

Dissertação de Mestrado

**CONSUMO DE ÁGUA E PRODUÇÃO DE DEJETOS
NA SUINOCULTURA**

JORGE MANUEL RODRIGUES TAVARES



Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Ambiental

Jorge Manuel Rodrigues Tavares

**CONSUMO DE ÁGUA E PRODUÇÃO DE DEJETOS NA
SUINOCULTURA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Paulo Belli Filho, Dr.
Coorientador: Paulo Armando V. de Oliveira, Dr.

Florianópolis
2012

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Tavares, Jorge Manuel Rodrigues
Consumo de água e produção de dejetos na suinocultura
[dissertação] / Jorge Manuel Rodrigues Tavares ;
orientador, Paulo Belli Filho ; co-orientador, Paulo
Armando Victória de Oliveira. - Florianópolis, SC, 2012.
230 p. ; 21cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Ambiental.

Inclui referências

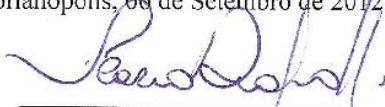
1. Engenharia Ambiental. 2. Suinocultura. 3. Consumo de
água. 4. Produção de dejetos. I. Filho, Paulo Belli. II.
Oliveira, Paulo Armando Victória de. III. Universidade
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Ambiental. IV. Título.

Jorge Manuel Rodrigues Tavares

CONSUMO DE ÁGUA E PRODUÇÃO DE DEJETOS NA SUINOCULTURA

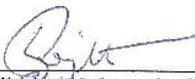
Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Ambiental, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 06 de Setembro de 2012.



Prof. Flávio Rubens Lapolli, Dr.
Coordenador do Curso

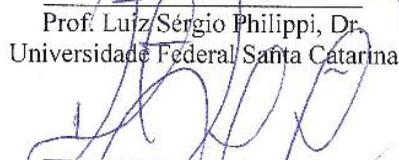
Banca Examinadora:



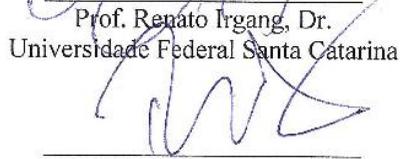
Prof.ª Rejane Ribeiro Helena da Costa, Dr.ª
Universidade Federal Santa Catarina



Prof. Luiz Sérgio Philippi, Dr.
Universidade Federal Santa Catarina



Prof. Renato Irgang, Dr.
Universidade Federal Santa Catarina



Prof. Paulo Belli Filho, Dr.
Orientador
Universidade Federal Santa Catarina

Em cada dia distante, o meu pensamento ficou
preso em vocês...
Ficou preso nos vossos sorrisos, nas saudades
sentidas em cada canto no mundo...
Sorrisos que sempre serão os nossos momentos!
As saudades que marcarão sempre a nossa vida!
Os dias passaram e o relógio nunca parou...
Eu mudei, vocês mudaram, tudo mudou...,
Hoje... do passado...
Tenho o que a memória gravou...
Hoje... para o futuro...
Tenho sonhos...
Que vou viver ao vosso lado!

Vocês foram, são e serão sempre...
O MEU MUNDO!

Este momento...

PAI e MÃE – “A MINHA VIDA”
GABI – “a confidente”
SANDRA – “a guerreira”
TENSE – “a chorona”
TIAGO – “o exemplo”
CATARINA – “a especial”
DANIELA – “a mimada”
DINIS – “o meu pequeno príncipe”

O fim é meu... e

É VOSSO!

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa, no nome do Prof. Flávio Rubens Lapolli.

À CAPES pelo apoio financeiro.

À BRF..., no nome do Dal Bello, Marco Santos, Herbert Hepp e Jacson. Aos produtores... Adelar, Arnaldo, Eliseo, Ivo, Jairo (em homenagem), Jorge, Leonir, Lídio, Maximino, Nadir, Nelda, Néilson e Rudi... sem o vosso comprometimento... não teria sido possível...

À AINCADESC... no nome do Ricardo e da Cinthya Zanussi...

À EMBRAPA, em especial ao Roque e ao Baldi (sabem que sem vocês não tinha como... tchê!!), ao Arlei (modelos mistos, variâncias, covariâncias, médias, máximos, mínimos, Gompertzsss, socoooooooooooo!!! ... tu sabes quantos cabelos brancos ganhei??), à Rose e técnicos do laboratório e a todos os pesquisadores que me receberam e ajudaram de algum modo.

Ao meu orientador, Prof. Paulo Belli, pela confiança que demonstrou quando disse sim à minha vinda, sem saber quem era, por ter permitido a mudança do projeto quando o jogo já ia a meio, pelo sonho iniciado, e por... TUDO!, o que poderei esquecer neste momento.

Ao meu coorientador Eng. Paulo Armando, sua mulher e pai (em homenagem). Não o coloquei no grupo EMBRAPA, pois preciso destacar tudo o que fez por mim...e não foi pouco! Ensinamentos partilhados ao longo destes 15 meses. Fui recebido como um filho e não me posso sentir mais lisonjeado por todo o afeto e confiança.

Ao Prof. Armando Borges Castilho Júnior pelo convite de 2009; sem ele dificilmente o rumo da minha vida teria sido este. Professor... MUITO OBRIGADO.

À Prof. Rejane por me ter recebido no laboratório, pelos avisos de que “Jorge, tu escreve muito...” (prometo professora... vou tentar sintetizar mais...); por ter permitido partilhar os meus dotes de cozinheiro no esplendoroso BACALHAU à LABEFLU.

Aos meus voluntários, que ferozmente aturaram os meus pedidos e aguentaram as minhas lamúrias... Felipe e Marina. Ahhh... calma... falta uma... um especial OBRIGADO a ti... Bruna... (por vezes foste mais além ... e sei que vais conseguir chegar lá! Acredita!!!).

À minha família LABEFLU pelos seres especiais que são... espero não quero esquecer ninguém, mas aqui vai... Rodrigo, Gerson, Mariele, Lorena (Gui), Jamile, Viviane, Heloísa, Daniele, Rafael, Tiago Vítor, Hugo “o papai”, Murilo, Cissa, Blanka, Natália, Raquel... e seus bolsistas...

A dois seres únicos no mundo... Cláudia (Ariel e Aninhas)... foste irmã, foste conselheira, foste confidente..., foste um dos dois pilares que eu tenho aqui em Floripa. Momentos especiais vivemos juntos, muitos almoços no RÚ, muita risada... (lembra-te sempre fatores antitripsinicos...) e sim... a Aninhas... estará sempre no meu coração! **Wanderli**... amigo, parceiro das horas difíceis, das horas boas e das horas maravilhosas! Chegar a um lugar que fica a 10000km de casa, e encontrar um... irmão que nunca tive... foi TUDO! Sabes que o futuro é incerto, mas para onde fores ou eu for, a nossa amizade perdurará. Lisboa era algo que tinhas sonhado e foste... o papel que eu deixei aqui é que nunca mais o encontrei... mas “oui” um dia tudo se repetirá...

Aos amigos e colegas do PPGEA... Maria Pilar, Mini-Fran, Pintinhas, Márcia, Juliana, Cássio, Helen, Ká, Deise, Ana Schneider, Sunita, Edivan, Cris, Camile, Gui, Bruno, Bianca, Naiara “a quimiodinamista”, Chicão, Tiago Belli, Rafa “o doente”, Lucila, Jossy, Bruno, Simone, Odreski, Fernando, Aline, Patrícia, Bárbara, Ana Letícia, Vitor, Álvaro, Valéria, Isabel, Marina Lisboa, Marlon, Magnun, Hermínio, Márcio Cardoso, Daniel, João Daniel, D. Eliane... enfim...

À Cris... Pintinhas... Flor... qualquer um destes, lembra-me o ser humano que és..., com esse enorme coração que partilhou horas... fazendo-me companhia enquanto eu lutava para terminar esta etapa...

Aos meus amigos forrozeiros e amigos que ficaram em Portugal!

A alguém muito muito especial: sei que os momentos da nossa vida deviam ficar sempre recordados em papel! Papel que hoje vai perdendo a importância de outrora...! No entanto sou de opinião que devemos recordar, o local onde nascemos, a família em que vivemos e crescemos, os amigos com que amadurecemos e em especial a pessoa que amamos... Marina (minha batatinha bogodó), sabes que estarei eternamente agradecido por tudo o que vivemos e passámos... eu e TU!

The Least but not the Last... o pilar de todos os pilares... a minha FAMÍLIA! O texto que escrevi anteriormente descreve como eu não sei viver sem vocês... parti com o coração partido em mil pedacinhos... mas regresssei mais forte! Mãe, Pai, maninhas (Gaby, Sandra e Tense), e riquezas da minha vida... os meus sobrinhos... (Tiago, Catarina, Daniela e Dinis)... O nome de cada um de vocês está tatuado para sempre no meu coração! Sou um Tavarinho... e este... só eu darei seguimento... **Mãezinha**... **Paizinho**... obrigado... obrigado por me terem feito crescer e amadurecer com a vossa educação... obrigado por partilharem este momento ... se um dia me perguntarem... “*com quem tu te pareces?*”... não tenham dúvidas pois eu nunca terei... sou como os meus dois anjos da guarda... a minha MÃE e o meu PAI!!!

“O único lugar onde o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário”

(Albert Einstein)

“Eu não procuro saber as respostas, procuro compreender as perguntas!”

(Confúcio)

RESUMO

A pesquisa desenvolvida visou medir o consumo de água e a produção de dejetos na suinocultura em Santa Catarina, Brasil. Os problemas ambientais que resultam desta atividade têm demandado o desenvolvimento de sistemas de produção equilibrados, considerando-se forte impacto ambiental, o consumo de água, quer pelo seu gasto enquanto recurso natural, quer pela produção de dejetos associados. Os objetivos específicos foram: medir o consumo de água e a produção de dejetos em função de diferentes tipos de equipamentos para a dessedentação (bite ball, chupeta e taça/concha ecológica) e do tempo de alojamento dos suínos ($t=10$, $t=15$ e $t=18$ semanas), determinar a caracterização físico-química e validar um modelo matemático de estimação do volume de dejetos produzidos. Para cumprir tais objetivos, foram avaliadas diariamente, 15 unidades comerciais na fase fisiológica de crescimento/terminação, no período de Abril a Dezembro de 2011. Instalaram-se hidrômetros nas linhas de abastecimento de água, caixas de fibra de vidro (2 e 5 m³) para a retenção dos dejetos e coletaram-se amostras semanais pontuais para a sua caracterização. As médias do consumo de água e da produção de dejetos foram, em função dos tempos de alojamento, respectivamente, 7,13, 7,62 e 7,87 L·suíno⁻¹·d⁻¹ e 4,20, 4,58 e 4,84 L·suíno⁻¹·d⁻¹. Em relação às variáveis analisadas, os dejetos apresentaram as seguintes médias: pH (7,59, 7,80 e 7,85), sólidos totais (58,08, 60,52 e 63,02 g·L⁻¹) e voláteis (44,02, 45,73, 47,67 g·L⁻¹), demanda química de oxigênio (78,27, 79,60 e 82,75 g O₂·L⁻¹), nitrogênio total (5,38, 5,69 e 5,87 g·L⁻¹), fósforo total (1,06, 1,19 e 1,25 g·L⁻¹), cobre (38,60, 29,93 e 25,68 mg·L⁻¹) e zinco (51,76, 56,77 e 57,16 mg·L⁻¹). A modelagem apresentou, para as regressões lineares utilizadas, os seguintes coeficientes de determinação: R²=0,700 (bite ball), R²=0,808 (chupeta) e R²= 0,712 (taça/concha ecológica). No final da pesquisa foi possível concluir que as médias dos consumos de água não apresentaram diferenças significativas entre si para os diferentes equipamentos de dessedentação. As médias dos volumes de dejetos produzidos apresentaram diferenças significativas para $t=10$, $t=15$ e $t=18$ semanas. Estas apresentaram-se inferiores aos valores usados atualmente (7,0 L·suíno⁻¹·d⁻¹), como referência pela Fundação Meio Ambiente, do estado de Santa Catarina.

Palavras-chave: Suinocultura. Consumo de água. Produção de dejetos.

ABSTRACT

The research developed aimed to measure the water intake and slurry production at pig farming at Santa Catarina, Brazil. The environmental problems that result from this activity demanded the development of balanced production systems. It is considered with a strong environmental impact the water intake, for its waste as natural resource and the associated slurry production. The specific objectives were: to measure the water intake and the slurry production regarding the different drinkers devices (bite, teat and bowl drinkers) and pigs housing time ($t=10$, $t=15$ and $t=18$); to determine the physical and chemical characterization and to validate a mathematical model for estimating the produced slurry volume. To fulfil these objectives 15 pigs commercial units were daily evaluated at growing-finishing between April and December 2011. It was installed hydrometers at the water supply lines, fibber glass boxes (2 and 5 m³) for slurries retention and weekly random samples were collected for its characterization. The average water intake and slurry production, in relation with the housing times, were 7.13, 7.62, 7.87 L·pig⁻¹·d⁻¹ and 4.20, 4.58, 4.84 L·pig⁻¹·d⁻¹ respectively. Regarding the analysed variables, the slurries presented the following averages: pH (7.59, 7.80, 7.85); total solids (58.08, 60.52 e 63.02 g·L⁻¹) and volatiles (44.02, 45.73, 47.67 g·L⁻¹) oxygen chemical demand (78.27, 79.60, 82.75 g O₂·L⁻¹), total nitrogen (5.38, 5.69, 5.87 g·L⁻¹) total phosphorus (1.06, 1.19, 1.25 g·L⁻¹) copper (38.60, 29.93, 25.68 mg·L⁻¹) and zinc (51.76, 56.77, 57.16 mg·L⁻¹). The modelling for the used linear regressions presented the following determination coefficients: R²=0,700 (bite drinker), R²=0,808 (teat drinker) e R²=0,712 (bowl drinker). At the end of the research it was possible to conclude that the averages of the water intakes didn't significantly differ among them for the different drinkers. For $t=10$, $t=15$ and $t=18$ weeks, the averages of the produced slurry volumes presented significant differences. They were significantly lower than the values used nowadays as reference (7.0 L·pig⁻¹·d⁻¹) by the Environmental Foundation, at Santa Catarina's state.

Keywords: Pig farming. Water intake. Slurry production.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dinâmica das pesquisas e projetos realizados no LABEFLU.	41
Figura 2 - Distribuição do efetivo mundial nos anos de 2004 (A) e 2011 (B).	51
Figura 3 - Distribuição espacial do efetivo suíno por município, no período compreendido entre 2007 e 2010.	57
Figura 4 - Distribuição do rebanho suíno em percentagem por Mesorregião do estado em 2010.	58
Figura 5 - Problemática ambiental associada à suinocultura.	60
Figura 6 - Uso da água na atividade suinícola.	66
Figura 7 - Desperdício de água na unidade devido à falta de manutenção do sistema hidráulico.	67
Figura 8 - Exemplos de equipamentos para a dessedentação dos suínos: (A) Bite Ball; (B) Chupeta; (C) Taça/Concha Ecológica; (D) Bebedouro de nível.	72
Figura 9 – Instalação correta vs incorreta dos equipamentos de dessedentação.	73
Figura 10 - Nebulizador no interior de uma unidade suinícola.	79
Figura 11 - Limpeza de baia com máquina de jato de água sob pressão.	80
Figura 12 - Aspetto visual dos dejetos produzidos nas unidades e encaminhados para as canaletas.	84
Figura 13 - Regiões e municípios das unidades de produção selecionadas.	95
Figura 14 - Tipo de canaletas nas unidades: (A) aberta; (B) fechada.	98
Figura 15 - Estruturas dos sistemas de tratamento: (A) esterqueira descoberta; (B) esterqueira coberta; (C) sem biodigestor; (D) com biodigestor.	99
Figura 16 - Exemplos de hidrômetros instalados nas unidades de produção.	101
Figura 17 – Exemplos de hidrômetros instalados nas unidades: (A) unimag TU III HV (B) unimag Cyble PN 10.	102
Figura 18 - Esquema da unidade de produção com as linhas de abastecimento de água e hidrômetros instalados.	103

Figura 19 - Linhas de nebulização e nebulizadores.	105
Figura 20 - Prática de limpeza nas unidades de produção.	106
Figura 21 - Esquema do alojamento e linhas de descarga dos dejetos.	108
Figura 22 - Caixas de fibra de vidro instaladas nas unidades de produção.	109
Figura 23 - Aferição da altura da lâmina de água dos dejetos produzidos.	110
Figura 24 - Sólidos sedimentados no interior das caixas de fibra de vidro.	111
Figura 25 - Procedimento de amostragem dos dejetos nas canaletas das unidades de produção.	113
Figura 26 - Localização e posição dos “data-logger” instalados nas unidades de produção.	117
Figura 27 - Esquema do balanço geral de água em suínos.	121
Figura 28 - Evolução dos consumos médios de água por semana, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento.	134
Figura 29 - Evolução das produções médias de dejetos por semana, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento.	144
Figura 30 - Evolução dos valores médios de pH medidos nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos.	148
Figura 31 - Evolução das concentrações médias dos Sólidos Totais, Voláteis e Fixos nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos.	152
Figura 32 - Evolução das concentrações médias da Demanda Química de Oxigênio nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos.	156
Figura 33 - Evolução das concentrações médias do Nitrogênio Total e Amoniacal nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos.	160
Figura 34 - Evolução das concentrações médias do Fósforo Total, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos.	164

- Figura 35** - Evolução das concentrações médias do Cobre e Zinco nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos. 167
- Figura 36** - Consumo de água em função do tempo de alojamento, ajustado segundo a Função de Gompertz. 169
- Figura 37** - Produção de dejetos em função do tempo de alojamento, ajustada segundo a Função de Gompertz. 170
- Figura 38** - Relações lineares entre o volume de dejetos estimados e medidos, respectivamente, para as unidades com equipamentos BB, CH e EC instalados. 171

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de referência da FATMA para a produção de dejetos.	43
Tabela 2 – Países com maior efetivo suíno no mundo, no período de 2004 e 2012.	50
Tabela 3 – Rebanho suíno nas cinco regiões da União entre 2007 e 2010.	54
Tabela 4 - Estados e municípios brasileiros com maior efetivo suíno.	55
Tabela 5 - Principais riscos ambientais associados à atividade suinícola.	62
Tabela 6 - Ferramentas de gestão dos dejetos suínos para redução e/ou mitigação dos impactos ambientais dos dejetos suínos.	63
Tabela 7 - Estimativa da demanda de água dos suínos nas diversas fases fisiológicas.	69
Tabela 8 - Indicações para a instalação de equipamentos.	73
Tabela 9 - Altura dos diferentes tipos de equipamentos a serem instalados.	74
Tabela 10 - Vazão mínima recomendada nos equipamentos segundo o estado fisiológico.	74
Tabela 11 - Demanda de água dos animais, de acordo com a fase fisiológica.	76
Tabela 12 - Resultados obtidos no Brasil, na avaliação do consumo de água na fase fisiológica de crescimento/terminação.	76
Tabela 13 - Resultados obtidos no exterior, na avaliação do consumo de água na fase fisiológica de crescimento/terminação.	77
Tabela 14 - Valores médios gastos para a limpeza de unidades suinícolas de crescimento/terminação.	82
Tabela 15 - Relação da proporção de dejetos produzidos e o peso vivo dos suínos.	85
Tabela 16 - Volume de dejetos produzidos, na fase de crescimento/terminação ao longo do tempo de alojamento.	86
Tabela 17 – Valores de referência da FATMA para a produção de dejetos.	87
Tabela 18 - Resultados obtidos no Brasil, na avaliação da produção de dejetos na fase fisiológica de crescimento/terminação.	88

