints of beef cattle production systems in Southern Australia. **Journal Research Gate**, 73: 24-30, jun/2014.

SAHLIN, Jenny; KNUTSSON, Tomas Ekvall. Effects of planned expansion of waste incineration in the Swedish district heating systems. **Journal Resources, Conservation and Recycling**, v.41, ed.4, p.279-292, jul/2004.

SCAPINI, Luciana. **Avaliação do desempenho da osmose reversa e da troca iônica para tratamento de efluente de curtume (Aimoré Couros Ltda – Encantado) visando a reutilização da água**. Dissertação (Mestrado). Universidade de Santa Cruz do Sul – RS, 2007.

SCARASSATI, Deivid; CARVALHO, Rogério Ferreira de; DELGADO, Viviane de Lima; CONEGLIAN, Cassiana M.R.; BRITO, Núbia Natália de; TONSO, Sandro; DRAGONI, Geraldo Sobrinho; PELEGRINI, Ronaldo. **Tratamento de efluentes de matadouros e frigoríficos**. 3º Fórum de Estudos Contábeis (CESET), UNICAMP, 2003.

SHIKIDA, Cláudio; PAIVA, Guilherme Leite; ARAÚJO JUNIOR, Ari Francisco. Análise de quebras estruturais na série do preço do boi gordo no estado de São Paulo. **Jornal Economia Aplicada**, USP – SP, v.20, n.2, p.265-286. Jun/2016.

SILVA, Jaqueline Fernandes. **Avaliação do processo oxidativos avançado UV/H2O2 no pós-tratamento de efluentes industriais**. TCC (graduação Engenharia Sanitária e Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

SILVA, Vicente P.R. da; ALEIXO, Danilo de O.; DANTAS, José Neto, MARACAJÁ, Kettrin F.B.; ARAÚJO, Lincoln E. de. Uma medida de sustentabilidade ambiental: Pegada hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.1, p.100-105, 2013.

SILVEIRA, Djalma Dias da. **Modelo para seleção de sistemas de tratamento de Efluentes de Indústrias de Carne**. Tese (doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

SINDICATO DO COMÉRCIO DO DISTRITO FEDERAL (SINDIVAREJISTA). **Caem o número de exportações do DF**. Disponível em: <http://www.sindivarejista.com.br/LerClipping/7844/caem-o-numero-de-exportacoes-no-df>. Acesso em 25/04/17.

STROMBERG, Per. Market imperfections in recycling markets: conceptual issues and empirical study of price volatility in plastics. **Journal Resources, Conservation and Recycling**, v.41, ed.4, p.339-364, jul/2004.

SUBTIL, Eduardo Lucas; MIERZWA, José Carlos; HESPANHOL, Ivanildo. Avaliação do desempenho do sistema UV/H2O2 no Tratamento de Efluentes provenientes do processo de tratamento térmico de emulsões de água e óleo. **Revista Ambiente e Água**, v.4, n.3, Universidade de Taubaté, 2009.

SVANSTRÖM, Magdalena; FRÖLING, Morgan; MODELL, Michael; PETERS, WILLIAM A.; TESTER, Michael. Environmental assessment of supercritical water

oxidation of sewage sludge. **Journal Resources, Conservation and Recycling**, v.41, ed.4, p.321-338, jul/2004.

TAHA, R.; AL-RAWAS, A.; AL-JABRI, K.; AL-HARTHY, A.; HASSAN, H.;~AL-ORAIMI, S. An overview of waste materials recycling in the Sultanate of Oman. **Journal Resources, Conservation and Recycling**, v.4, ed.4, jul/2004.

TERA AMBIENTAL. **Expansão do setor de tratamento de resíduos industriais destaca potencial do segmento**. Disponível em: < <http://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/expansao-do-setor-de-tratamento-de-residuos-industriais-destaca-potencial-do-segmento>>. Acesso em: 15/01/17.