Tabela 19 - Resultados obtidos no exterior, na avaliação da produção de dejetos na fase fisiológica de crescimento/terminação.	89
Tabela 20 - Caracterização físico-química dos dejetos produzidos em diferentes pesquisas.	91
Tabela 21 - Caracterização físico-química dos dejetos produzidos em diferentes pesquisas.	92
Tabela 22 - Caracterização das unidades de produção selecionadas.	97
Tabela 23 - Capacidade de alojamento, tipo de produção e duração do ciclo de crescimento/terminação.	100
Tabela 24 - Número de hidrômetros instalados por unidade de produção.	102
Tabela 25 - Número de ciclos monitorados e avaliados em cada unidade.	104
Tabela 26 - Variáveis físico-químicas analisadas, método analítico e seu princípio.	112
Tabela 27 - Número de amostras pontuais coletadas por unidade durante o ciclo de produção.	114
Tabela 28 - Número de rações fornecidas aos suínos por tipo de produção.	116
Tabela 29 - Pesagem dos animais segundo o tipo de produção.	118
Tabela 30 - Consumo médio de água em função do tempo de alojamento.	130
Tabela 31 - Consumo médio de água em função do equipamento de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos.	132
Tabela 32 - Volume médio de água gasto na prática da nebulização por suíno.	135
Tabela 33 - Volume médio de água gasto na limpeza das unidades por suíno.	136
Tabela 34 - Volume médio total de água gasto em casa unidades de produção ($L \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$).	138
Tabela 35 - Produção média de dejetos em função do tempo de alojamento.	140
Tabela 36 - Produção média de dejetos em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos.	142
Tabela 37 - Valores médios de pH medidos nos dejetos em função do tempo de alojamento dos suínos.	146

Tabela 38 – Valores médios de pH medidos nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos.	147
Tabela 39 – Concentrações médias de Sólidos Totais, Voláteis e Fixos nos dejetos em função do tempo de alojamento dos suínos.	149
Tabela 40 – Concentrações médias de Sólidos Totais, Voláteis e Fixos nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos.	151
Tabela 41 – Concentrações médias da Demanda Química de Oxigênio nos dejetos produzidos, em função do tempo de alojamento dos suínos.	154
Tabela 42 – Concentração média da Demanda Química de Oxigênio nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos.	155
Tabela 43 – Concentrações médias do Nitrogênio Total e do Amoniacal nos dejetos, em função do tempo de alojamento dos suínos.	157
Tabela 44 – Concentrações médias do N_T e $N-NH_4^+$ dos dejetos, na matéria original, em função do equipamento de dessedentação e tempo de alojamento dos suínos.	158
Tabela 45 - Concentrações médias do Fósforo Total nos dejetos, em função do tempo de alojamento dos suínos.	161
Tabela 46 - Concentrações médias de PT em função do equipamento de dessedentação e tempo de alojamento dos suínos.	162
Tabela 47 - Concentrações médias de Cobre e Zinco nos dejetos, em função do tempo de alojamento dos suínos.	165
Tabela 48 - Concentrações médias de Cobre e Zinco nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação e tempo de alojamento dos suínos.	166
Tabela 49 - Valores obtidos para o consumo de água dos suínos e para a produção de dejetos dos suínos, considerando diferentes períodos de alojamento	173
Tabela 50 - Valores obtidos para a caracterização físico-química dos dejetos, em função do tempo de alojamento.	174

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABIEPCS** – Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína
- ACCS** – Associação Catarinense de Criadores de Suínos
- AINCADESC** – Associação das Indústrias de Carnes e Derivados de Santa Catarina
- ANA** – Agência Nacional das Águas do Brasil
- BB** – Bite Ball
- BRF** – Brasil Foods
- CC** – Unidade de Ciclo Completo
- CH** – Chupeta
- CH₄** – Metano
- CO₂** – Dióxido de carbono
- CT** – Unidade de Crescimento/Terminação
- Cu** - Cobre
- DQO** – Demanda Química de Oxigênio
- EC** – Taça/Concha Ecológica
- EMBRAPA** – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Suínos e Aves
- ENS** – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental
- EPAGRI** – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
- FAO** – Food and Agriculture Organization of United Nations
- FATMA** – Fundação Meio Ambiente
- GEE** – gases de efeito de estufa
- GO** – Estado de Goiás
- H₂S** – Sulfeto de Hidrogênio
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IN** – Instrução Normativa
- K** – Nutriente Potássio
- LABEFLU** – Laboratório de Efluentes Líquidos e Gasosos
- LAI** – Licença Ambiental Instalação
- LAO** – Licença Ambiental Operação
- LAP** – Licença Ambiental Prévia
- MG** – Estado de Minas Gerais
- MT** – Estado do Mato Grosso do Sul
- N**- Nutriente Nitrogênio
- N₂O** – Óxido Nitroso
- NH₃** - Amônia
- N-NH₃** – Nitrogênio Amoniacal

NTK – Nitrogênio Total Kjeldahl
P – Nutriente Fósforo
pH – Potencial Hidrogeniônico
PIB – Produto Interno Bruto
PLD – Programa de Limpeza e Desinfecção
PPM – Produção Pecuária Municipal
PR – Estado do Paraná
PT – Fósforo Total
SC – Estado de Santa Catarina
SF – Sólidos Fixos
 σ – Desvio Padrão
SPAC – Sistema de Produção Animais Confinados
ST – Sólidos Totais
SV – Sólidos Voláteis
TAC – Termos de Ajustamento de Conduta
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
UP₁ a UP₁₅ – Unidades de produção
UPL – Unidade de Produção de Leitões
USDA – United States Department of Agriculture
Zn – Zinco

LISTA DE SIGLAS DAS EQUAÇÕES

- a** – coeficiente alométrico [- 0,982 – 0,0145 (MUS)]
A – Valor máximo da variável em análise
A_L – Água de limpeza
A_{Méd} – N.º médio de suínos alojados durante o ciclo
b – coeficiente alométrico [0,7518 + 0,0044 (MUS)]
B – Aumento variável no ponto de inflexão
C – Tempo de alojamento no ponto de inflexão
d_d – duração do ciclo de produção
e – base do logaritmo neperiano
E_{Met} – Energia metabolizável da ração
E_{Net} – Energia *net* (líquida) da ração
H₂O_{Bal} – Quantidade de água do balanço dos suínos
H₂O_{Cor} – Quantidade de água retida no corpo
H₂O_{Corpo} – Água no corpo do suíno
H₂O_{Dej} – Quantidade de água nos dejetos
H₂O_{Evap} – Quantidade de água evaporada do corpo dos suínos
H₂O_{Ing} – Quantidade de água ingerida no equipamento pelos suínos
H₂O_{Leitões} – Água nos leitões em lactação
H₂O_{Lim} – Quantidade de água de limpeza
H₂O_{Met} – Produção de água metabólica
H₂O_{Raç} – Quantidade de água ingerida na ração
H₂O_{Uter} – Água nos conteúdos uterinos das matrizes
L_F – Leitura do hidrômetro no final da limpeza após saída dos suínos para abate
L_I – Leitura do hidrômetro no alojamento
L_v – Calor latente de vaporização
m – massa do suíno
M – Variável em análise
MUS - % músculo na carcaça
MS_{Raç} – Teor de matéria seca na ração
N_{Obs} – N.º de observações no ciclo de produção
π – Constante *pi*
Prod_{CO2} – Produção de CO₂ por suíno
P_{vap} – Vapor de água produzido pelo suíno
Q_{lat_{sui}} – Produção de calor latente
Q_{sen_{sui}} – Produção de calor sensível por suíno
Q_{tot_{sui}} – Produção de calor total por suíno
ρ_{Dej} – Densidade do dejetos
R_{Prot} – Retenção de proteína diária

Ração – Alimento ingerido pelo suíno

t – Tempo de alojamento dos suínos

T_a - Temperatura do bulbo seco no interior do edifício

T_d – Taxa de diluição

V_D – Volume diário de dejetos produzidos

V_{Dej} – Volume dos dejetos produzidos

x_r – Raio maior na altura da lâmina do dejetos

x_i – Raio menor da caixa após cálculo da nova altura

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	35
1.1. ENQUADRAMENTO DO TEMA	35
1.2. OBJETIVOS E HIPÓTESES.....	39
1.2.1. Objetivos específicos	39
1.2.2. Hipóteses da pesquisa	39
1.3. JUSTIFICATIVA.....	40
1.3.1. Científica	40
1.3.2. Jurídica	42
1.3.3. Social	44
1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	45
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	47
2.1. A SUINOCULTURA E O MEIO AMBIENTE	47
2.1.1. A suinocultura mundial	49
2.1.2. A suinocultura brasileira	52
2.1.3. A suinocultura no estado de Santa Catarina	55
2.1.4. A problemática ambiental na suinocultura	59
2.2. A ÁGUA NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS	64
2.2.1. Consumo de água pelo suíno	68
2.2.1.1. O nutriente água	68
2.2.1.2. Tipos de equipamentos usados para a dessedentação dos suínos na fase fisiológica de crescimento/terminação.....	71
2.2.1.3. Pesquisas brasileiras e internacionais para o consumo de água pelos suínos	75
2.2.2. Nebulização	77
2.2.3. Água de limpeza	79
2.3. PRODUÇÃO DE DEJETOS NA SUINOCULTURA.....	83
2.3.1. Volume total de dejetos produzido	85
2.3.1.1. Pesquisas brasileiras e internacionais para o volume de dejetos produzidos	88
2.3.2. Caracterização dos dejetos suínos	90
3. MATERIAIS E MÉTODOS	93
3.1. ENQUADRAMENTO DA PESQUISA	93
3.1.1. Localização do estudo	94
3.1.2. Identificação e caracterização das unidades de produção ..	96

3.2.	O CONSUMO DE ÁGUA NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS	101
3.2.1.	Consumo de água dos animais	103
3.2.1.1.	Tipos de equipamentos para a dessedentação animal	104
3.2.2.	Nebulização	105
3.2.3.	Água de Limpeza	106
3.3.	PRODUÇÃO DE DEJETOS NA SUINOCULTURA	108
3.3.1.	Caracterização físico-química dos dejetos produzidos	111
3.4.	OUTRAS DETERMINAÇÕES	115
3.4.1.	Consumo de ração diária dos suínos	115
3.4.1.1.	Caracterização físico-química da ração	115
3.4.2.	Dados climáticos da região	116
3.4.2.1.	Temperatura e umidade no interior das edificações	116
3.4.3.	Peso e curva de crescimento dos suínos	117
3.5.	MODELOS MATEMÁTICOS NA SUINOCULTURA	119
3.5.1.	Função de Gompertz: o consumo de água e a produção dos dejetos nas unidades suinícolas	119
3.5.2.	Modelo para a estimativa da produção de dejetos	119
3.5.2.1.	Estimativa do balanço geral de água	120
3.5.2.2.	Estimativa da produção de dejetos nas unidades suinícolas	126
3.6.	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS	128
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	129
4.1.	O CONSUMO DE ÁGUA NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS	129
4.1.1.	Consumo de água dos animais	129
4.1.1.1.	Consumo de água dos animais em função do tempo de alojamento	129
4.1.1.2.	Consumo de água dos animais em função do tipo de equipamento para a dessedentação e do tempo de alojamento	131
4.1.2.	Nebulização	135
4.1.3.	Água de Limpeza	136
4.1.4.	Volume total consumido por unidade de produção	137
4.2.	PRODUÇÃO DE DEJETOS NA SUINOCULTURA	140
4.2.1.	Volume de dejetos produzidos	140
4.2.1.1.	Produção de dejetos em função do tempo de alojamento ...	140
4.2.1.2.	Produção de dejetos em função do tipo de equipamentos instalados para a dessedentação e do tempo de alojamento	142
4.2.2.	Caracterização físico-química dos dejetos produzidos	145
4.2.2.1.	Potencial hidrogeniónico (pH)	146

4.2.2.2.	Sólidos Totais (ST), Voláteis (SV) e Fixos (SF).....	149
4.2.2.3.	Demanda Química de Oxigênio (DQO).....	153
4.2.2.4.	Nitrogênio Total (Kjeldahl) e Amoniacal (N-NH ₄ ⁺).....	157
4.2.2.5.	Fósforo Total (P _T).....	161
4.2.2.6.	Cobre (Cu) e Zinco (Zn).....	165
4.3.	MODELOS MATEMÁTICOS NA SUINOCULTURA.....	169
4.3.1.	Função de Gompertz: o consumo de água e a produção dos dejetos nas unidades suinícolas.....	169
4.3.2.	Modelo para estimativa da produção de dejetos.....	171
4.4.	CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS OBTIDOS.....	173
5.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	175
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	179
	APÊNDICE 1 – Produção mundial de suínos (cabeças).....	207
	APÊNDICE 2 – Produção mundial de carne (Ton).....	208
	APÊNDICE 3 – Variação do n.º de animais do rebanho permanente entre 2004 e 2011.....	209
	APÊNDICE 4 – Variação do número de cabeças produzidas entre 2004 e 2011.....	211
	APÊNDICE 5 – Variação de toneladas de carne produzidas entre 2004 e 2011.....	213
	APÊNDICE 6 – Dinâmica da suinocultura brasileira entre 2004 e 2011.....	215
	APÊNDICE 7 – Efetivo de santa catarina distribuído por mesorregião e microrregião.....	217
	APÊNDICE 8 – Planilha individual de registros.....	218
	APÊNDICE 9 – Cronograma de atividades.....	219
	APÊNDICE 10 – Médias SEMANAIS do consumo de água em função do equipamento e tempo de alojamento.....	220
	APÊNDICE 11 – Consumo médio animal, mínimo e máximo em função da unidade de produção.....	221
	APÊNDICE 12 – Médias SEMANAIS da produção de dejetos em função do equipamento e tempo de alojamento.....	222
	APÊNDICE 13 – Valores médios de ph nos dejetos, em função do equipamento de dessedentação e período de alojamento.....	223
	APÊNDICE 14A – Concentrações Médias dos sólidos totais nos dejetos, em função do equipamento de dessedentação e período de alojamento.....	224

APÊNDICE 14B – Concentrações Médias dos sólidos voláteis nos dejetos, em função do equipamento de dessedentação e período de alojamento.	225
APÊNDICE 14C – Concentrações Médias dos sólidos fixos nos dejetos, em função do equipamento de dessedentação e período de alojamento.	226
APÊNDICE 15 – Concentrações Médias da demanda química de oxigênio nos dejetos, em função do equipamento de dessedentação e período de alojamento.	227
APÊNDICE 16A – Concentrações Médias do nitrogênio total nos dejetos, em função do equipamento de dessedentação e período de alojamento.	228
APÊNDICE 16B – Concentrações Médias do nitrogênio amoniacal nos dejetos, em função do equipamento de dessedentação e período de alojamento.	229
APÊNDICE 17 – Concentrações Médias do fósforo total nos dejetos, em função do equipamento de dessedentação e período de alojamento.	230
APÊNDICE 18 – Concentrações Médias do cobre nos dejetos, em função do equipamento de dessedentação e período de alojamento.	231
APÊNDICE 19 – Concentrações Médias do fósforo total nos dejetos, em função do equipamento de dessedentação e período de alojamento.	232

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO DO TEMA

A suinocultura mundial desempenha, atualmente, um papel muito importante, embora complexo, a nível econômico, social e ambiental. A tendência de crescimento populacional vem gerando preocupação na sociedade, pelo aumento significativo na busca e consequente demanda por proteína animal de elevada qualidade, mas a baixo custo, considerada fundamental para a subsistência do ser humano. A manutenção deste cenário na primeira década do século XXI mostrou a importância de se encontrar um ponto de equilíbrio entre as atividades de produção e o meio ambiente, por forma a responder à demanda mundial por proteína animal. A atividade suinícola, extensa fonte da referida proteína, incorporada na pecuária e incluída nas diversas atividades humanas, tem aumentado significativamente a pressão sobre o meio ambiente e a biodiversidade em diversos ecossistemas e recursos naturais: água, solo e ar (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS, 2009).

O Brasil foi considerado no passado como um país de elevado potencial na pecuária para a produção de proteína animal (bovina, suína e aves). Hoje, sendo uma certeza mundial no setor pecuário de produção de carne, a atividade suinícola apresenta-se como um importante fator no desenvolvimento econômico do país, promovendo efeitos multiplicadores de renda e emprego em todos os setores da economia (primários, secundários e terciários). Não existem dúvidas de que a suinocultura tem contribuído significativamente para a afirmação do país no setor pecuário mundial, pois tem apresentado a partir da década de 70 do século XX e, mais especificamente, na primeira década do século XXI, uma evolução científica, técnica e tecnológica (sistemas e modelos de produção, equipamentos para a ingestão de água e ração, genética, manejo diário, nutrição e aspetos sanitários) (TESTA 2004; HENN, 2005; ALVES, 2007; VELHO, 2011; TAVARES; OLIVEIRA; BELLI FILHO, 2012). Em virtude dessa evolução, a atividade suinícola no Brasil equipara-se com as melhores do mundo devido aos seus índices de produção. Comparando a suinocultura no país, a produção catarinense é classificada como a mais dinâmica, possuindo importante relevância econômica, ambiental, social e cultural (BELLI FILHO et al., 2001; SIMIONI, 2001; HENN, 2005). Não obstante essa classificação, a produção de suínos apresenta-se ainda com baixa qualidade ambiental, proporcionando conflitos no uso da água e na degradação da saúde

ambiental, prejudicando assim o surgimento e o desenvolvimento de outras atividades econômicas (ALVES, 2007).

Segundo dados preliminares apresentados para o ano de 2011, o Brasil totalizou um rebanho médio de 36.652 milhões de suínos, sendo considerado o quarto maior produtor e exportador mundial para este setor pecuário (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2011). O estado de Santa Catarina destaca-se no cenário suinícola brasileiro como o maior produtor, possuindo um rebanho médio de 7.817.536 de suínos, correspondendo a aproximadamente 20% do total nacional, concentrados principalmente na Mesorregião do Oeste Catarinense (76,05%) (BRASIL, 2010a). Os valores apresentados têm ainda maior relevo quando se compara a área de Santa Catarina (95.703 km² – 1,12% do território nacional) e a sua população residente (6.178.603 habitantes – aproximadamente 3,3% do total do país) com as de outros estados (BRASIL, 2010b). É importante referir que a maior parte da atividade suinícola catarinense é coordenada pela agroindústria; realiza-se em pequenas propriedades através de mão-de-obra familiar e sob a forma de integração ou outro modo contratual. O produtor quando inserido na integração recebe da agroindústria o suíno, a ração, a assistência técnica necessária durante a produção e a certeza da entrega do animal produzido para o abate em frigorífico.

As reservas de água são uma questão central na agropecuária (OLIVEIRA, 2002a). Dados publicados em 2012 indicam que, em média, 92% do consumo de água doce no mundo estão associados às atividades agrícolas (HOEKSTRA; MEKONNEN, 2012), sendo a suinocultura classificada como atividade consumidora de grandes volumes de água, tanto pela demanda para o consumo animal e produção dos grãos, quanto pelo abate e processamento da carne (PALHARES, 2011). O elevado consumo de água e de outros insumos na suinocultura tem forte impacto ambiental, quer pelo seu gasto enquanto recurso natural, quer pela intensidade do impacto que resulta do volume de dejetos gerados em todas as fases fisiológicas da cadeia de produção de suínos, com especial destaque para a fase de crescimento/terminação (FERREIRA et al., 2007). Segundo os autores, o aumento observado na densidade animal gera uma maior pressão na utilização da água, o que, em caso de má gestão, poderá afetar a sua própria qualidade enquanto recurso natural, tornando-se um bem essencial cada vez mais escasso no futuro e comprometendo a sustentabilidade da própria atividade. O gasto de água exacerbado em

regiões de maior intensidade produtiva, sem a gestão adequada, poderá reduzir a disponibilidade de água com qualidade, nas fontes subterrâneas e principalmente nos mananciais superficiais pela incorreta aplicação dos dejetos produzidos no solo (BELLAVÉR; OLIVEIRA, 2009).

A evolução dos sistemas e modelos de produção na suinocultura motivou o aumento do número de unidades suínícolas do tipo “intensivo” decorrentes do modelo agroindustrial (sistemas de produção de animais confinados – **SPAC**), em detrimento das unidades do tipo “familiar” extensivas e intensivas, de menor produção. Esta alteração nos modelos de produção gerou o incremento no volume de dejetos produzidos por unidade e, como consequência, um problema ambiental quanto ao destino final desse efluente (TAVARES, 2008). Os sistemas de armazenamento e tratamento deixaram de estar corretamente dimensionados, para receber o volume total de dejetos produzidos por dia nas unidades suínícolas e a inexistência de área disponível para a aplicação do dejetos no solo surgiu como outro problema, provocando desequilíbrios ambientais graves (contaminação física, química e microbiológica do meio receptor natural – solo e água) (MIRANDA, 2005, 2007). O desperdício de ração e água dos equipamentos nas unidades em conjunto com o volume de água gasto em excesso nos programas de limpeza e desinfecção (**PLD**) faz dos dejetos produzidos uma importante fonte de poluição, principalmente quando o manejo e o destino final são incorretos (OLIVEIRA, 2004; SARDÁ, 2009). A carga poluente diária gerada por suíno equivale a 3,5 pessoas (LINDNER, 1999 *apud* MIRANDA, 2005; DIESEL; MIRANDA; PERDOMO, 2002; HENN, 2005). Ao totalizar um rebanho médio de 7.817.536 suínos (BRASIL, 2010a), a suinocultura catarinense produz diariamente 67.231 m^3 de dejetos, considerando um volume médio diário de $8,6 \text{ L} \cdot \text{suíno} \cdot \text{d}^{-1}$ (OLIVEIRA, 1993). A carga poluente produzida por dia na atividade suínícola equivale a uma população residente 27.361 milhões de habitantes.

A presente pesquisa, inserida em um projeto de parceria técnica “**Determinação do consumo de água, da geração de dejetos e da emissão de gases de efeito de estufa na produção de suínos**”, desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária de Suínos e Aves com o apoio da empresa Brasil Foods e da Associação das Indústrias de Carnes e Derivados de Santa Catarina, surgiu para responder à lacuna de informações atuais quanto aos valores de referência diários de consumo de água e produção de dejetos gerados em

unidades comerciais, na fase fisiológica de crescimento/terminação da cadeia de produção de suínos.

A pesquisa foi desenvolvida em 15 unidades suinícolas na Mesorregião do Oeste de Catarinense, nos municípios de Arbutã, Concórdia, Jaborá e Ipumirim, no período entre Outubro de 2010 e Maio de 2012. As atividades de campo e as avaliações dos ciclos de produção foram desenvolvidas em regime normal de funcionamento das unidades, em dois períodos distintos:

Período 1: estudo piloto para adequação, validação e definição da metodologia final (Janeiro a Março de 2011);

Período 2: avaliação de 33 ciclos de produção nas 15 unidades selecionadas (Abril de 2011 a Maio de 2012).

O tempo de alojamento dos suínos em cada ciclo de produção variou segundo a demanda da agroindústria (mínimo de 10 e máximo de 18 semanas).

As atividades de campo realizadas pelos produtores em cada ciclo de produção foram: o registro diário da leitura dos hidrômetros instalados em cada linha de água, o registro da altura da lâmina de água dos dejetos produzidos e armazenados no interior das caixas de fibra de vidro, a quantidade de ração ingerida por suíno (kg) e a mortalidade por unidade. A equipe de campo nas visitas semanais efetuadas às unidades procedeu à coleta dos dados registrados pelos produtores, amostragem dos dejetos e da ração dos suínos, apontamento das leituras da temperatura e umidade armazenadas no “*data-logger*” e pesagem, quando necessária, dos animais.

As análises físico-químicas das amostras de dejetos e ração foram realizadas no laboratório da EMBRAPA Suínos e Aves, em Concórdia.

Convém enfatizar que no fim das atividades desenvolvidas em campo, devido ao número de ciclos de produção avaliados (33), gerou-se no final da pesquisa um volume elevado de dados e informações. O fim das avaliações em campo (Maio de 2012) associado ao prazo de entrega da dissertação previsto no programa de pós-graduação obrigou à apresentação dos resultados relativos aos primeiros 17 ciclos de produção avaliados nas 15 unidades suinícolas selecionadas (Abril a Dezembro de 2011).

1.2. OBJETIVOS E HIPÓTESES

O presente trabalho teve como objetivo geral medir o consumo de água e a produção de dejetos em unidades de produção de suínos, na fase fisiológica de crescimento/terminação.

1.2.1. Objetivos específicos

- ✘ Medir o consumo de água, em unidades de produção na fase fisiológica de crescimento/terminação, com diferentes tipos de equipamentos instalados para a dessedentação de suínos;
- ✘ Medir a produção de dejetos e determinar a sua caracterização físico-química, em unidades de produção na fase fisiológica de crescimento/terminação, com diferentes tipos de equipamentos instalados para a dessedentação de suínos; e,
- ✘ Validar um modelo matemático para estimar a produção de dejetos na fase fisiológica de crescimento/terminação em unidades de produção de suínos.

1.2.2. Hipóteses da pesquisa

- ✘ Existe diferença no consumo de água pelos animais para os diferentes tipos de equipamentos instalados para a dessedentação de suínos;
- ✘ Existe diferença no volume de dejetos produzidos para os diferentes tipos de equipamentos instalados para a dessedentação de suínos;
- ✘ Existe diferença nas características físico-químicas dos dejetos produzidos para os diferentes tipos de equipamentos instalados para a dessedentação de suínos; e,
- ✘ É possível estimar a produção de dejetos, em unidades de produção de suínos, com o uso de um modelo matemático.

1.3. JUSTIFICATIVA

1.3.1. Científica

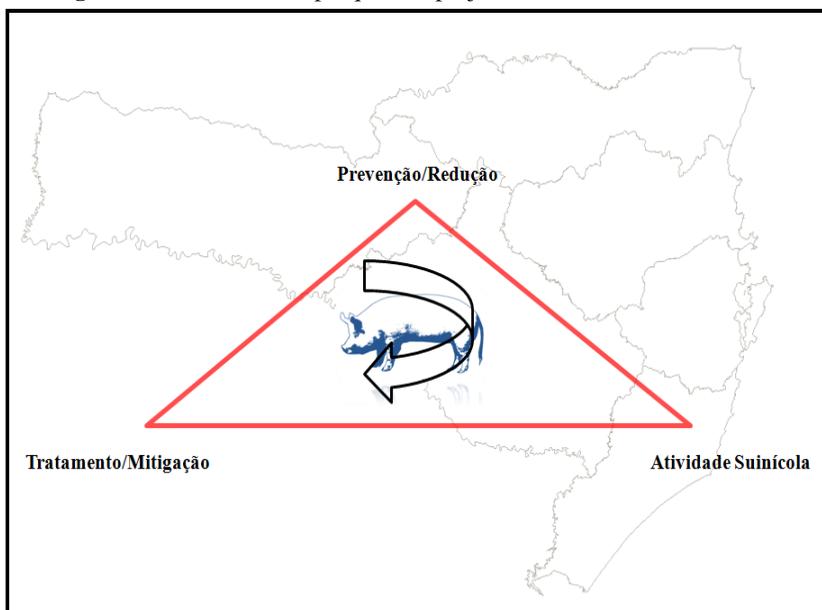
O Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina (**ENS/UFSC**), em particular o Laboratório de Efluentes Líquidos e Gasosos (**LABEFLU**) tem desenvolvido desde o ano de 1994 e em conjunto com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (**EMBRAPA**), Suínos e Aves, a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (**EPAGRI**) e a Petrobrás Ambiental, pesquisas transdisciplinares para o desenvolvimento da atividade suinícola catarinense. As principais pesquisas abordaram temas associados à produção suína, tais como: planejamento, manejo e gestão ambiental, modelos alternativos de armazenamento, tratamento, distribuição e reuso dos dejetos, tanto pela valorização agrônômica (aplicação nos solos), quanto pela valorização energética (produção e queima do biogás produzido no processo de digestão anaeróbia).

Os avanços tecnológicos observados na atividade suinícola, associados à melhoria genética das raças comerciais de suínos e ao aumento da demanda mundial por proteína animal de qualidade, conduziram à implementação dos SPAC na suinocultura, a partir das últimas décadas do século XX. Este sistema de produção gera uma pressão ambiental elevada não só pelo incremento de recursos naturais usados como insumos na suinocultura (água e alimento), como também pelo aumento do volume diário de dejetos. Apesar do confinamento ser vantajoso para o controle da produtividade do setor pela agroindústria, em geral, estes sistemas intensivos resultam em desequilíbrios ecológicos nas regiões de maior pressão produtiva. Os desequilíbrios observados no meio ambiente têm motivado o desenvolvimento de sistemas de produção sustentáveis, permitindo assim, responder as demandas atuais por proteína animal sem inviabilizar ou comprometer, as gerações futuras que crescem e desenvolvem ao redor dos grandes centros produtores. Com as constantes evoluções na atividade suinícola observa-se as dificuldades dos produtores em adequar as suas unidades às leis em vigor em Santa Catarina. As unidades de produção sem plano de manejo definido para a coleta, armazenamento, tratamento e distribuição dos dejetos produzidos, de acordo com a legislação ambiental em vigor, colocam em risco a sustentabilidade da suinocultura no estado.

A medição do consumo de água e do volume de dejetos produzidos “*in situ*”, em unidades comerciais a operar no seu regime normal de funcionamento, é essencial tanto para reduzir a água gasta diariamente na atividade suinícola, quanto para fornecer novos valores de referência para o dimensionamento correto das estruturas de coleta, armazenamento e tratamento. Com esta medição vai ainda ser possível: preencher o vazio de informação que existe para o consumo total de água e proceder à atualização dos valores de referência utilizados pelo órgão legislador do estado de Santa Catarina – Fundação Meio Ambiente (FATMA), para o volume de dejetos produzidos.

A Figura 1 apresenta a dinâmica das pesquisas e projetos realizados no LABEFLU (UFSC). Na presente pesquisa, a medição do consumo de água e produção de dejetos enquadra-se na área da prevenção e redução dos impactos ambientais resultantes da atividade suinícola. Outro aspeto a realçar resume-se à gestão do conhecimento já obtido pelas pesquisas terminadas.

Figura 1 – Dinâmica das pesquisas e projetos realizados no LABEFLU.



1.3.2. Jurídica

A atividade suinícola no estado de Santa Catarina pertence ao grupo de atividades industriais que requerem licenciamento ambiental de acordo com o porte da sua unidade de produção [Licença Ambiental Prévia (**LAP**); Licença Ambiental Instalação (**LAI**); Licença Ambiental Operação (**LAO**)]. As unidades com rebanho inferior a 500 suínos, na fase fisiológica de crescimento/terminação da cadeia de produção de suínos, devem possuir Autorização Ambiental (**AuA**). Unidades com rebanhos superiores estão sujeitas a licenciamento ambiental segundo Resoluções do CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE n.º 01/2004, n.º 01/2006 e n.º 02/2006, posteriormente alteradas pelas Resoluções n.º 03/2008 e n.º 04/2008.

A suinocultura em termos de legislação pode ainda ser enquadrada dentro: do Código Florestal Federal (Lei Federal n.º 4.771/1965 e posteriores alterações); das Resoluções CONAMA n.º 302/2002, 303/2002 e 369/2006 (área de preservação permanente); das Resoluções CONAMA n.º 357/2005, n.º 397/2008 e n.º 430/2011 (padrão de lançamento de efluentes em corpos de água receptores); do Decreto Estadual n.º 14.250/1981 (proteção e melhoria da qualidade ambiental); do Decreto Estadual n.º 24.980/1985 (habitação rural) e da Lei Estadual n.º 14.675/2009 (Código Estadual do Meio Ambiente). Outras ferramentas utilizadas no processo de licenciamento ambiental das unidades suinícolas no estado de Santa Catarina envolvem as informações que se encontram em quatro Instruções Normativas (**IN**) da FATMA: **IN – 11** (FUNDAÇÃO MEIO AMBIENTE, 2009), **IN – 34** (FUNDAÇÃO MEIO AMBIENTE, 2008a), **IN – 37** (FUNDAÇÃO MEIO AMBIENTE, 2008b) e **IN – 41** (FUNDAÇÃO MEIO AMBIENTE, 2008c).

A legislação referida é aplicada no licenciamento da atividade suinícola no estado de Santa Catarina com o objetivo de proteger e melhorar a qualidade do meio ambiente nas regiões onde a produção é mais intensa. No entanto, o órgão ambiental enfrenta muitas dificuldades de atuação devido à estrutura operacional que possui (reduzido número de técnicos e veículos) para atender ao número de processos pedidos para licenciamento ambiental. Outro aspeto relevante prende-se com as dificuldades sentidas pelos produtores em cumprir a legislação do estado, face ao volume de dejetos produzidos diariamente na sua unidade de produção (deficiência dos sistemas de coleta, armazenamento e tratamento; falta de área disponível para aplicação no solo). A falta de critério da agroindústria para dar resposta às exigências

do órgão legislador do estado é outro fator que prejudica a tomada de decisão do produtor. Neste cenário, a solução passa muitas vezes por aplicar os dejetos produzidos no solo de forma errônea, sem respeitar o período de armazenamento legal e os volumes pré-estabelecidos pela legislação. Segundo as **IN – 11** e **IN – 41** [Termo de Ajustamento de Conduta (**TAC**) da Suinocultura Catarinense], a aplicação de dejetos no solo pelo produtor pode ser feita após um período de armazenamento de 120 dias no seu sistema de armazenamento/tratamento e para um volume máximo de $50 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$, respeitando sempre as recomendações de adubação indicadas em laudo técnico e baseadas em análises de solo.

A Tabela 1 apresenta os valores de referência da **IN – 11** considerados pela FATMA para o volume diário de dejetos produzidos por suíno e utilizados pelo órgão legislador para o licenciamento ambiental das unidades de produção.

Tabela 1 – Valores de referência da FATMA para a produção de dejetos.

Categoria de Suínos	Esterco (kg·d⁻¹)	Esterco + Urina (kg·d⁻¹)	Dejetos Líquidos (L·d⁻¹)
Porcas em gestação	3,60	11,00	16,00
Porcas em lactação	6,40	18,00	27,00
25 – 100 kg	2,30	4,90	7,00
Machos	3,00	6,00	9,00
Leitões	0,35	0,95	1,40
Média	2,35	5,80	8,60

Fonte: adaptado de Oliveira (1993).

Os valores apresentados são amplamente utilizados no Brasil para o cálculo do volume total de dejetos produzido em uma unidade de produção e para o dimensionamento dos sistemas de armazenamento e tratamento dos dejetos suínos. A evolução dos sistemas e modelos de produção observados desde final do século XX aliada à instalação de equipamentos mais eficientes e à adoção de novas práticas no manejo das unidades suinícolas podem ter gerado alterações significativas no volume de dejetos produzidos na maior parte das granjas, existindo

deste modo, elevada probabilidade de serem, atualmente, inferiores aos utilizados como referência pela FATMA.

Devido à antiguidade dos dados relativos à produção de dejetos, resultantes de estudos em condições experimentais e ambiente controlado, distintas do que é observado em campo, surgiu a necessidade de reavaliar os valores de referência para a realidade local.

1.3.3. Social

O estado de Santa Catarina é considerado um dos maiores produtores de alimentos no Brasil, apresentando elevados índices de produtividade. Embora as unidades agropecuárias catarinenses sejam essencialmente do tipo “familiar”, a sua mão-de-obra destaca-se pela capacidade de inovação, trabalho e emprego de novas tecnologias, contribuindo para aproximadamente 21% do Produto Interno Bruto (**PIB**). Neste contexto, as maiores agroindústrias do Brasil encontram-se instaladas no estado, com alta relevância econômica e social para a população residente em Santa Catarina. A importância social da agropecuária no estado e, mais especificamente a suinocultura na Mesorregião do Oeste Catarinense, consiste não só no número de produtores envolvidos na atividade (oito mil em integração), como também nos empregos diretos (65 mil) e indiretos (140 mil) que proporciona à população dos municípios da região.

Segundo o Informe 2012 da Agência Nacional das Águas do Brasil (**ANA**), os recursos hídricos inseridos no panorama agropecuário dos estados produtores de suínos apresentam-se cada vez mais regionalizados, envolvendo, por esse motivo, as atividades econômicas locais que deles dependem (**BRASIL, 2012**). Por exemplo, a problemática ambiental associada à atividade suinícola é acentuada no meio rural. Os impactos ambientais gerados na produção e assumidos por todas as entidades envolvidas na suinocultura colocam em risco tanto as fontes naturais hídricas (superficiais e subterrâneas) quanto a possibilidade de sobrevivência de outras atividades, que dependem diretamente dos volumes de água captada, distribuída e consumida a partir dessas fontes. A captação de água no estado de Santa Catarina ocorre preferencialmente em mananciais superficiais (82%) e lençóis de água subterrâneos (15%). O nível de contaminação detectado nas fontes de abastecimento de água em alguns municípios é alarmante, especialmente no oeste catarinense, devido à elevada densidade suína associada à consequente produção e disposição incorreta dos dejetos no

solo. Os desperdícios de água e ração e a ausência de critério no planejamento e manejo das unidades geram volumes de dejetos que muitas vezes são transportados para rios, lagos, solo e outros recursos naturais. As principais inferências da disposição incorreta dos dejetos produzidos para os recursos hídricos e conseqüentemente para as populações ao redor dos centros intensivos de produção são: redução da disponibilidade de água, causando conflitos pelo seu uso; restrições ao desenvolvimento e aumento dos custos de produção das atividades agropecuárias por carência de água; aparecimento de contaminação, eutrofização e alterações no meio recetor devido ao excesso de nutrientes; presença de microrganismos prejudiciais à saúde humana e animal; aumento no custo de vida da população vizinha aos recursos hídricos utilizados, devido à necessidade de tratamento das fontes naturais contaminadas.