TIME SCIENCE MAGAZINE. **Masdar City: The World's Greenest City?**. Disponível em: < <http://content.time.com/time/health/article/0,8599,2043934,00.html?iid=sr-link1>>. Edição de 25/01/11. Acesso em 15/03/17.

UNITED NATIONS UNIVERSITY (UNU). **Site Oficial**. Disponível em: <https://unu.edu/about/unu>. Acesso em 09/03/17.

USA ENVIROMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Development Document for the Proposed Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Meat and Poultry Products Industry Point Source Category (2002)**. Disponível em: <<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/20002F0Q.PDF?Dockey=20002F0Q.PDF>>. Acesso em 09/12/16. Leis e Regulamentações Ambientais. Disponível em: <www.epa.gov/laws-regulations>. Acesso em 17/01/17.

ZHANG, Lu; DZAKPASU, Mawuli; CHEN, Rong; WANG, Xiaochang C. Validity and utility of ecological footprint accounting: A state-of-the-art review. **Journal Sustainable cities and society**, n.32, p.411-416, 2017.

WIEDEMANN, S.G; MCGAHAN, E.J.; MURPHY, C.M. Resource use and environmental impacts from Australian chicken meat production. **Journal of Cleaner Production**, v.140, parte 2, jan/2017.

APÊNDICE A – ANALISANDO UM ESTUDO DE ACV ENTRE DOIS ESTADOS AUSTRALIANOS

Na Austrália, o consumo per capita de carne de frango passou de 10,5 para 37,2 quilos por pessoa por ano, no intervalo de 1969 a 2009 (BENGTSSON,2012). Por isso a cadeia de produção de carne é tema de acalorados debates por lá. O país, de proporção continental a exemplo do Brasil, tem regiões que sofrem com escassez de água e terras cultiváveis. A desertificação no interior da Austrália é fato conhecido.

A despeito disso, a Austrália é uma das maiores e mais modernas indústrias de carne do mundo (WIEDEMANN et al.,2017). Por isso, o uso da água nessas indústrias de carne ganha ainda mais relevância em ambientes áridos. Wiedemann et al. (2017) buscaram mensurar o tamanho da pressão hídrica que a indústria do frango exerce no país, em dois diferentes estados com dois diferentes modos de criação. Os autores queriam com isso, atentar para o fato da especificidade da PH de cada região, em países com regiões tão diversas, como é o caso do país da Oceania.

Quando comparada a cadeia da criação de frango nesses dois estados, os seguintes aspectos foram levados em consideração: emissão de gases de efeito estufa, uso da terra, combustíveis fósseis e uso da água (WIEDEMANN et al.,2017). Um estudo sobre criação de frangos ao ar livre também foi confrontado com criação de frangos intensiva e seu resultado trouxe resultados interessantes.

A especificidade do local é muito importante quando se analisa resultados assim. Nos dois estados Australianos, *Queensland* e *Australia South*, encontraram-se resultados diferentes usando o mesmo tipo de produção. Ambos utilizam o método de criação intensiva, muito usual no Brasil, através dos aviários. Situada em uma região árida, a cadeia de *Australia South* teve um resultado de ACV menor, 38 para 111 litros de água por quilo de frango produzido. No entanto, por ter menor oferta de água, a pressão hídrica para a indústria de frango ali é maior, quando comparada a *Queensland*. Importante destacar aqui, que o método de criação livre apresentou resultados bem similares ao de *Australia South*, fato que pode causar curiosidade num primeiro momento. Observou-se ainda nesse estado, um maior uso de terra para cultivo de grãos destinados à alimentação dos animais. Esse uso menos intensivo é resultado de uma terra de menor qualidade em uma região árida.