Os problemas sociais que têm surgido na integração dos pequenos produtores às agroindústrias geram a necessidade de se obter uma resposta para as demandas atuais da suinocultura, sem inviabilizar ou comprometer as gerações futuras. A determinação do consumo de água e o respectivo volume de dejetos produzidos nas unidades suinícolas apresentam-se essenciais para o planejamento mais eficiente da produção a fim de reduzir os impactos ambientais que lhe são associados.

1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está redigida em seis capítulos. No primeiro é apresentada uma breve introdução da pesquisa desenvolvida com o enquadramento do tema, os objetivos, as hipóteses e as justificativas científica, jurídica e social. No segundo capítulo é contextualizado o tema através da revisão bibliográfica, que aborda tópicos como: a suinocultura e o ambiente, o consumo de água e a produção de dejetos na suinocultura. No capítulo três são indicados os materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa nas unidades comerciais de produção, para responder às hipóteses propostas. No quarto capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos na pesquisa, bem como as principais conclusões em função dos objetivos específicos. No quinto capítulo apresentam-se as conclusões da pesquisa e as recomendações para possíveis trabalhos futuros. Na seqüência, são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas e por fim, os apêndices.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A SUINOCULTURA E O MEIO AMBIENTE

Os sistemas e modelos de produção na atividade suinícola são formados por conjuntos de componentes ou variáveis que se interrelacionam e cujo objetivo final é a produção de suínos. Dentre esses componentes ou variáveis os mais importantes são: o homem, as edificações, os equipamentos utilizados, os animais, os insumos (água, ração, energia) e os subprodutos e resíduos da produção (SOBESTIANSKY et al., 1998).

Em resposta às mudanças globais da economia a partir da década de 80 do Séc. XX, a suinocultura enquanto atividade pecuária, visando o aumento da produtividade e a redução dos custos de produção, sofreu profundas alterações técnicas e tecnológicas. Os sistemas de produção, as instalações, o manejo, a alimentação e a genética têm sofrido mudanças permanentes para atender às necessidades mundiais relativamente à alimentação humana (KILL et al., 1998; FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS, 2009). A “revolução pecuária” denomina o processo de transformação observado na atividade, que devido ao crescimento populacional, ao aumento da renda e à urbanização do meio rural, têm proporcionado o incremento do consumo de alimentos animais, aumentando conseqüentemente, a sua demanda (DELGADO et al., 1999). Ainda segundo os autores, a “revolução” teve profundas implicações na luta contra a pobreza, na saúde humana e na sustentabilidade ambiental.

Atualmente, a suinocultura é caracterizada por sistemas de produção intensiva que se justificam pelo aumento da demanda mundial de alimentos e pela necessidade de reduzir os custos associados à sua produção. No entanto, o aumento da procura de produtos de origem animal, estimulou o aparecimento dos SPAC. Estes sistemas provocam, muitas vezes, desequilíbrios graves devido ao elevado número de animais confinados e à menor capacidade de suporte do meio ambiente, originando impactos negativos nos ecossistemas onde estão inseridos (DELGADO et al., 1999; TURNER, 1999; MIRANDA, 2005). A principal característica dos SPAC é a alta concentração de animais em pequenas áreas, o que origina o principal problema da atividade: o volume elevado de dejetos e a concentração excessiva de nutrientes presentes em pequenas extensões de terra (KILL et al., 1998; KUNZ; MIELE; STEINMETZ, 2009; BORTOLI, 2010).

As unidades suinícolas podem ser classificadas segundo as fases fisiológicas da cadeia de produção de suínos presentes, ou não, no mesmo local da produção em: unidades de Ciclo Completo (CC), unidades de Produção de Leitões (UPL) e unidades de Crescimento/Terminação (CT). As unidades de CC possuem no mesmo local da produção, suínos em todas as fases fisiológicas da cadeia de produção (maternidade, gestação, creche e crescimento/terminação), permanecendo os animais desde o nascimento até ao final da terminação. As UPL compreendem as fases fisiológicas de gestação (matrizes reprodutoras), maternidade (parto e manutenção dos leitões até ao seu desmame - leitões até aproximadamente 6 kg de peso vivo) e creche (aumento do peso vivo de 6 a 25 kg). As unidades CT correspondem à produção de suínos na faixa entre 25 até 110 kg de peso vivo podendo, no entanto, apresentar em peso final de abate, de acordo com o tipo de suíno pretendido pela agroindústria (70 a 80 kg – tender; 110 a 120 kg – normal; 130 a 140 kg – parma).

A atividade pecuária representa atualmente, 40% da produção agrícola mundial e é o meio de subsistência e segurança alimentar de aproximadamente um bilhão de pessoas, contribuindo respectivamente, com 15% e 25% da energia total e da proteína presente no alimento ingerido diariamente pela população (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS, 2009). A carne mais consumida no mundo é a suína (40% do total), o que coloca a suinocultura como a principal fonte de proteína animal do mundo (MIRANDA, 2005). Segundo o autor é esperado que nos próximos anos se observe um aumento na demanda por proteína de origem suína, proporcionada pela “revolução pecuária” e principalmente devido ao crescimento demográfico e incremento da renda nos países em desenvolvimento. No Brasil, por exemplo, o consumo de carne suína “*per capita*” aumentou de 13,4 kg para 15,1 kg por habitante, entre 2010 e 2011 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA, 2011a).

Perante o cenário de desenvolvimento descrito anteriormente, não existem dúvidas de que a atividade suinícola brasileira apresenta ainda muito potencial para o aumento da produção de proteína animal suína (SIMIONE, 2001). No entanto, embora a suinocultura apresente importância cultural, social e econômica nas regiões em que é desenvolvida, esta aparece sempre associada à baixa qualidade ambiental devido à degradação do meio ambiente e dos recursos naturais

(poluição dos cursos de água, dos solos e do ar). Essa associação prejudica a região onde a produção está inserida, impossibilitando o aparecimento e o desenvolvimento de outras atividades com possível importância econômica (BELLI FILHO et al., 2001; HENN, 2005; ALVES, 2007).

2.1.1. A suinocultura mundial

Segundo dados preliminares do United States Department of Agriculture (**USDA**), a suinocultura totalizou para o ano de 2011 um efetivo médio mundial de aproximadamente 800 milhões de cabeças. Neste contexto, o Brasil abrangeu o quarto maior rebanho no mundo, com um total de 36.652 milhões de animais, sendo superado pela China, União Europeia (27 países) e os Estados Unidos (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2011).

A Tabela 2 apresenta os países com maior efetivo do mundo, no período compreendido entre 2004 e 2012.

A Figura 2 mostra a distribuição em porcentagem do efetivo médio mundial de suínos para os anos de 2004 e de 2011 (Tabela 2) (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2011). O Brasil manteve durante esse período o quarto maior rebanho com 4,10% do efetivo total médio em 2004 (32.081 milhões) e 4,58% em 2011 (36.652 milhões – dados preliminares).

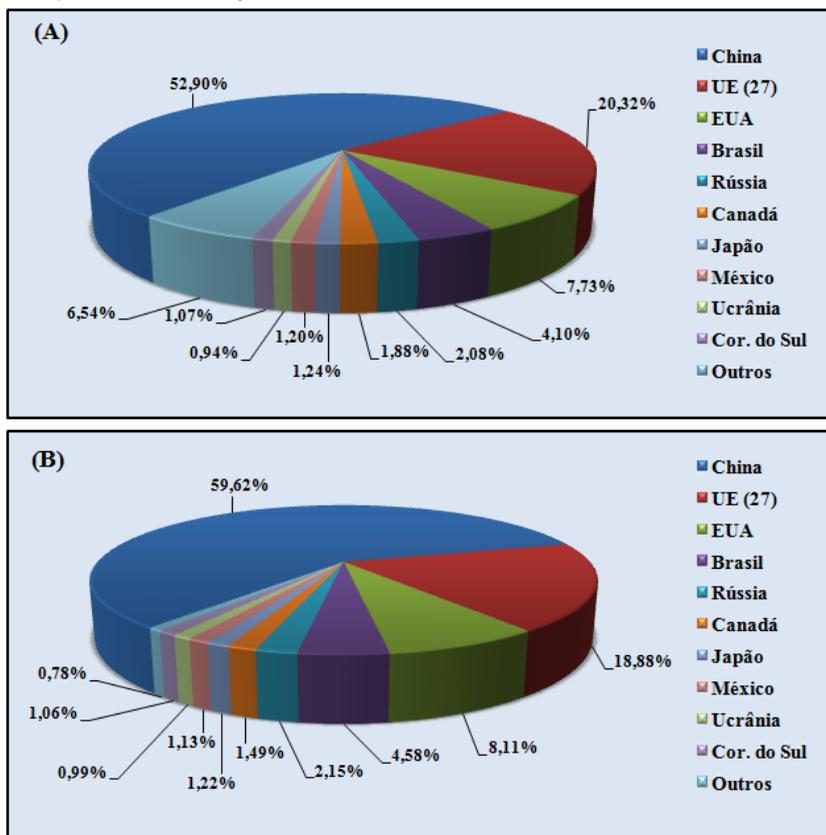
Tabela 2 – Países com maior efetivo suíno no mundo, no período de 2004 e 2012.

Efetivo suíno no mundo (x 1.000 cabeças)									
País	Ano								
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011*	2012**
China	413.818	421.234	433.191	418.504	439.895	462.913	469.960	477.115	459.146
UE (27)	158.970	156.973	159.115	161.526	159.732	153.067	152.198	151.084	149.100
EUA	60.453	60.982	61.463	62.516	68.177	67.148	64.887	64.925	65.850
Brasil	32.081	32.323	32.938	33.147	32.947	33.892	35.122	36.652	38.282
Rússia	16.278	13.717	13.812	16.185	16.340	16.165	17.236	17.200	17.545
Canadá	14.725	14.810	15.110	14.907	13.810	12.180	11.835	11.895	11.905
Japão	9.724	9.600	9.620	9.759	9.745	9.899	10.000	9.768	9.800
México	9.389	9.068	8.911	9.021	9.401	9.310	8.979	9.007	9.240
Ucrânia	7.321	6.466	7.052	8.055	7.020	6.526	7.577	7.960	7.570
Coreia Sul	8.367	8.044	8.098	8.518	8.742	8.223	8.721	8.449	6.806
Outros	51.198	52.729	55.289	57.897	8.601	6.116	6.091	6.215	6.280
Total	782.324	785.946	804.599	800.035	774.410	785.439	792.606	800.270	781.524

* 2011 – Preliminares; ** 2012 – Previsões

Fonte: adaptado de United States Department Of Agriculture (2008; 2011).

Figura 2 - Distribuição do efetivo mundial nos anos de 2004 (A) e 2011 (B).



Fonte: adaptado de United States Department Of Agriculture (2008; 2011).

Nos últimos anos, a China vem destacando-se dos demais países produtores, por ser o maior produtor e consumidor de carne suína. No ano de 2011, segundo dados do USDA e da Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína (**ABIPECS**) (2011b), a China produziu 54,58% do total de suínos do mundo, o que correspondeu a 49.500 milhões de toneladas de carne, seguida da União Europeia (22,10%), Estados Unidos da América (9,77%) e Brasil (3,21%) (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2011; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA, 2011b). A distribuição dos maiores produtores mundiais de carne suína, baseada no número de

cabeças e toneladas de carne produzidas entre 2004 e 2011 (dados preliminares) são apresentados no Apêndice 1 e 2.

O aumento observado de aproximadamente 40% na produção mundial de carne suína deve-se principalmente ao incremento do consumo nos países em desenvolvimento e melhoria dos índices produtivos observados recentemente na China (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS, 2009). O aparecimento de fatores restritivos à produção suinícola em países desenvolvidos (por exemplo, legislação ambiental, bem-estar animal e sustentabilidade) possibilitou o aumento da produção em países em desenvolvimento (GONZÁLEZ, 2005).

Nos últimos anos, o crescimento observado na produção suinícola dos países em desenvolvimento deveu-se, essencialmente, à liberalização do comércio mundial de carne, que resultou no aumento das trocas globais dos produtos suínos no planeta (ROSETO; LUKEŠOVÁ, 2008). Os suinocultores sentiram a obrigação de baixar os custos de produção, produzir de forma mais eficiente e apresentar produtos cada vez mais confiáveis, de elevada qualidade e segurança, para serem competitivos no mercado de exportação (ORR JR; SHEN, 2006).

No período de 2004 a 2011, a produção mundial de suínos apresentou variação positiva, respectivamente, no número de animais do rebanho permanente, no número de cabeças e nas toneladas de carne produzidas (2,29%, 0,32% e 9,83%). Neste contexto, o Brasil destaca-se pelo aumento do número de animais no rebanho permanente (14,25%), no número de cabeças (25,77%) e nas toneladas de carne produzida (24,12%) (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2008, 2011; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA, 2011b). Os valores de variação observados no período compreendido entre 2004 e 2011 são apresentados nos Apêndices 3, 4 e 5.

2.1.2. A suinocultura brasileira

O Brasil possui atualmente o quarto efetivo mundial de suínos, com um rebanho de 36.652 milhões de animais (Tabela 2) e produz aproximadamente 37.750 milhões de cabeças (Apêndice 1) e 3.227 milhões de toneladas de carne por ano (Apêndice 2) (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2011; ASSOCIAÇÃO

BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA, 2011b). Ainda segundo os dados preliminares apresentados pelo USDA, o Brasil é também o quarto maior exportador de carne suína, com um total de 582 milhões de toneladas de carne (8,82%), sendo superado apenas pelos Estados Unidos, União Europeia e Canadá.

Os relatórios anuais editados pela ABIEPCS e pela Associação Catarinense de Criadores de Suínos (ACCS) indicam que a competitividade da suinocultura brasileira esteve comprometida nos últimos anos, especialmente pela valorização da moeda (o real), o que diminui a competitividade do produto brasileiro em relação aos principais concorrentes (Estados Unidos e alguns países da União Europeia). Por outro lado, a forte expansão do mercado interno (semelhante a todos os setores da economia brasileira), associada à oferta ajustada à demanda internacional e ao aumento da concorrência, fez com que as vendas domésticas fossem mais atrativas em detrimento da exportação (ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE CRIADORES DE SUÍNOS, 2009, 2010; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA, 2010, 2011a).

O mercado externo brasileiro nem sempre apresenta as condições de concorrência justas para os produtos provenientes do agronegócio. Outros países exportadores, tais como os Estados Unidos, o Canadá e a Europa (27 países) recebem apoios do governo para a exportação da carne suína para determinados mercados que o Brasil gostaria de ter como seus clientes. Atualmente, é um fato que o Brasil perde competitividade no mercado externo, em relação a outros países por questões de mão-de-obra, logística e estrutura tributária (NETO, 2009, 2012). O mercado de exportações brasileiro no ano de 2010 apresentou as tendências observadas nos anos anteriores, pela diminuição dos volumes de exportação. A Rússia manteve-se como o principal destino da carne suína brasileira (44% no ano de 2009). No entanto, a forte desvalorização da moeda russa permitiu o aumento da competitividade de países como os Estados Unidos e alguns da Europa, o que somado à desvalorização do dólar na crise econômica de 2008/2009, fez com que os custos de produção se assemelhassem aos brasileiros (ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE CRIADORES DE SUÍNOS, 2009, 2010; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA, 2010).

A atividade suínica brasileira apresentou nos últimos anos (de 2004 a 2011), à exceção do mercado de exportação (-6,25%), em comparação com o ano de referência (2004), uma tendência de crescimento para o efetivo (14,25%), produção de cabeças (25,77%), carne (24,12%) e consumo interno (33,70%) (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2008, 2011; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA, 2011b). As dinâmicas da suinocultura brasileira entre 2004 e 2011, em relação à produção, ao consumo, à exportação e importação de carne suína e sua variação, podem ser observadas no Apêndice 6.

A Tabela 3 exhibe o rebanho suíno nas cinco regiões da União entre 2007 e 2010, e o “peso” de cada região em relação ao ano de 2010.

Tabela 3 – Rebanho suíno nas cinco regiões da União entre 2007 e 2010.

Região	Efetivo Suíno				% Região (2010)
	2007	2008	2009	2010	
Norte	1739411	1629552	1627912	1607481	4,13
Nordeste	6747013	6665572	6289625	6197109	15,91
Sudeste	6355842	6436125	6692381	7133257	18,31
Sul	17088977	17798250	18437986	18643470	47,86
Centro Oeste	4013772	4289518	4997306	5375441	13,80
Total	35945015	36819017	38045210	38956758	100

Fonte: adaptado do Brasil (2007, 2008, 2009 e 2010a).

A região Sul do Brasil, onde se localiza um forte parque agroindustrial e predomina o sistema de integração (SINOTTI, 2005; MOHEDANO, 2010), apresenta o maior rebanho suíno do país, contabilizando um total de 18.643.470 suínos em 2010 (47,86% do efetivo nacional) (BRASIL, 2010a). Logo atrás da Região Sul, o Centro Oeste foi o que mais se destacou pelo aumento apresentado no rebanho de 2007 a 2010 (≈40%) (BRASIL, 2007, 2008, 2009, 2010a).

O estado de Santa Catarina apresentou em 2010 o maior rebanho do país, com 7.817.536 suínos, ou seja, aproximadamente 20% do total do país, seguido pelo Rio Grande do Sul (14,71%) e Paraná (13,08%). No entanto, os municípios que mais se destacaram no Brasil foram:

Uberlândia (Minas Gerais – **MG**), Rio verde (Goiás – **GO**) e Toledo (Paraná – **PR**), se bem que cinco municípios do estado de Santa Catarina figuram na lista dos dez primeiros com maior número de animais (BRASIL, 2010a).

A Tabela 4 apresenta a lista dos dez maiores estados e municípios brasileiros, em termos de efetivo suíno.

Tabela 4 - Estados e municípios brasileiros com maior efetivo suíno.

Estados	Efetivo	%	Municípios	Efetivo	%
Santa Catarina	7817536	20,07	Uberlândia - MG	1022373	2,62
Rio Grande Sul	5729710	14,71	Rio Verde – GO	718000	1,84
Paraná	5096224	13,08	Toledo – PR	490780	1,26
Minas Gerais	5021973	12,89	Concórdia – SC	430613	1,11
Mato Grosso	2109979	5,42	Seara – SC	382960	0,98
Goiás	2046727	5,25	Tapurah – MT	366172	0,94
Bahia	1768305	4,54	Xavantina – SC	282008	0,72
São Paulo	1693632	4,35	Videira – SC	261103	0,67
Maranhão	1295425	3,33	Sorriso – MT	202534	0,52
Ceará	1167731	3,00	Iomerê - SC	192837	0,50
Total Brasil	38956758	---	Total Brasil	38956758	---

Fonte: adaptado de Brasil (2010a).

2.1.3. A suinocultura no estado de Santa Catarina

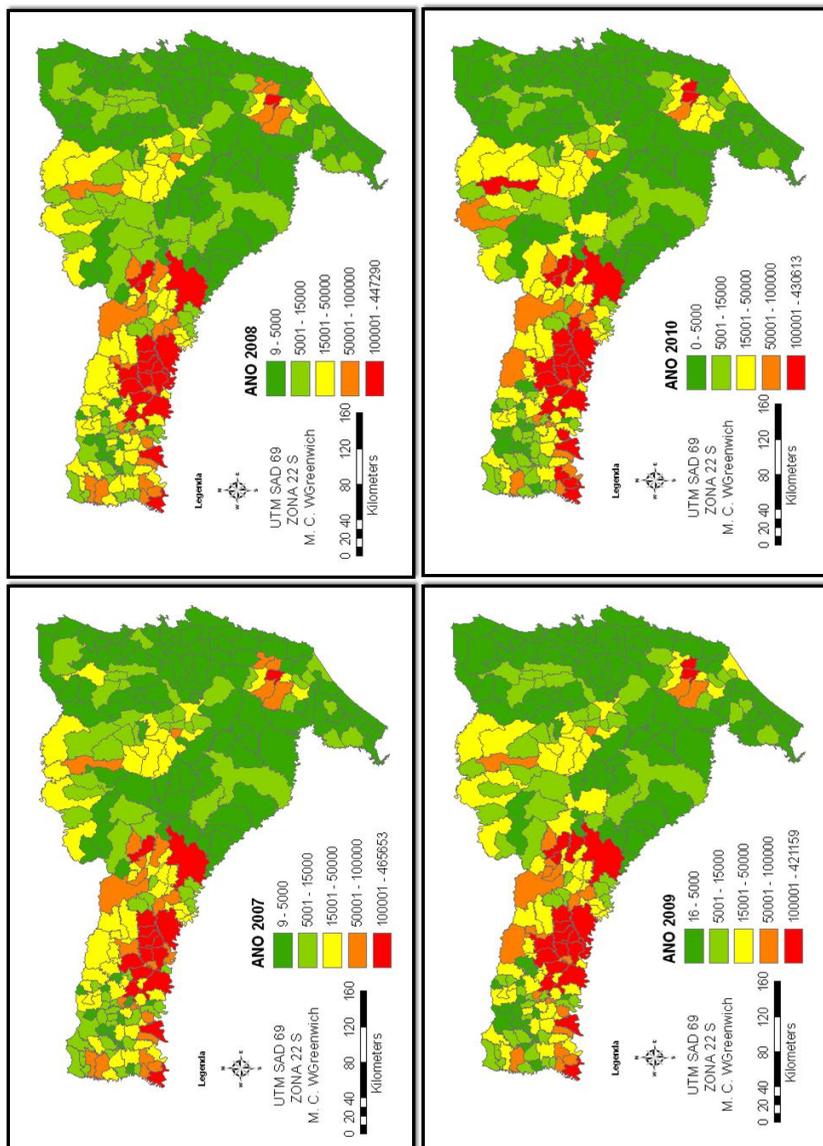
O estado de Santa Catarina é o maior produtor regional da América Latina (DAL MAGO, 2009) e se destaca no cenário brasileiro pois figura na lista dos seis maiores produtores de alimentos, apresentando os maiores índices de produtividade devido à capacidade de trabalho e inovação do agroprodutor, com emprego de tecnologias de ponta (ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE CRIADORES DE SUÍNOS, 2010). A atividade suínica apresenta, desde o princípio do Séc. XXI, índices de competitividade e produtividade similares ou mesmo superiores aos dos produtores europeus e americanos, sendo

responsável por 21,43% do PIB no estado e emprega diretamente 65 mil pessoas. Segundo os últimos dados apresentados existem no estado aproximadamente 24 mil produtores (oito mil em escala comercial) e um efetivo responsável por 0,7 e 25% da produção mundial e nacional, respectivamente (ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE CRIADORES DE SUÍNOS, 2009, 2010). A EPAGRI afirma que embora seja o estado pioneiro e responsável por 28% das exportações brasileiras, Santa Catarina perdeu para o Rio Grande do Sul devido à interrupção das exportações para a Rússia, em decorrência da febre aftosa que atingiu o estado vizinho do Paraná (SANTA CATARINA, 2011).

O estado de Santa Catarina, com um território de 95.703 km² (BRASIL, 2010b) apresentou em 2010 o maior efetivo suíno do país com 7.817.536 animais. A atividade suinícola contribui significativamente para a economia do estado de Santa Catarina, apresentando elevada importância social, cultural e ambiental (BELLI FILHO et al, 2001; HENN, 2005; MIRANDA, 2005; ALVES, 2007; GUSMÃO, 2008; MOHEDANO, 2010; VELHO, 2011).

A Figura 3 apresenta os mapas de distribuição espacial do rebanho suíno do estado de Santa Catarina por município, destacando os locais de maior concentração animal, no período de 2007 a 2010. Da visualização da figura, é possível observar a dinâmica do número de suínos por município e que estes se encontram concentrados principalmente na Mesorregião do Oeste Catarinense (76,05%) e do Sul Catarinense (8,83%) (BRASIL, 2010a). É importante referir que a atividade suinícola é a principal fonte de renda do Oeste Catarinense, não só pelo contingente de produtores, agroindústrias e frigoríficos da região, como também, pelos empregos diretos e indiretos envolvidos na produção (HENN, 2005; ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE CRIADORES SUÍNOS, 2010).

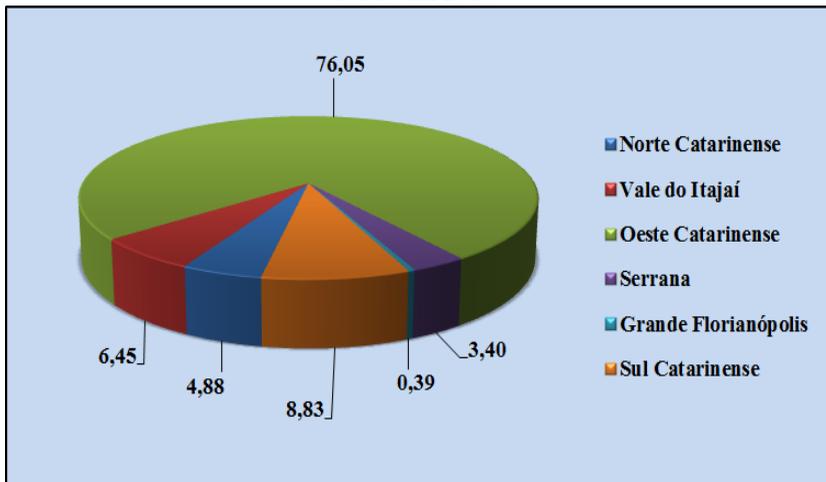
Figura 3 - Distribuição espacial do efetivo suíno por município, no período compreendido entre 2007 e 2010.



Fonte: adaptado de Brasil (2007, 2008, 2009, 2010a).

A Figura 4 apresenta a distribuição do rebanho suíno pelas Mesorregiões do estado de Santa Catarina em 2010.

Figura 4 - Distribuição do rebanho suíno em porcentagem por Mesorregião do estado em 2010.



Fonte: adaptado de Brasil (2010a).

O número de suínos em cada Mesorregião e Microrregião do estado de Santa Catarina pode ser observado no Apêndice 7. Segundo os dados apresentados no PPM, as Microrregiões de Concórdia, Joaçaba e Chapecó são aquelas que totalizam uma maior concentração de animais (25,54%, 18,45% e 13,98%, respectivamente). O município de Concórdia, com 430.613 mil suínos (5,51%), é aquele que apresenta o maior número de suínos, seguido de Seara com 382.960 mil (4,07%) e Xavantina com 282.008 mil (3,6%). No entanto, é importante ressaltar no cenário catarinense, o decréscimo no número de animais registrado no município de Braço do Norte ($\approx 37\%$) entre 2009 e 2010 (BRASIL, 2010a).

Os dados da suinocultura catarinense enquadrados nos cenários mundial, nacional e estadual demonstram a importância desta atividade e justificam os esforços realizados pela comunidade acadêmica, técnica e científica em contribuir para o desenvolvimento sustentável da cadeia produtora de suínos.

2.1.4. A problemática ambiental na suinocultura

As atividades antropogênicas têm contribuído significativamente, nas últimas décadas, para o aumento da poluição no meio ambiente e para a degradação dos recursos naturais (GAYA, 2004). A percepção do problema ambiental associado à produção de suínos aumenta diariamente, seja pela maior conscientização das agroindústrias e produtores envolvidos, seja por maior exigência dos órgãos fiscalizadores e da sociedade (OLIVEIRA, 2004; PALHARES; MIRANDA, 2007). Inserida neste contexto, a atividade suinícola é enquadrada pelos órgãos de controle ambiental, como atividade de elevado potencial poluidor e causadora de degradação do meio ambiente. O elevado volume de dejetos produzidos nos sistemas de produção de animais confinados associado à regionalização cada vez mais evidente da produção, apresentam-se como os principais aspectos referidos por diversos autores, para o enquadramento imputado à suinocultura (ROESLER; CESCNETO, 2003; OLIVEIRA, 2004; BORTOLI, 2010).

Alguns impactos resultantes da suinocultura que podem ser prejudiciais à saúde humana e animal são:

- ✘ O risco elevado de contaminação das águas superficiais (presença de nutrientes: nitrogênio - **N**, Fósforo - **P**, Potássio - **K**; matéria orgânica; sedimentos e coliformes fecais) e águas subterrâneas (presença de nitratos, nitritos, fosfatos e outras bactérias);
- ✘ As alterações das características físicas, químicas e biológicas dos solos (contaminação, perda de matéria orgânica, erosão e esgotamento);
- ✘ A poluição visual e atmosférica (emissão de gases de efeito de estufa (**GEE**): dióxido de carbono – CO₂, metano – CH₄, Óxido Nitroso – N₂O e Sulfeto de Hidrogênio – H₂S; amônia – NH₃; poeiras e odores; e,
- ✘ A proliferação de insetos, moscas e outros vetores (por exemplo, borrachudos),

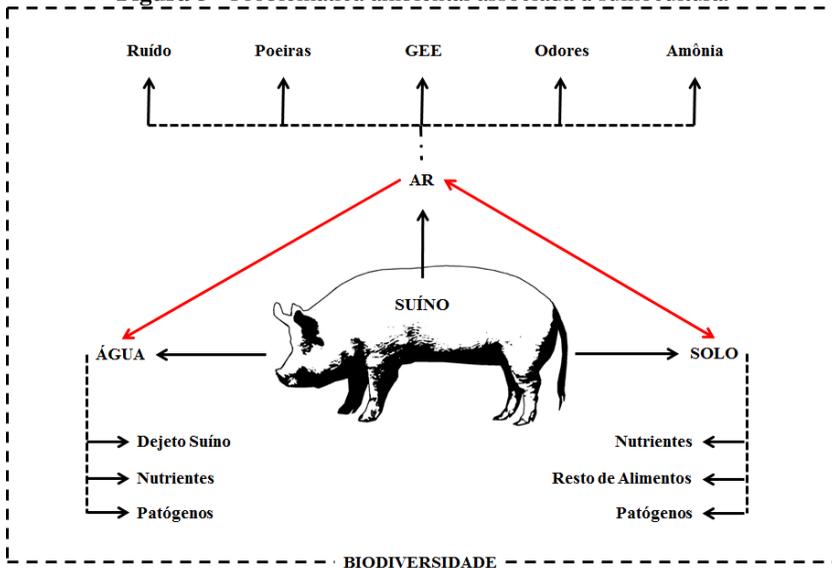
(OLIVEIRA, 1993; de HAAN et al., 1995, 2003, *apud* MIRANDA, 2005; JACKSON, 1996; JONGBLOED; LENIS, 1998; SILVA, 2000; BELLI FILHO et al., 2001; BALDISSERA, 2002; KRAPAC et al., 2002; DIESEL; MIRANDA; PERDOMO, 2002; CERETTA et al., 2003; SEGANFREDO; SOARES; KLEIN, 2003; SIMIONI, 2003; OLIVEIRA; HIGARASHI; NUNES, 2004; SEGANFREDO, 2004;

VIEIRA, 2006; DINUCCIO; BERG; BALSARI, 2008; JONGBLOED, 2008; FLOTATS et al., 2009).

Estes impactos são os principais obstáculos ao desenvolvimento da atividade suinícola como uma potência econômica no estado de Santa Catarina (PERDOMO, 1995).

A Figura 5 apresenta de forma resumida, a problemática ambiental associada à atividade suinícola.

Figura 5 - Problemática ambiental associada à suinocultura.



Os sistemas e modelos produtivos na região Sul do Brasil geram um volume elevado de dejetos que, pelo modo indiscriminado como são liberados no meio ambiente, promovem o aparecimento de problemas em sua gestão (manejo, armazenamento, tratamento e distribuição). Os resíduos orgânicos excedentes que não são sujeitos a um tratamento eficiente propiciam sérios desequilíbrios ecológicos. Este fato gera motivos de preocupação tanto na população como nos órgãos ambientais, devido à diminuição da qualidade do meio ambiente e da saúde pública (por exemplo, a morte de peixes e animais, a toxicidade em plantas e a eutrofização de recursos hídricos) (BELLI FILHO et al., 2001).

A captação de água no Estado de Santa Catarina para consumo humano e animal ocorre preferencialmente em mananciais superficiais (82%) e lençóis freáticos (15%). É importante ressaltar o nível de contaminação das fontes de abastecimento de água de alguns municípios (urbanos e rurais), especialmente no Oeste Catarinense. Várias pesquisas desenvolvidas na região indicam que, devido ao lançamento de dejetos nos corpos receptores (água e solo), 85 a 95% das fontes de abastecimento de água se encontram contaminadas por coliformes totais e fecais, além de níveis muito preocupantes de nutrientes (especialmente N e P). Acresce-se ainda na região, a grande ocorrência de insetos, moscas e outros vetores (borrachudos) (LOHMANN et al., 1999; MIRANDA; COLDEBELLA, 2002; OLIVEIRA, 2002a, 2004; MIRANDA, 2005). Em média, dois quilogramas de dejetos suínos apresentam um potencial para a produção de aproximadamente 2.000 moscas. Este potencial encontra-se associado à elevada concentração de matéria orgânica dissolvida nos cursos de água, que é proveniente dos dejetos que são liberados e servem de substrato para as larvas de moscas e mosquitos (insetos) (PAIVA, BRANCO, 2000; PAIVA, 2002).

Na década de 70, a implementação dos sistemas integrados de produção foi identificada como o principal motivo para a suinocultura ser vista como um grave problema ambiental, passando a estar rotulada de insustentável (MIRANDA, 2005). A falta de orientação técnica e de mão-de-obra especializada na produção, assim como a falta de controle pelos órgãos ambientais, fizeram com que a produção dos dejetos suínos gerassem consequências ambientais graves devido à total ausência de conscientização sobre a gravidade do problema, a médio e longo prazo (BELLI FILHO; LISBOA, 1998).

No início da década de 90, no estado de Santa Catarina, alguns estudos realizados revelaram que apenas 15% das propriedades suinícolas possuíam algum tipo de armazenamento e/ou tratamento dos dejetos animais. No entanto, em função da pressão dos órgãos ambientais e da sociedade, em 1977, o número ascendia a 40% do total das granjas e, em 2000, a aproximadamente 70%. Esta evolução ocorreu, especialmente, devido à integração de muitos produtores nas agroindústrias (BELLI FILHO et al., 2001; OLIVEIRA, 2001, 2004).

A Tabela 5 exhibe os principais riscos da suinocultura no ambiente associados ao manejo inadequado de subprodutos e resíduos da produção.

Tabela 5 - Principais riscos ambientais associados à atividade suinícola.

Ambiente	Riscos	Fatores Associados
Água	Poluição dos cursos de água: superficiais e subterrâneas. Redução dos recursos hídricos disponíveis para a produção e população.	Manejo incorreto dos dejetos. Aumento do uso das fontes de água disponíveis.
Solo	Níveis tóxicos de nutrientes no solo. Poluição do solo por metais pesados (Cobre, Zinco e Cádmio). Destruição das culturas pelas chuvas ácidas.	Manejo incorreto dos dejetos. Manejo incorreto dos dejetos e ração. Emissão de gases (amônia).
Ar	Mudanças climáticas: GEE (por exemplo: CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O).	Aumento na emissão de GEE.
Biodiversidade	Redução da diversidade genética. Aumento da susceptibilidade a doenças.	Perda de raças autóctones. Menor resistência a doenças.

Fonte: de Haan et al. (1995, 2003) *apud* Miranda (2005).

O crescimento na produção provocou um aumento do consumo de insumos (alimentos, solo, água, energia fertilizantes e agrotóxicos) que eliminam a fauna silvestre e diminuem a biodiversidade e o excedente de nutrientes provenientes das propriedades, que contaminando os cursos de água e destruindo a vida animal e vegetal (MIRANDA, 2005). A FAO afirma a necessidade de aumentar a eficiência de utilização dos recursos naturais na atividade, reduzindo os impactos negativos inerentes à produção (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS, 2009). A organização destaca ainda o grande desafio da atividade suinícola, que consiste em definir um sistema de produção que corresponda à demanda mundial em alimentos de origem animal. Oliveira (2004) e Miranda (2005) explicam a necessidade de harmonizar a continuidade da atividade suinícola, atendendo ao uso racional dos recursos naturais e à preservação do meio ambiente, principalmente, em regiões onde a densidade animal é mais elevada e existe uma pressão mais acentuada sobre os recursos naturais.

Na União Europeia, de modo a reduzir/mitigar muitos dos impactos ambientais provenientes da atividade suinícola, alguns países como a França, Holanda e Dinamarca (maiores produtores de suínos), modificaram a sua legislação ambiental. A mudança visou aumentar a proteção ambiental e impedir o avanço da contaminação do meio ambiente, reduzindo o volume de dejetos ou o número de animais produzidos por hectare de terra (JONGBLOED; LENIS, 1998).

A Tabela 6 apresenta ferramentas de gestão para a redução e/ou mitigação dos impactos ambientais dos dejetos suínos e dos sistemas de armazenamento instalados (individuais ou coletivos).

Tabela 6 - Ferramentas de gestão dos dejetos suínos para redução e/ou mitigação dos impactos ambientais dos dejetos suínos.

Produção de suínos	Sistema de Armazenamento
Redução do consumo de água	Capacidade suficiente
Manipulação de dietas	Evitar a entrada de águas pluviais
Inclusão de aditivos na dieta	Cobrir as lagoas
	Uso de aditivos nas lagoas
	Armazenamento após processo de separação sólido/líquido
Sistema de tratamento	Resíduo de plantas
Produção de biogás	Redução do N
Separação sólido-líquida	Redução da matéria orgânica
Redução do N na fração líquida	Produção de biogás
Compostagem da fração sólida	Redução volume de dejetos
Concentração de nutrientes	Concentração de nutrientes

Fonte: adaptado de Campos et al. (2004).