APÊNDICE B - A REGULAÇÃO AMBIENTAL DE EFLUENTES DE BRASIL, CHINA E EUA

A atual legislação ambiental brasileira é baseada na Política Nacional do Meio Ambiente, instituída na Lei 6.938 de 1981, que fala sobre conceitos, formulação e aplicações dos mecanismos de controle ambiental no Brasil. Esta lei traz em seu texto, importante artigo sobre punição de transgressores da qualidade ambiental. Eis o artigo:

Art 14 - Sem prejuízo das penalidades definidas pela legislação federal, estadual e municipal, o não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção dos inconvenientes e danos causados pela degradação da qualidade ambiental sujeitará os transgressores: I – à multa simples ou diária (...), II – perda ou restrição de incentivos e benefícios fiscais (...), IV – à suspensão de sua atividade.

Antes dessa política, alguns primeiros normativos oficiais surgiram em órgãos ambientais estaduais e serviram de base para essas leis posteriores. No sentido de preocupação ambiental com efluentes industriais, as primeiras regulações foram normas e diretrizes dos órgãos ambientais de São Paulo e Rio de Janeiro, estados que estão entre os vanguardistas em legislação ambiental no Brasil. Datadas das décadas de 70 e 80, as normas e diretrizes NT-202.R10, DZ-205.R6, DZ-215.R4 e NT-213.R4 eram do órgão carioca e a Lei Estadual 997 de 1976 vigorava em São Paulo.

Ainda na década de 80, baseados na então nova Política Nacional do Meio Ambiente, foi editada a Resolução CONAMA nº 20/1986, que tratava da classificação e enquadramento dos corpos d'água no Brasil. Já em abril de 1987, a norma ABNT NBR9800:1987, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, esclarecia padrões mínimos de qualidade de água, para que a mesma pudesse ser lançada no sistema público. Eis o objetivo da norma: “Esta Norma estabelece critérios para o lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público do esgoto sanitário”.

A partir do final da década de 80 o lobby ambiental ganhou força em todo o país. Na constituição federal (CF) de 1988, a preocupação ambiental foi aprofundada. Tivemos importantes avanços conceituais em relação à proteção e garantia dos nossos recursos ambientais. A CF também definiu competências sobre controle ambiental. O meio

ambiente adquiriu para si um regime próprio de tutela, estruturado em um conjunto aberto de direitos e obrigações. José Afonso da Silva afirma que “todo o capítulo do meio ambiente é um dos mais importantes e avançados da CF de 88” (BENJAMIN, 2005).

Nos dias de hoje, o CONAMA é o órgão responsável pela regulamentação, fiscalização, monitoramento e punições, no âmbito de lançamentos diretos ou indiretos de efluentes líquidos industriais. A resolução 430 de 2011, do Conama, é a legislação atualmente em vigor. Antes dela vigorava uma portaria do CONAMA de 1976 (GM 0013), com posterior detalhamento em 1986. A atual resolução de 2011 afirma:

Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.

Essa resolução é complementação e alteração das resoluções 357/2005 e 397/2008, do próprio CONAMA, ela trata da gestão do lançamento de efluentes em corpos d'água receptores. Tal documento traz uma lista com parâmetros máximos ou mínimos a serem seguidos, quando do lançamento de um efluente em corpo d'água, desde que verificada inexistência de legislação ou norma específica. A norma é taxativa ao dizer que o efluente só poderá ser lançado quando obedecidas às exigências que nela constam. Os parâmetros foram definidos de acordo com cinco grupos principais: parâmetros físico-químicos, compostos inorgânicos: ânions e cátions, compostos orgânicos, parâmetros microbiológicos e outros variados. A lei define também a distinção entre lançamentos diretos e indiretos. Lançamento direto é quando o descarte ocorre diretamente no corpo receptor, já o indireto ocorre quando a condução do efluente, tendo passado ou não por tratamento, recebe outras contribuições antes de atingir o corpo receptor. Para esses dois tipos de disposição final, a resolução traz duas tabelas com diferentes parâmetros

A resolução fala ainda que a competência fica a cargo da devida autoridade ambiental, e que esta pode ditar parâmetros maiores ou menores que os estabelecidos, desde que devidamente fundamentados. Além de definir padrões específicos, o órgão ambiental local, estadual ou nacional deve controlar e fiscalizar a atividade industrial e doméstica, a fim de garantir o cumprimento da lei.