2.2. A ÁGUA NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS

Na agricultura moderna, a disponibilidade e as reservas de água são uma questão central. O aumento da degradação e da poluição nos recursos naturais tem levado o meio acadêmico, a realizar estudos sobre as causas e efeitos da produção primária no meio ambiente (OLIVEIRA, 2002a). O elevado consumo de água, especialmente em regiões de produção pecuária intensiva, vem reduzindo a sua qualidade e disponibilidade principalmente nas reservas naturais de água (fontes superficiais e subterrâneas) que suprem as necessidades primárias dos animais (OLIVEIRA, 2002a; ALADENOLA; ADEBOYE, 2010). A intensificação da produção suína tem conduzido, nos últimos anos, ao aumento do consumo de água. Isto associado aos constrangimentos ambientais implícitos pela redução drástica das reservas, levou ao surgimento de maiores pressões na sua utilização como insumo à produção (FERREIRA et al., 2007; LANA, 2009).

A água presente no meio ambiente pode ser definida em diferentes dimensões, tais como (LIMA, 2007; ALADENOLA; ADEBOYE, 2010; PALHARES, 2011):

- ✘ Recurso natural finito, essencial para a vida de todos os organismos e ameaçada constantemente em sua quantidade e qualidade;
- ✘ Fator de produção que viabiliza bens e serviços para uso humano;
- e,
- ✘ Principal nutriente para os animais.

A água é muitas vezes negligenciada no planejamento do sistema de produção da atividade suinícola. No entanto, não deixa de ser um dos aspectos mais importante da produção (OLIVEIRA, 2004).

Segundo alguns autores, o uso eficiente da água é obrigatório na suinocultura. Caso não seja gerido de forma correta, este recurso poderá se tornar um bem cada vez mais escasso, devido à diminuição da sua qualidade (FERREIRA et al., 2007). Tal como afirmado anteriormente, a água consumida na produção suína tem origem em reservas naturais (fontes superficiais ou poços subterrâneos). A água proveniente dos rios, não é aproveitada diretamente por ser de pior qualidade e apresentar riscos sanitários. A água de consumo natural para os animais é enquadrada na categoria de águas doces, classe 3 (BELLAYER; OLIVEIRA, 2009), Resolução CONAMA n.º 430 de 13 de Maio de 2011.

Atualmente, as pesquisas desenvolvidas que relacionam o desempenho zootécnico e a qualidade da água ingerida pelo animal são reduzidos. Sendo a água o principal nutriente dos suínos, sempre que a sua qualidade esteja ameaçada pela poluição ambiental, Olkowski (2009) e Palhares (2011) indicam que se deve proceder à sua avaliação no momento em que:

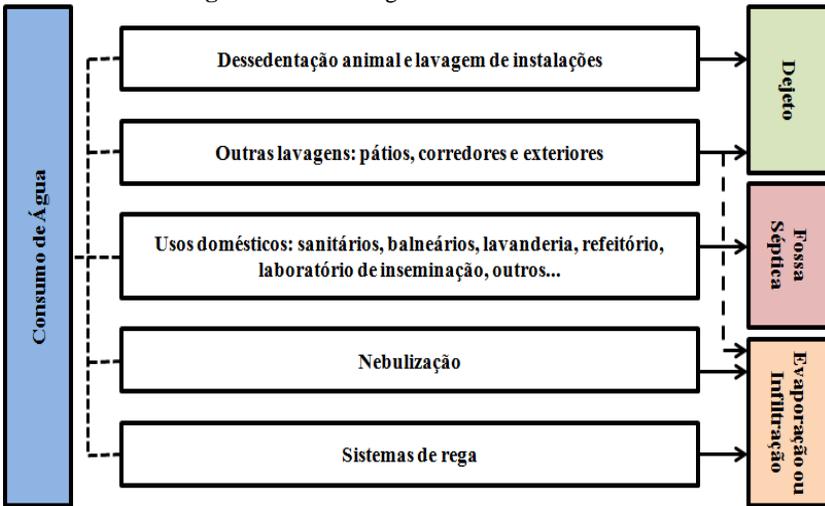
- ✗ Se observa mudança na cor, gosto e cheiro;
- ✗ Ocorre contaminação próxima às reservas naturais (fontes superficiais e subterrâneas);
- ✗ Incide algum tipo de doença de veiculação hídrica;
- ✗ Existe falta de manutenção da rede de distribuição;
- ✗ Ocorrem problemas de desempenho zootécnico;
- ✗ Diminui a relação do consumo de água/consumo de ração; e,
- ✗ Existe perda de pressão no sistema hidráulico, geralmente devido a deposições de sais e formação de biofilmes nas tubulações, e equipamentos.

Na suinocultura, a água se configura como um recurso vital e essencial para a produção, especialmente devido à sua necessidade para a dessedentação dos suínos durante o crescimento e desenvolvimento nas diversas fases fisiológicas da cadeia de produção (FERREIRA et al., 2007). No entanto, uma vez que o padrão de consumo pode variar de produtor para produtor conforme os diferentes tipos de equipamentos instalados para a dessedentação dos suínos, o consumo de água se apresenta como uma tarefa difícil de ser determinada. Além do volume ingerido pelos animais, outros usos pela sua importância devem ser considerados e mensurados, a exemplo, outros equipamentos utilizados, água dos balneários e sanitários (OLIVEIRA, 2002a; FERREIRA et al., 2007).

Os usos mais importantes da água nas unidades suinícolas são para a dessedentação animal, o umedecimento da ração, a nebulização e o programa de limpeza e desinfecção das granjas (OLIVEIRA, 2002a; FERREIRA et al., 2007; LIMA, 2007; TAVARES; OLIVEIRA, BELLI FILHO, 2012). Estes usos sofrem influência de diversos fatores, destacando-se a fisiologia animal, as condições técnicas e tecnológicas de dessedentação e alimentação, as construções dos edifícios, as práticas de higiene e limpeza e as condições ambientais das salas de produção (OLIVEIRA, 1993, 2002a; EUROPEAN UNION, 2003; SHAW et al., 2000; FERREIRA et al., 2004; FERREIRA et al., 2007; LIMA, 2007).

A Figura 6 descreve os possíveis usos da água e o seu destino final na atividade suinícola, considerando-se as fases fisiológicas de produção. Independentemente dos volumes de água retidos pelos animais durante a produção, uma parte dará origem aos dejetos dos animais, sendo que o restante, ou é encaminhado para as fossas sépticas das propriedades, quando existem, ou é perdido por evaporação/infiltração nos solos (FERREIRA et al., 2007).

Figura 6 - Uso da água na atividade suinícola.



Fonte: adaptado de Ferreira et al. (2007).

Com relação ao desperdício de água na atividade, os eventos potencialmente causadores são gerados, principalmente, pela quebra do sistema hidráulico, pelo desperdício dos animais nos equipamentos para a dessedentação animal e por manejo indevido dos produtores (por exemplo, na demora da reparação de equipamentos e no procedimento de lavagem) (MARIANI, 2008).

A Figura 7 apresenta um exemplo de desperdício de água detetado em uma unidade devido a quebra do sistema hidráulico e demora na reparação das tubulações.

Figura 7 - Desperdício de água na unidade devido à falta de manutenção do sistema hidráulico.



Como medidas mais relevantes para a redução do consumo de água pelos suínos é possível referir a diminuição de desperdícios na dessedentação animal e todas as restantes tarefas não relacionadas diretamente com a alimentação dos animais (EUROPEAN COMMISSION, 2003). Na suinocultura moderna, procura-se poupar no uso das águas nas instalações através dos seguintes procedimentos: desvio das águas pluviais (calhas), aumento dos beirais, instalação de equipamentos eficientes para a dessedentação animal, manutenção da rede e do sistema hidráulico para a manter a pressão, e a vazão uniforme em todos os equipamentos (OLIVEIRA, 2006).

Sendo a suinocultura uma atividade que demanda por recursos hídricos para o seu bom funcionamento (dessedentação, lavagem das instalações e bem-estar animal), é fundamental o conhecimento dos volumes de água consumidos e a sua qualidade, pois além de ser um indicador do desempenho zootécnico e da saúde dos animais, também permite determinar o custo da água na unidade de produção (PALHARES, 2011).

2.2.1. Consumo de água pelo suíno

2.2.1.1. *O nutriente água*

A água não tem sido considerada pelos nutricionistas e produtores como um nutriente na cadeia produtora de suínos. No entanto, sem ela não existe vida. Animais recém-nascidos possuem uma proporção de água no seu organismo superior à dos adultos, podendo chegar a 75% do seu peso vivo. No metabolismo animal, a água atua na dissipação do calor por reações metabólicas e funciona como diluente e substrato para as reações bioquímicas (DELIGEORGIS; KARALIS; KANZOUROS, 2006; BELLAVER; OLIVEIRA, 2009). Os animais necessitam de água para manter o corpo em neutralidade térmica, o equilíbrio homeostático mineral e excretar produtos da digestão e outras substâncias (drogas e elementos anti nutricionais presentes na dieta). Para as suas necessidades nutricionais, além de saciar a sede do animal, a qualidade da água é imprescindível para que o animal exteriorize todo seu o seu potencial genético (LEITE et al, 2011).

Os suínos devem ter acesso livre e conveniente à água. O seu consumo está diretamente associado ao efetivo existente e ao modelo de produção implementado na propriedade, o que corresponde ao volume de água ingerido e à demanda associada à sua produção (THACKER, 2001). Se o volume de água disponível for insuficiente, os suínos consomem menos ração e conseqüentemente pioram os índices de desempenho zootécnico (BRUMM, 2006; PALHARES, 2011).

Tal como mencionado anteriormente, é difícil estabelecer o consumo de água na propriedade devido à variação de inúmeros fatores como, por exemplo, o volume que o animal precisa ingerir para a sua sobrevivência (OLIVEIRA, 2002a; FERREIRA et al., 2007). Outros fatores que podem afetar o consumo de água pelo animal, são: a idade, a fase fisiológica ou ciclo reprodutivo, o peso vivo do animal, a qualidade da água (temperatura, salinidade e microbiologia), o tipo de equipamento para a dessedentação, o modelo de instalação, o fluxo de água, a quantidade e qualidade da dieta (teor de matéria seca e proteína da dieta, fibra e palatabilidade), o tipo de piso (maior consumo para pisos sem cama), as condições ambientais (temperatura e umidade relativa) e o estado de saúde dos animais (PERDOMO, 1995; BONETT; MONTICELLI, 1998; THACKER, 2001; OLIVEIRA, 2002a; BRUMM, 2006; PALHARES, 2011). As diferenças nas condições ambientais, nas características fenotípicas e individuais de cada animal

fazem com que o cálculo do consumo de água por suíno seja difícil (TURNER; EDWARDS; BLAND, 1999).

A Tabela 7 apresenta uma estimativa da demanda de água nas fases fisiológicas da cadeia de produção de suínos em diferentes temperaturas.

Tabela 7 - Estimativa da demanda de água dos suínos nas diversas fases fisiológicas.

Categoria Peso (kg)	Exigência em água: L·suíno ⁻¹ ·d ⁻¹	
	Temperatura no meio ambiente	
	22 °C	35 °C
Leitão (5 a 20)	0,7 – 2,0	1,0 – 3,5
Suínos (25 a 100)	4,0 – 10,0	10,0 – 18,0
Matrizes desmamadas	8,0 – 12,0	15,0 – 20,0
Matrizes em pré-parto	10,0 – 15,0	20,0 – 25,0
Cachaços	10,0 – 15,0	20,0 – 25,0
Matrizes em pós-parto	15,0 + 1,5 leitão	25,0 + 1,8 leitão
Média em ciclo completo	8,0 – 10,0	12,0 – 16,0

Fonte: adaptado de Bonett e Monticelli (1998).

Os animais jovens, comparados com os adultos, demandam mais água devido à perda pelos pulmões, pela superfície corporal e devido à menor capacidade de concentração urinária. Em geral, os suínos ingerem diariamente, mais água do que precisam, atingindo o consumo máximo de estresse alimentar. Quando isentos de fatores estressantes, a ingestão alimentar pode variar de 5 a 6% do seu peso vivo, ou seja, entre 2 a 5 kg de água por quilograma de alimento ingerido (base: matéria seca) (OLIVEIRA, 2002a). Estudos desenvolvidos demonstraram que o volume médio de água ingerida por suíno varia em uma relação de 2 a 2,5 L·d⁻¹ por quilograma de ração consumida (base: matéria seca) (CONRAD; MAYROSE 1971), aumentando quando os nutrientes estão presentes em excesso (SHAW, BEAULIEU; PATIENCE, 2006).

Uma pesquisa desenvolvida no estado de Minas Gerais, Brasil, sobre o consumo de água em suínos, na fase fisiológica de crescimento/terminação (36 a 97 kg), apresentou uma relação entre água

consumida pelo animal e o peso de ração ingerida, variando entre 2,1 e 2,44 L (MAMEDE, 1980).

Alguns autores afirmam que existe o interesse em reduzir o consumo de água na atividade suinícola sem que o animal seja prejudicado, já que a manipulação das rações é uma estratégia a ser utilizada no futuro (a ingestão diária de proteína em excesso gera um aumento no volume de urina, possivelmente pela necessidade de eliminação de substâncias nitrogenadas em excesso do corpo; outros minerais em excesso também possuem o mesmo efeito) (SHAW, BEAULIEU; PATIENCE, 2006; BABOT et al., 2011).

O conhecimento das necessidades diárias dos suínos e do seu padrão de consumo durante o dia na unidade, permite o dimensionamento correto dos sistemas de armazenamento e fornecimento de água para os animais. Desvios no consumo poderão ser indicadores de problemas na saúde animal (redução em três a quatro dias consecutivos ou de 30% do consumo de um dia para o outro) (BRUMM, 2006). Segundo o mesmo autor, a ingestão de água dos suínos é variável em períodos de 24 horas de termoneutralidade observando-se um pico no seu consumo ao final da tarde. Porém, não existem evidências de que o maior consumo de água ocorre no momento da ingestão da dieta pelo suíno. Outros autores indicam que a ingestão de água tem frequência variável ao longo do dia, mas apresenta o pico de consumo duas horas após a alimentação matinal e uma hora após alimentação vespertina (OLSSON; ANDERSSON, 1985).

O aumento do consumo de água animal surge principalmente não pela ingestão do suíno, mas sim pelo desperdício que se observa nas propriedades devido a: altura, má localização, mau funcionamento, ângulo de instalação inadequado dos equipamentos de dessedentação animal (THACKER, 2001; OLIVEIRA, 2002a; LI et al, 2005) e problemas nos sistemas hidráulicos dos edifícios (NARDI, 2009). O desperdício de água pode influenciar: o comportamento excretório do animal em áreas impróprias na baia, devido ao umedecimento do piso; o aumento do volume de dejetos gerados, e conseqüentemente, o aumento dos custos de armazenamento, transporte, distribuição e tratamento dos efluentes (OLIVEIRA, 2002a).

2.2.1.2. *Tipos de equipamentos usados para a dessedentação dos suínos na fase fisiológica de crescimento/terminação*

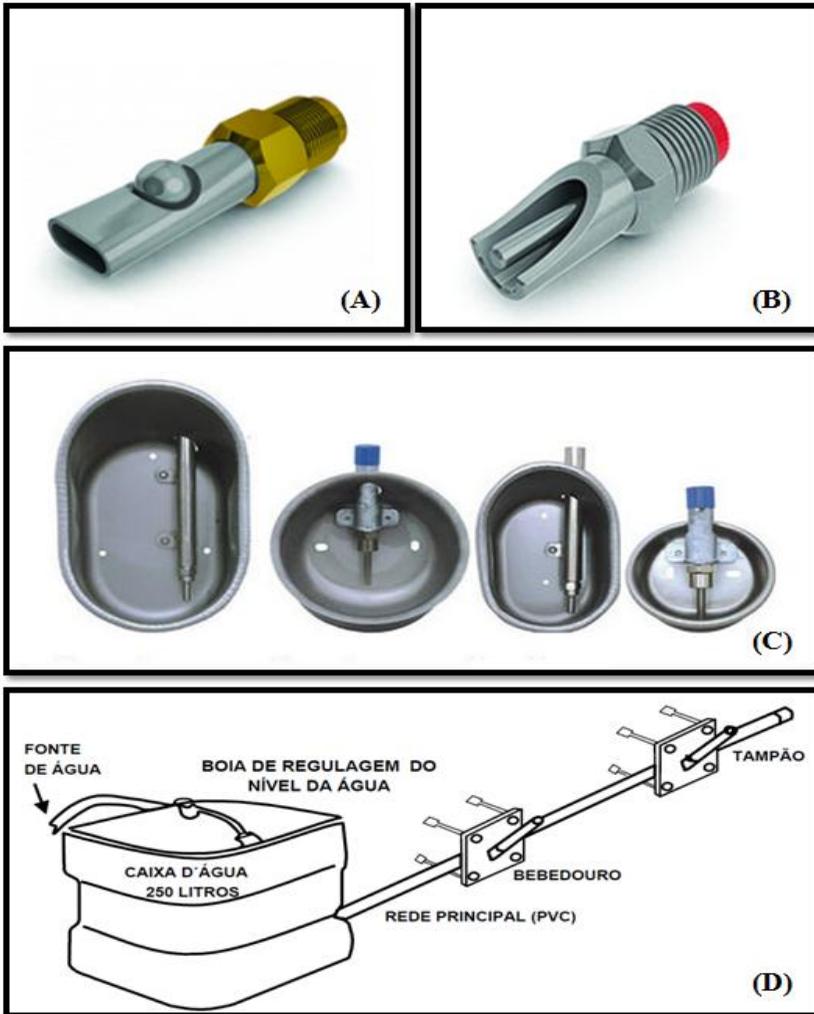
A atividade suinícola possui, atualmente, uma diversidade de equipamentos para fornecimento de água para a dessedentação animal, dependendo da fase fisiológica do ciclo de produção. Para animais em crescimento/terminação encontram-se disponíveis no mercado, equipamentos que podem ser adquiridos pelos produtores e pela agroindústria, de acordo com as características necessárias para o sistema instalado na unidade. Estes equipamentos podem variar no tamanho, no tipo de material, na pressão e volume de água disponibilizado, entre outros.

O equipamento ideal oferece água limpa, fresca, “*ad libidum*” e com desperdício mínimo, devendo fornecer o volume pretendido a uma velocidade baixa. Os equipamentos mais utilizados na atividade suinícola brasileira são dos tipos: Bite Ball (**BB**), Chupeta (**CH**) e taça/concha ecológica (**EC**). Existem algumas propriedades que ainda utilizam o sistema de fornecimento de água por nível. No entanto, eles vêm sendo substituídos pelos equipamentos anteriormente citados, principalmente, pelos grandes desperdícios que podem apresentar.