Aqui no âmbito local, ainda não existe lei específica sobre lançamento de efluentes líquidos industriais. Existe a Lei 3.232 de 2003 que versa sobre Política Distrital de

Resíduos Sólidos e a Lei 4.285 de 2008 dispõe sobre recursos hídricos e serviços públicos decorrentes. Ambas tratam de temas próximos, mas não tocam diretamente do nosso assunto. Depois de mostrada a legislação brasileira, no capítulo seguinte trata-se da legislação em outros dois países.

LEGISLAÇÃO EM OUTROS PAÍSES

China

Os principais atores na regulação ambiental da China são o *National People Congress* (NPC), equivalente ao congresso nacional, com mais de 3000 deputados, atuando na parte legislativa, o *State Council*, responsável pela parte administrativa do Estado e o *Chinese Communist Party* (CCP), o partido comunista do país, que exerce forte influência sobre ambos. Dentro do congresso nacional, existem vários comitês tratando de áreas específicas. Um desses comitês é o *Environmental Protection and Natural Resources Conservation* (EPNRC), que exerce influente papel legislando e regulando o setor ambiental do país. As leis ambientais chinesas, de um modo geral, são bem genéricas e superficiais. Isso permite que agências e governos locais adicionem suas próprias regulações, desde que não confrontem a lei maior.

A base da lei ambiental chinesa traz 2 tipos de leis:

- leis gerais: definem a estrutura de um setor ou de outra lei
- leis especiais: trazem normas, limites, obrigações sobre assunto específico, como descarte de água residual.

Além disso, existem mais de 20 estatutos ambientais específicos, além de atos administrativos, planos e projetos, todos dando sua contribuição à política ambiental chinesa. Toda a política ambiental da China é baseada no documento chamado: PRC *Environmental Protection Law*, de 1989, que substituiu o documento anterior de 1979, que falava da implementação da política ambiental chinesa.

Especificamente falando sobre água, existe a lei *Water Pollution Prevention and Control Laws*, criada em 1984 e revisada em 1996. Segundo a lei ambiental de 1989, os governos locais é que ficam responsáveis por criar padrões mínimos e máximos de descarte de água industrial, e fiscalizá-los. Esses limites devem ter padrões mais rígidos

para poluentes que constam numa lista nacional padrão de descartes. Nesta regulação, também deve constar um padrão mínimo de qualidade ambiental da água e um padrão máximo de poluentes presentes em água residual.

O padrão chinês deve conter no máximo 29 poluentes, com seus limites sendo aplicados a todos os setores industriais. A água é dividida em seis padrões diferentes de qualidade, onde o primeiro é o mais rígido e o sexto o mais flexível. De acordo com esses níveis é estabelecida uma relação entre padrão da água e limite de padrões.

A China tem oito programas nacionais que atuam no âmbito de controlar as descargas industriais. No caso do descarte da água, por exemplo, existe um programa que atua monitorando as empresas através de estações ambientais de monitoramento. Taxas ambientais são cobradas de acordo com a carga de descartes, e dentro de um período fixado, os padrões são verificados. As estações locais ambientais também são responsáveis por penalizar empresas que não se enquadram nos padrões exigidos.

Estados Unidos

O início da regulação no lançamento de efluentes nos EUA se deu nos anos 40 com a proclamação do *Clean Water Act* para: “recuperar e preservar a integridade química, física e biológica das águas do país”. Tal documento foi lançado em 1948 e teve uma edição revista e ampliada em 1972. Este complemento à lei ocorreu em meio a décadas de crescimento do debate ambiental americano. Definia a estrutura básica da regulação do descarte de resíduos industriais em corpos d’águas, ditando novas diretrizes, além de fiscalização e punições. Em 1974 a autoridade ambiental americana (*Environmental Protection Agency - EPA*) lançou o documento: “Diretrizes para lançamento de efluentes para abatedouros e embaladoras”. Nesse mesmo ano também se iniciou a criação de documento regulatório diferenciando o controle de carnes vermelhas ao de carne de aves, mas o mesmo nunca foi implementado.

Os limites e padrões de controle americano são regulados de acordo com diferentes categorias de descarga industrial. A base para essa divisão é o nível de controle que pode ser atingido usando diferentes níveis de tecnologias para controle de poluição. Os grupos são listados a seguir:

- Melhor tecnologia possível atualmente disponível (*Best Practicable Control Technology Currently Available - BPT*);
- Melhor tecnologia convencional de controle de poluente (*Best Conventional Pollutant Control Technology - BCT*);
- Melhor tecnologia existente economicamente possível (*Best Available Technology Economically Achievable*);
- Padrões de desempenho de novas tecnologias (*New Source Performance Standards*);
- Padrões de Pré-tratamento para Fontes existentes (*Pretreatment Standards For Existing Sources - PSES*) e
- Padrão de pré-tratamento para novas tecnologias (*Pretreatment Standards For New Sources - PSNS*).

O intuito da divisão em diferentes setores é dar o melhor tratamento possível para a água residual, respeitando a idade das empresas, buscando a solução mais adequada e eficiente, do ponto de vista financeiro e de ganho ambiental. Por isso, existe um padrão diferente para plantas industriais mais antigas em relação às mais novas. Talvez o custo de uma nova tecnologia seja o mesmo para empresas velhas e novas, mas o ganho de eficiência é muito maior em linhas de produção antigas. Além disso, o tamanho das indústrias também é levado em conta, já que a maioria das tecnologias demandam um alto investimento, muitas vezes impraticável para médias e pequenas empresas.

A fiscalização ocorre através de reportagens das próprias indústrias, de tempo em tempo, ao *Agency's Permit Compliance System (PCS)*. Esses informes podem ser mensais, trimestrais ou anuais, de acordo com o enquadramento de cada empresa. Na Tabela 13, encontra-se um resumo das legislações dos três países tratados, onde é possível comparar aspectos importantes de cada legislação e cada país.

Tabela 13 – Quadro-resumo de histórico e legislações sobre efluentes

	BRASIL	CHINA	EUA
ATUAL INÍCIO	Década de 70 - Diretrizes e normas de órgãos ambientais dos estados de SP e RJ	1984 - Leis de prevenção e controle de poluição de água	1948 - Lançado o primeiro Clean Water Act (CWA): regulamentação de descarga de efluentes e poluentes em corpos hídricos
	2011 - Resolução 230 CONAMA: Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes	1996 - Revisão da lei de 1984	2002 - Lei Federal de controle de poluição de água (complemento ao CWA)
FISCALIZAÇÃO COMO FUNCIONA	Lei traz uma lista com parâmetros máximos e mínimos a serem seguidos, quando do lançamento de um efluente em corpo hídrico. A norma é taxativa, pois o efluente só poderá ser lançado quando obedecidos os limites.	Lei define limites máximos e mínimos de parâmetros para lançamentos de água residual. Estes limites devem possuir limites mais rígidos para poluentes que constam numa lista nacional de descartes industriais específicos	Os limites e padrões de controle americano são regulados de acordo com diferentes categorias de descarga industrial. A base para essa divisão é a máxima eficiência que pode ser atingida usando diferentes níveis de tecnologias para controle de poluição com melhor custo benefício possível
	Fica a cargo do órgão ambiental local, estadual ou nacional, a depender da região atingida	Governos locais criam e fiscalizam a regulação ambiental, através de agências de monitoramento ambiental	Através de reportagens das próprias indústrias ao Agency's Permit Compliance System (PCS). Esses informes podem ser mensais, trimestrais ou anuais

Fonte: elaborado pelo autor.