O modelo, o número disponível e o posicionamento dos equipamentos instalados por baia, aliados à vazão de água, influenciam significativamente o uso da água, devendo ser ajustados à pressão da água do sistema (BRUMM, DAHLQUIST; HEEMSTRA, 2000; OLIVEIRA 2002a). O mais importante é que, além dos fatores indicados anteriormente, o manejo do produtor seja adequado ao tipo de equipamento instalado e à fase fisiológica do animal. Por exemplo, a altura e o ângulo de posicionamento dos equipamentos devem ser determinados em função do modelo e do tamanho dos animais, sendo que, a altura média dos suínos varia de acordo com a fase fisiológica do ciclo de produção (OLIVEIRA, 2002a; LI et al., 2005). Um aspecto importante nos equipamentos taça/concha ecológica é a sua higienização diária. A água contaminada com fezes e/ou urina faz com que os suínos a bebam apenas por necessidade de sobrevivência, deixando os animais de consumir as quantidades necessárias para maximizar os seus índices produtivos (OLIVEIRA 2002a; BRUMM, 2006).

A Figura 8 apresenta os equipamentos disponíveis no mercado para a dessedentação dos suínos na fase fisiológica de crescimento/terminação da cadeia de suínos.

Figura 8 - Exemplos de equipamentos para a dessedentação dos suínos: (A) Bite Ball; (B) Chupeta; (C) Taça/Concha Ecológica; (D) Bebedouro de nível.



Fonte: (D) – adaptado de Oliveira, Leal e Perdomo (1991).

A Tabela 8 exhibe as indicações para a instalação de equipamentos, de acordo com: o tipo, a altura de instalação e o espaço entre os mesmos.

Tabela 8 - Indicações para a instalação de equipamentos.

Estado Fisiológico	Espaço (cm)	Altura a partir do piso (cm)		
		CH	EC	Nível
Creche	0,30	15-30	15	---
Suíno 25 a 50 kg	0,46	46-61	---	12
Suíno 50 a 100 kg	0,91	61-76	---	25
Matriz em Gestação	0,91	76-91	15	---
Matriz em Lactação	---	76-91	15-45	---
Macho	0,91	76-91	---	---

Fonte: MWPS (1983); Bodman (1994); Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Suínos e Aves (1994).

Quando os equipamentos para a dessedentação suína, são instalados inadequadamente (altura baixa ou alta), podem provocar problemas na ingestão restringindo o acesso correto à água. Nas fases fisiológicas em que os suínos apresentam variação de peso e altura (creche e crescimento/terminação), é fundamental que os equipamentos instalados permitam o ajuste da altura consoante o desenvolvimento do animal (OLIVEIRA, 2002a; LI et al., 2005).

A Figura 9 apresenta formas de instalação incorreta e correta dos equipamentos para a dessedentação animal, respectivamente.

Figura 9 – Instalação correta vs incorreta dos equipamentos de dessedentação.

Fonte: adaptado de Suínos&Cia (2009).

A Tabela 9 apresenta as alturas mais utilizadas para os equipamentos CH e EC, nas fases fisiológicas de creche e crescimento/terminação em função do peso dos animais

Tabela 9 - Altura dos diferentes tipos de equipamentos a serem instalados.

Peso dos suínos (kg)	Altura do piso (cm)	
	Tipo de Equipamento	
	CH	EC
5-15	26	20
15-30	35	25
30-65	45	30
65-100	55	40
>100	65	45

Fonte: adaptado de Sobestiansky (1994) *apud* Suinos&Cia (2009).

Em relação à vazão, é fundamental considerar o sistema hídrico e as condições climáticas da região onde se encontra a unidade de produção (OLIVEIRA, 2002a).

A Tabela 10 apresenta a vazão mínima de água recomendada para os equipamentos instalados, em função do estado fisiológico dos animais.

Tabela 10 - Vazão mínima recomendada nos equipamentos segundo o estado fisiológico.

Estado Fisiológico	Vazão de água (L·min ⁻¹)
Leitões na maternidade	0,25 – 0,40
Suínos até 30 kg	0,50 – 0,60
Suínos entre 30-50 kg	0,60 – 0,75
Suínos entre 50-150 kg	0,75 – 1,00
Matrizes em gestação	1,50 – 2,00
Matrizes em lactação	1,00 – 1,50
Macho	1,50 – 2,00

Fonte: adaptado de Bonazzi (2001).

Não existem dúvidas de que o mercado suinícola oferece equipamentos de excelente qualidade para uso nas propriedades. No entanto, um dos principais fatores para o mau funcionamento dos sistemas (desperdícios e/ou restrições) decorre, essencialmente, de erros no dimensionamento do sistema hidráulico, na seleção e no posicionamento dos equipamentos e da reduzida manutenção. O desenho dos equipamentos e sua operacionalidade também influenciam nas perdas. Como exemplo de desperdício, a presença de uma pequena goteira em um equipamento com pressão de $2,8 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, pode significar uma perda de $26,5 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$, ou de $150 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ em uma goteira de maior dimensão (OLIVEIRA, 2002a).

2.2.1.3. *Pesquisas brasileiras e internacionais para o consumo de água pelos suínos*

Com o objetivo de avaliar e determinar o volume de água ingerido pelos suínos nas diversas fases fisiológicas, tanto no Brasil como no exterior, as comunidades acadêmica e científica em parceria com os produtores e as agroindústrias, têm desenvolvido pesquisas desde a década de 80. No entanto, é importante ressaltar que a maioria das pesquisas é desenvolvida em situações distintas. Por exemplo, salas em ambiente controlado “*versus*” unidades comerciais *in situ*; diferentes condições devido a questões sazonais; tipos de equipamentos instalados e avaliação do seu desperdício; tipo de ração fornecida; fase fisiológica avaliada; tipo de instalações; manejo da granja e metodologias de monitoramento adotadas.

A Tabela 11 apresenta os resultados obtidos em pesquisas que avaliaram a demanda de água dos suínos, em unidades de ciclo completo, de acordo com a fase fisiológica da cadeia de produção.

O Ministério da Agricultura, Alimentos e Assuntos Rurais do Canadá indica que o consumo é maior à medida que os suínos aumentam o seu peso vivo na fase fisiológica de crescimento/terminação. Os intervalos de referência são: 1,0 a $3,2 \text{ L}\cdot\text{suíno}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ (7-22 kg); 3,2 a $4,5 \text{ L}\cdot\text{suíno}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ (23-36 kg); 4,5 a $7,3 \text{ L}\cdot\text{suíno}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ (36-70 kg) e 7,3 a $10 \text{ L}\cdot\text{suíno}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ (70-110 kg) (WARD; KAGUE, 2007).

Tabela 11 - Demanda de água dos animais, de acordo com a fase fisiológica.

Fase Fisiológica	Demanda de água (L·suíno ⁻¹ ·d ⁻¹)	
	Bonazzi (1991)	Barbari e Rossi (1992)
Leitão na maternidade	---	0,1 - 0,5
Leitão na creche (7-25 kg)	1,5 – 2,0*	1,0 - 5,0
Suíno entre 25-50 kg	5,0 – 8,0	4,0 - 7,0
Suíno entre 50-100 kg	6,0 – 9,0*	5,0 - 10,0
Suíno entre 100-150 kg	7,0 – 10,0	7,0 - 15,0
Matrizes pós-desmame	---	5,0 - 10,0
Matrizes em gestação	15,0 – 20,0	10,0 - 20,0
Matrizes na maternidade	30,0 – 40,0	20,0 – 35,0
Macho	---	10,0 – 15,0

* Considerando: leitões com 15 kg suínos com 90 kg.

A Tabela 12 e a Tabela 13 apresentam resultados de pesquisas realizadas para avaliar o consumo de água pelos suínos na fase fisiológica de crescimento/terminação, no Brasil e no exterior.

Tabela 12 - Resultados obtidos no Brasil, na avaliação do consumo de água na fase fisiológica de crescimento/terminação.

Autores	Consumo Médio (L·suíno ⁻¹ ·d ⁻¹)	Tipo de Equipamento
Konzen (1980, 1983) ¹	5,50	--
Mamede (1980) ¹	5,50	--
Oliveira, Leal e Perdomo (1991) ¹	7,86 e 18,24	Nível
Cordeiro (2003) ¹	6,40 a 8,20	EC
Nagae, Damasceno e Richard (2005) ²	8,30	CH
Oliveira et al (2006) ²	8,82	EC
Gomes et al. (2009) ²	7,20 e 9,30	CH suspensa
Palhares, Gava e Lima (2009) ¹	4,00 – 5,01	EC
Nardi (2009) ²	9,05 a 22,05	CH

¹ Sala controlada; ² Unidade comercial.

Tabela 13 - Resultados obtidos no exterior, na avaliação do consumo de água na fase fisiológica de crescimento/terminação.

Autores	Consumo Médio (L·suíno⁻¹·d⁻¹)	Tipo de Equipamento
Brumm, Dahlquist e Heemstra (2000) ¹	5,50 a 6,06	CH
Brumm, Dahlquist e Heemstra (2000) ¹	4,90 a 5,01	CH suspensa
Brumm, Dahlquist e Heemstra (2000) ¹	4,49	CH Incorporada
Brumm, Dahlquist e Heemstra (2000) ¹	3,78	EC
Li et al. (2005) ¹	6,03 a 6,90	CH
Li et al. (2005) ¹	6,25	EC
Brumm (2006) ¹	3,79	EC
Ferreira et al. (2006, 2007) ²	13,52 a 19,51	CH
Ferreira et al. (2006, 2007) ²	6,88 ³	CH Incorporada
Ferreira et al. (2006, 2007) ²	5,4 – 5,97 ⁴	CH Incorporada
Ferreira et al. (2006, 2007) ²	6,14	EC
Vermeer, Kuijken, Spoolder (2009) ¹	4,72	CH Incorporada

¹ Sala controlada; ² Unidade comercial; ³ Água na ração; ⁴ Água fora da ração.

O reduzido número de pesquisas realizadas para a mensuração do consumo de água em unidades comerciais, ao contrário dos diversos resultados apresentados a partir de pesquisas em salas de experimentação, compreende uma das maiores lacunas no estudo da suinocultura no século XXI (BRUMM, 2006).

2.2.2. Nebulização

O desempenho zootécnico dos suínos está diretamente associado a diversos fatores de produção, tais como manejo, nutrição, bem-estar animal, sanidade e genética. Por sua vez, o bem-estar é correlacionado com os principais fatores climáticos: temperatura ambiente e umidade relativa do ar, tanto no exterior como no interior dos edifícios de produção.

As condições brasileiras mostram que as médias de temperatura situam-se acima de 25 °C onde a maioria dos SPAC estão instalados (SILVA, 1999). Nestas condições, os animais podem entrar em estresse térmico, o que inibe o consumo de ração e piora, conseqüentemente, a conversão alimentar e o ganho de peso, caso não seja considerada a instalação de algum mecanismo de resfriamento (“cooling”) e aumento da umidade relativa do ar no interior do edifício. Em faixas de temperatura ambiente entre 10 a 25°C, não se justificam modificações ambientais visando o controle da temperatura, para suínos em terminação. A temperatura crítica para suínos com 36 kg varia de 10 a 17,2 °C, conforme a ingestão diária de ração e o número de animais por baia, sendo ótima de 18 a 20 °C (NÄÄS, 1997).

O prejuízo nos índices zootécnicos dos suínos na fase fisiológica de crescimento/terminação por efeito das condições climáticas pode ser amenizado a partir de um projeto de instalação bem elaborado com uso de técnicas para a modificação térmica do ambiente (SARTOR et al., 2003). A climatização artificial do ar no interior do edifício é, sem dúvida, uma das medidas mais eficientes, dentre várias alternativas de acondicionamento para amenizar as condições ambientais do período de verão. A sua instalação depende do nível tecnológico, do potencial genético dos animais e da mão-de-obra disponível na propriedade (SILVA, 1999).

O resfriamento evaporativo do ar ambiente no interior do edifício através da **nebulização** com água é considerado o mecanismo de maior eficácia, promovendo ganhos de peso significativos em animais nas fases de crescimento/terminação. Este mecanismo é diretamente influenciado pelo comportamento dos suínos, pelas condições climáticas do local e provoca a mudança do ponto-de-estado, aumentando a umidade relativa do ar e diminuindo a temperatura. O mecanismo de resfriamento por nebulização ou aspensão assegura assim uma evaporação rápida da água, o que evita a sua precipitação no interior dos edifícios (MARQUES, 1992 *apud* SARTOR et al., 2003).

A Figura 10 exhibe o funcionamento de um nebulizador em uma linha de água no interior de uma unidade suinícola.

Figura 10 - Nebulizador no interior de uma unidade suinícola.



A existência deste mecanismo de resfriamento evaporativo no interior das propriedades suinícolas é bem difundida na atualidade. No entanto, embora a sua principal função seja a diminuição da temperatura em situações de estresse térmico, muitos produtores aproveitam tal mecanismo para auxílio no manejo da unidade na redução de poeiras no ar, umedecimento de sujeira encrostada nas paredes, no piso e nas baias depois da saída dos animais. Com o aumento da sua importância no manejo, há, conseqüentemente, no aumento do volume de água gasto por suíno, sendo fundamental a determinação precisa do consumo associado a este mecanismo.

2.2.3. Água de limpeza

Na atividade suinícola, especificamente nos edifícios de produção, existe a necessidade de limpeza e desinfecção das baias onde os suínos permaneceram alojados durante o seu ciclo produtivo. Observam-se, no entanto, variações no procedimento de limpeza em função da região geográfica onde o produtor possui a sua unidade de produção (BELLAVÉR; OLIVEIRA, 2009).

A limpeza das unidades é uma das práticas de manejo do produtor que consiste na remoção dos detritos/resíduos acumulados nos edifícios de produção. Esta prática visa a redução do contato dos animais com possíveis focos de contaminação microbiana, e reduz o risco de veiculação de agentes patogênicos nos animais.

Consequentemente, as propriedades suinícolas devem possuir um PLD, que se inicia com a retirada de camas (quando existem), restos de ração, dejetos e sujeiras nos pisos, paredes e baias e termina com a limpeza a jato de água quente/frio à pressão, com possível adição de detergente (SESTI; SOBESTIANSKY; BARCELLOS, 1998).

Atualmente, o modelo de produção utilizado na fase fisiológica de crescimento/terminação (*all in, all out* - "todos dentro, todos fora") possibilita a limpeza e desinfecção completa das baias e a realização do vazio sanitário (período de sete dias sem animais alojado). A limpeza com vassoura ou rodo deve ser feita de uma a três vezes ao dia, dependendo da unidade (SESTI; SOBESTIANSKY; BARCELLOS, 1998; MARIANI, 2008). Na limpeza com utilização da máquina de jato de água sob pressão humanizou e dignificou a função de quem procede à limpeza das instalações, acarretando diversas vantagens, tais como: baixo custo do procedimento, redução do tempo gasto na lavagem (com água quente reduz-se ainda mais 40%), redução do número de pessoas necessárias, qualidade final da limpeza, entre outras. A limpeza das unidades de crescimento/terminação no período de alojamento do lote, ou seja, durante a permanência dos animais nas baias deve ser feita através da limpeza semanal dos corredores (uma ou duas vezes), varredura ou passagem diária do rodo no interior das baias, empurrando os resíduos para as canaletas ou para as valas localizadas por baixo dos suínos. No final de cada lote procede-se à limpeza das instalações (SESTI; SOBESTIANSKY; BARCELLOS, 1998). No entanto, o uso de água nas atividades de limpeza e desinfecção das unidades corresponde a mais um item no aumento do volume de água gasto na atividade suinícola (MARIANI, 2008).

A Figura 11 apresenta a limpeza de uma baia com máquina de jato de água sob pressão, em uma unidade de crescimento/terminação.

Figura 11 - Limpeza de baia com máquina de jato de água sob pressão.



O aumento do consumo de água no procedimento de limpeza por desperdício é comum, pois grande parte dos produtores, ao invés de usarem máquinas de jatos de água sob pressão, utilizam mangueiras de vazão alta (SINOTTI, 2005). O fato da criação intensiva na fase de crescimento/terminação incluir pisos de concreto completos na maioria das unidades, a remoção de dejetos é feita com o uso de grandes volumes de água (PAULO, 2003).

Uma prática de limpeza adicional utilizada por alguns produtores nas baias de alojamento dos suínos é a lâmina de água. Esta prática surgiu inicialmente no estado de São Paulo, na década de 90, e depois disseminou-se por todo o país. A lâmina de água no chão das instalações propicia um ambiente favorável aos suínos em épocas de calor, reduz a emissão de gases no interior do edifício e controla o aparecimento de moscas, mosquitos e outros vetores, proporcionando um ambiente mais limpo aos animais (BONETT; MONTICELLI, 1998).

O manejo sugerido para esta prática divide o ciclo de crescimento/terminação em duas fases: nos primeiros trinta dias de alojamento, a lâmina de água deve ser limpa e substituída de dois em dois dias; posteriormente, e até à saída dos suínos para abate, a limpeza da lâmina deve ocorrer, no mínimo, uma vez por dia devido à acumulação excessiva da matéria orgânica presente nos dejetos produzidos. Como principais vantagens desta prática podem-se citar: melhoria no conforto térmico dos animais (manter a lâmina vazia durante a noite e preenchida com água nos períodos quentes do dia); melhoria dos índices zootécnicos dos animais no verão pelo incremento no consumo da ração; diminuição de problemas sanitários pelo manejo correto da lâmina de água.

O aumento do consumo de água, da produção de dejetos e das doenças respiratórias no inverno são algumas das desvantagens que podem ser referidas na utilização desta prática.

A Tabela 14 apresenta os resultados obtidos por diversos autores que determinaram o volume de água gasto na limpeza das unidades suinícolas.

Tabela 14 - Valores médios gastos para a limpeza de unidades suinícolas de crescimento/terminação.

Autores	Água Limpeza (L·suíno⁻¹·d⁻¹)
Silva (1973)	5,00 a 10,00
Taiganides (1977)	20,00
Andreadakis (1992)	6,00 a 45,00
Bonett e Monticelli (1998)	2,00
Oliveira (2002a)	2,00
Sinotti (2005)	1,04
Ferreira et al (2006, 2007)	0,27 a 2,76
Sorvala et al. (2008)	1,07
Bellaver e Oliveira (2009)	1,40
Gomes et al. (2009)	2,40 a 3,90
Miranda (2009)	2,40

Segundo alguns autores, a prática de limpeza potencializa a produção de dejetos pois, além de prejudicar os pequenos produtores devido às dificuldades no armazenamento dos dejetos produzidos, diminui também a sua qualidade em termos agronômicos, inviabilizando a sua distribuição em função do seu custo (dejetos muito diluídos), (ANDREADAKIS, 1992; BONETT; MONTICELLI, 1998). O volume de água consumido na limpeza e desinfecção das baias (higienização) varia de acordo com a unidade produtivas, o PLD escolhido, a disponibilidade de água e o manejo do produtor (SILVA, 1973; MCKEON, 2008). Na pesquisa desenvolvida por Sorvala et al. (2008), o procedimento de limpeza e desinfecção das unidades na Finlândia, apresentou grande variabilidade na quantidade de água consumida durante esta prática do manejo. Para os autores, esta variabilidade dependeu do equipamento de limpeza, da qualidade da mão-de-obra e da quantidade de dejetos presente em cada baia.

2.3. PRODUÇÃO DE DEJETOS NA SUINOCULTURA

A atividade suinícola quando integrada na agroindústria brasileira desenvolve os seus modelos produtivos em sistemas intensivos, cujo manejo diário dos produtores, associado aos procedimentos de limpeza e desinfecção das unidades resulta na geração de grandes volumes de efluentes – os dejetos suínos (KONZEN, 1997; MEDRI; MEDRI, 2004). Os dejetos produzidos pela suinocultura agravam o problema ambiental pelo aumento da poluição que é originada pela atividade em virtude das descargas para o meio recetor natural (água e solo) (DIESEL; MIRANDA; PERDOMO, 2002; TAVARES, 2008). Este problema é consequência do elevado volume de dejetos produzidos que geram, posteriormente, problemas nas cinco etapas consideradas para o seu manejo: produção; coleta; armazenamento; tratamento; distribuição e utilização (DARTORA; PERDOMO; TUMELERO, 1998; PERDOMO, 1999, OLIVEIRA, 2002a).

Os dejetos são constituídos por fezes, urina, água desperdiçada dos equipamentos de dessedentação, água de limpeza das baias e corredores, águas das chuvas que podem entrar nas calhas, água da nebulização, resíduos de ração, cerdas, poeiras e outros materiais decorrentes do processo de criação, por exemplo, sangue (KONZEN, 1983, 1997; BELLI FILHO, 1995; GOSMANN, 1997; COUTINHO, 2001; DIESEL; MIRANDA; PERDOMO, 2002; HENN, 2005; TAVARES, 2008; BABOT et al., 2011). O dejetos apresenta normalmente coloração escura, consistência líquida, pastosa ou sólida, com características físico-químicas e biológicas muito variáveis, elevadas concentrações orgânicas e odor desagradável (GOSMANN, 1997; DIESEL; MIRANDA; PERDOMO, 2002; HENN, 2005; BARTHEL; OLIVEIRA; COSTA, 2006).

No Brasil, os dejetos produzidos são armazenados em canaletas externas aos edifícios de produção ou em fossas/valas localizadas nas baias, em posição inferior aos animais, sendo conduzidos por gravidade para os tanques de armazenamento/esterqueiras ou biodigestores na maior parte das unidades (BELLI FILHO et al., 2001; OLIVEIRA, 2004; KUNZ; MIELE; STEINMETZ, 2009). Posteriormente, após armazenamento por um período de 120 dias (para decomposição de material carbonáceo, transformação de compostos nitrogenados, adsorção do fósforo e redução dos microrganismos patogênicos), os dejetos são aplicados no solo como biofertilizante, conforme a **IN-11** da FATMA do estado de Santa Catarina (FUNDAÇÃO MEIO AMBIENTE, 2009). A **IN-11** limita a aplicação de $50 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ de

dejetos nas lavouras e pastagens, haja vista a integração das atividades (agrícola e pecuária). Tal prática visa o aproveitamento potencial dos dejetos como fornecedores de nutrientes e respeitando a capacidade-suporte do ecossistema (BELLI FILHO et al., 2001).

A Figura 12 apresenta o aspecto visual dos dejetos produzidos e encaminhados para as canaletas em uma unidade suinícola.

Figura 12 - Aspecto visual dos dejetos produzidos nas unidades e encaminhados para as canaletas.



A quantidade e a qualidade dos dejetos produzidos estão associadas ao manejo do produtor na sua unidade, em que o volume e as características físico-químicas e biológicas dependem de inúmeros fatores, tais como: tipo de edificação, fase fisiológica do ciclo de produção, tipo de equipamento para dessedentação (consumo e volume desperdiçado), prática de limpeza e desinfecção (uso ou não de lâmina de água), desvio das águas pluviais, ração (tipo de ração, composição e tipo de comedouro), suínos (número por baia, raça, idade, estado psicológico), condições ambientais (estações do ano) e sistema de armazenamento e tratamento dos dejetos (DUARTE, 1991; ANDREADAKIS, 1992; OLIVEIRA, 1993, 2001, 2002a; BELLI FILHO, 1995; PERDOMO, 1995; GOSMANN, 1997; GOULART, 1997; DARTORA; PERDOMO; TUMELERO, 1998; SOBESTIANSKY et al., 1998; CARMO JUNIOR, 1999; DIESEL; MIRANDA; PERDOMO, 2002; NUNES, 2003; HADLICH, 2004; HENN, 2005; SINOTTI, 2005; FERREIRA et al., 2006, 2007; OLIVEIRA; SILVA, 2006; ALVES, 2007; GOMES et al., 2009; BABOT et al., 2011).

O conhecimento dos volumes produzidos e das características dos dejetos suínos é fundamental para a definição do tipo de sistema de manejo e gestão (OLIVEIRA, 1993; BABOT et al., 2011). Moral et al. (2008) indicam, por exemplo, que as características poluentes do dejetos produzido por animais na fase fisiológica de crescimento/terminação da cadeia de produção são mais prejudiciais quando comparados com os efluentes provenientes das unidades produtoras de leitão e creche.

2.3.1. Volume total de dejetos produzido

O conhecimento do volume total de dejetos produzidos por suíno em cada fase fisiológica é fundamental para o planejamento das instalações de coleta e armazenamento (DARTORA; PERDOMO; TUMELERO, 1998; PERDOMO, 1999; OLIVEIRA, 2002a), podendo variar como citado anteriormente. No entanto, essa variação pode ainda ser explicada em função de três aspectos: o peso vivo do suíno, o consumo de água e a produção de urina consequente e o volume de água presente nos dejetos produzidos (OLIVEIRA, 1993; SINOTTI, 2005).

A Tabela 15 mostra a relação indicada por vários autores entre a proporção de dejetos produzidos por dia e o peso vivo dos suínos.

Tabela 15 - Relação da proporção de dejetos produzidos e o peso vivo dos suínos.

Autores	Crescimento/Terminação	
	Peso Vivo (kg)	Proporção de Dejetos (%)
Conrad e Mayrose (1971)	--	5,0 a 8,0
Silva (1973)	100	5,0
Loehr (1974)	45	6,0
Jelinek (1977)	15-100	8,5 a 4,9
Taiganides (1977)	--	5,1

O volume de água ingerido associado às condições climáticas observadas nas unidades de produção influencia a quantidade de urina produzida diariamente pelos suínos (GOULART, 1997; OLIVEIRA, 2002a, BRUMM, 2006; BABOT et al., 2011). A cada litro de água

ingerido 0,6 L de dejetos líquidos são produzidos por suíno (OLIVEIRA, 1993).

Os valores apresentados anteriormente na Tabela 11 mostram as necessidades de água por suíno em sistemas de ciclo completo, segundo a fase fisiológica da cadeia de produção (BONAZZI, 1991; BARBARI; ROSSI, 1992). O uso eficiente da água nas unidades (redução do desperdício e melhores práticas de manejo durante a limpeza) contribui significativamente, para a redução do volume total dos dejetos produzidos nos sistemas modernos de produção de suínos (OLIVEIRA, 2002a). A alimentação fornecida ao animal também influencia o volume total de dejetos produzidos, assim como a produção de urina. Com o aumento de 85 para 90% da digestibilidade da matéria seca fornecida aos animais na ração, é possível reduzir aproximadamente 30% dos dejetos nas fezes (base: matéria seca) (LIMA, 1996). Estudos desenvolvidos por outros autores apresentaram, tal como indicados anteriormente, resultados semelhantes quanto à relação entre o consumo de água e a ração ingerida pelos animais (CONRAD; MAYROSE 1971; MAMEDE, 1980).

A Tabela 16 apresenta os resultados dos volumes de dejetos produzidos por suíno na fase de crescimento/terminação em pesquisas realizadas no Brasil em sala experimental com controle das condições ambientais.

Tabela 16 - Volume de dejetos produzidos, na fase de crescimento/terminação ao longo do tempo de alojamento.

Alojamento (semanas)	Inverno	Verão
	L·suíno ⁻¹ ·d ⁻¹	
2	1,83	2,05
3	2,20	2,00
6	2,80	3,72
8	3,06	4,61
10	3,42	5,73
12	4,08	6,66
Média	2,90	4,13

Fonte: adaptado de Perdomo e Dalla Costa (2000); Dalla Costa e Perdomo (2001); Dalla Costa et al. (2004).

Os dejetos produzidos nas unidades suinícolas, considerando o peso vivo do animal, o consumo de água e a produção de urina, podem ainda variar significativamente segundo os volumes de água presente nos efluentes. O tipo de equipamento para dessedentação e o seu respectivo desperdício, o PLD e o uso da lâmina de água nas baias dos suínos são as principais fontes identificadas para o incremento dos volumes de água incorporados nos dejetos e, conseqüentemente, o volume total de dejetos produzidos (KONZEN, 1980, 1983; ANDREADAKIS, 1992; PERDOMO, 1995; COUTINHO, 2001; OLIVEIRA, 2002a; HENN, 2005). Segundo os autores, o desperdício observado nos PLD implementados no manejo das unidades é comum pois, usualmente, o sistema para limpeza e desinfecção e tipo dos equipamentos não são os mais adequados para o efeito. O gasto de água para os PLD é muito variável, conforme se observa pelos dados apresentados na Tabela 14.

A Tabela 17 mostra os valores de referência considerados na **IN – 11** pela FATMA para o volume diário de dejetos produzidos por suíno e utilizados pelo órgão legislador para o licenciamento ambiental das unidades de produção.

Tabela 17 – Valores de referência da FATMA para a produção de dejetos.

Categoria de Suínos	Esterco (kg·d⁻¹)	Esterco + Urina (kg·d⁻¹)	Dejetos Líquidos (L·d⁻¹)
Porcas em gestação	3,60	11,00	16,00
Porcas em lactação	6,40	18,00	27,00
25 – 100 kg	2,30	4,90	7,00
Machos	3,00	6,00	9,00
Leitões	0,35	0,95	1,40
Média	2,35	5,80	8,60

Fonte: adaptado de Oliveira (1993).

O volume médio diário (L·suíno⁻¹·d⁻¹) de dejetos produzidos por suíno instalado em uma granja e utilizado como referência é 8,6, sendo 7,0 L·suíno⁻¹·d⁻¹ o valor considerado para a fase fisiológica de crescimento/terminação. Embora esses valores tenham sido determinados a partir de pesquisas brasileiras desenvolvidas na década de 80, continuam a ser os mais utilizados para o dimensionamento dos

sistemas de armazenamento e tratamento dos dejetos suínos, sendo inclusive, os volumes adotados e recomendados pela FATMA e EMBRAPA Suínos e Aves (OLIVEIRA, 1993; SINOTTI, 2005).

2.3.1.1. *Pesquisas brasileiras e internacionais para o volume de dejetos produzidos*

A Tabela 18 e a Tabela 19 apresentam resultados de pesquisas realizadas para avaliar o volume de dejetos produzidos pelos suínos na fase fisiológica de crescimento/terminação, no Brasil e no exterior, respectivamente.

Tabela 18 - Resultados obtidos no Brasil, na avaliação da produção de dejetos na fase fisiológica de crescimento/terminação.

Autores	Produção de dejetos (L·suíno⁻¹·d⁻¹)
Konzen (1980)	7,00
Oliveira (1993, 2002b, 2005)	7,00
Gosmann (1997)	5,90
Medri (1997)	10,00
Perdomo (1999)	7,50
Perdomo et al. (1999)	11,20
Nagae, Damasceno e Richard (2005)	8,30
Sinotti (2005)	9,73
Gusmão (2008);	7,00
Dal Mago (2009)	7,00
Gomes et al. (2009)	10,90
Nardi (2009)	6,67 a 14,23

Tabela 19 - Resultados obtidos no exterior, na avaliação da produção de dejetos na fase fisiológica de crescimento/terminação.

Autores	Produção de dejetos (L·suíno⁻¹·d⁻¹)
Brumm, Dahlquist e Heemstra (2000) ¹	3,96
Brumm, Dahlquist e Heemstra (2000) ¹	4,59 – 7,02
Brumm, Dahlquist e Heemstra (2000) ¹	4,96
Ferreira et al. (2007) ¹	3,71
Ferreira et al. (2007) ¹	2,70 a 5,38
Ferreira et al. (2007) ¹	8,98 a 11,8
Ferreira et al. (2007) ¹	6,64
Álvarez-Rodriguez et al. (2011)	4,10
Babot et al. (2011)	6,60 a 10,50

¹ Resultados com mesma a referência mas obtidos para diferentes condições de experimentação

Os resultados apresentados nas tabelas anteriores evidenciam as diferenças obtidas para os volumes de dejetos produzidos pelos suínos nas várias pesquisas realizadas dependendo, principalmente, das condições em que se desenvolveram as pesquisas (sala em ambiente controlado *versus* unidades comerciais e tipo de equipamento instalado para a dessedentação animal). Estas diferenças podem ser explicadas devido aos vários fatores que influenciam a produção de dejetos, assim como as condições em que a pesquisa é desenvolvida. Assim, é difícil adotar tais valores para planejar o manejo de dejetos de suínos na atividade suinícola no Brasil. Segundo Perdomo (1999) a seleção das melhores técnicas específicas para o manejo, tratamento e distribuição dos dejetos produzidos depende, fundamentalmente, do conhecimento do volume e do grau de diluição dos mesmos. Com os avanços científicos e tecnológicos na atividade suinícola, os valores de referência de Oliveira (1993), começam a ser questionados quando observada a realidade atual no estado de Santa Catarina (TAVARES; OLIVEIRA; BELLI FILHO, 2012).

2.3.2. Caracterização dos dejetos suínos

Os dejetos suínos produzidos na atividade suinícola apresentam características físico-químicas muito variáveis (OLIVEIRA, 1993; DIESEL; MIRANDA; PERDOMO, 2002; BABOT et al., 2008; BABOT et al., 2011). Tais variações associam-se, essencialmente ao manejo do produtor na sua unidade, assim como aos fatores citados anteriormente (DUARTE, 1991; ANDREADAKIS, 1992; OLIVEIRA, 1993; BELLI FILHO, 1995; PERDOMO, 1995; GOSMANN, 1997; GOULART, 1997; DARTORA; PERDOMO; TUMELERO, 1998; SOBESTIANSKY et al., 1998; CARMO JUNIOR, 1999; OLIVEIRA, 2001; DIESEL; MIRANDA; PERDOMO, 2002; OLIVEIRA, 2002a; NUNES, 2003; HADLICH, 2004; HENN, 2005; SINOTTI, 2005; OLIVEIRA; SILVA, 2006; ALVES, 2007; BABOT et al., 2011). Embora seja difícil a distinção do fator mais importante, os autores enumeram a fase fisiológica, o manejo, os equipamentos de dessedentação, o PDL e a ração como os mais relevantes para a variabilidade observada.

Alguns autores indicam que a manipulação das rações pode ser uma das soluções possíveis para se reduzir as características poluentes dos dejetos suínos devido às elevadas cargas poluentes que os caracterizam (BABOT et al., 2011). A composição e a digestibilidade dos nutrientes (N, P, e K) fornecidos influenciam as características físico-químicas dos dejetos. Estima-se que 92 a 96% do zinco, 72 a 80% do total de cobre e 60 a 70% do N ingerido pelos animais sejam expelidos pelos suínos através do dejetos (OLIVEIRA, 2000; JONGBLOED, 2008).

A Tabela 20 e a Tabela 21 apresentam as características físico-químicas dos dejetos obtidas em pesquisas realizadas, em unidades na fase de crescimento/terminação, registrando-se grande variabilidade para as variáveis analisadas. Estes resultados demonstram a complexidade com que as comunidades científica e acadêmica se deparam para avaliar os dejetos suínos produzidos. A comparação dos resultados é uma tarefa difícil porque na maioria das pesquisas as condições em que elas se desenvolvem não são indicadas (FERREIRA et al., 2006, 2007). Um dos aspectos mais importantes para a caracterização físico-química é o procedimento de amostragem e coleta dos dejetos, o que pode influenciar significativamente no resultado das análises (GUSMÃO, 2008; DAL MAGO, 2009).

Tabela 20 - Caracterização físico-química dos dejetos produzidos em diferentes pesquisas.

Autores	pH	ST	SV	DQO ¹	N _{Total}	P _{Total}	K	Cu	Zn
		(g·L ⁻¹)						(mg·L ⁻¹)	
Konzen (1980)	6,94	90,00	75,05	98,65	6,00	2,50	1,20	--	--
Perdomo (1996)	--	22,40	16,40	22,54	2,37	0,58	0,54	35	271
Silva (1996)	--	12,7	8,43	11,53	1,66	0,32	0,26	--	--
Medri (1997)	6,90	17,24	10,27	21,65	2,21	0,63	--	--	--
Bonett e Monticelli (1998)	---	49,43	39,02	38,45	3,71	1,18	1,14	--	--
Sinotti (2005)	6,96	34,23	--	49,79	3,57	0,97	--	--	--
Ferreira et al. (2006)²	7,37	41,74	27,00	40,78	2,09	0,84	--	38	30
Ferreira et al. (2006)²	6,78	99,80	79,06	115,69	7,97	1,81	--	38	47
Ferreira et al. (2006)²	6,97	92,97	73,12	106,99	8,75	1,49	--	11	72
Ferreira et al. (2006)²	7,56	88,32	64,94	62,70	6,91	1,64	--	20	72
Ferreira et al. (2006)²	7,72	80,54	58,89	80,98	6,00	2,18	--	38	416
Gomes et al. (2009)²	7,39	32,99	26,39	31,44	3,57	1,64	--	--	--
Gomes et al. (2009)²	7,32	35,12	28,34	29,60	3,36	1,57	--	--	--

¹ – unidade: g O₂·L⁻¹; ² – Resultados com a mesma referência mas obtidos para diferentes condições de experimentação

Tabela 21 - Caracterização físico-química dos dejetos produzidos em diferentes pesquisas.

Autores	MS	MO	N	P
	(%)			
Nagae, Damasceno e Richard (2005)	3,41	---	0,35	0,16
Sanchez e González (2005)	4,24	3,18	0,41	0,10
Mattias (2006)	3,70	---	0,12	0,11
Mattias (2006)	4,50	---	0,11	0,02
Nardi (2009)¹	6,22	3,55	0,32	0,28
Nardi (2009)¹	7,93	4,81	0,63	0,36
Nardi (2009)¹	4,75	3,06	0,19	0,20
Nardi (2009)¹	2,88	1,77	0,07	0,08
Babot et al. (2008)	8,01	4,95	0,24	0,14
Babot et al. (2011)¹	7,26	4,20	0,21	0,13
Babot et al. (2011)¹	6,31	4,94	0,19	0,11

¹ – Resultados com a mesma referência mas obtidos para diferentes condições de experimentação

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. ENQUADRAMENTO DA PESQUISA

A presente pesquisa fez parte do projeto de parceria técnica “**Determinação do consumo de água, da geração de dejetos e da emissão de gases de efeito de estufa na produção de suínos**”, desenvolvido pela EMBRAPA com o apoio da Empresa Brasil Foods (BRF) e da Associação das Indústrias de Carnes e Derivados de Santa Catarina (AINCADESC).

Para alcançar os objetivos propostos, a pesquisa foi delineada em função de quatro etapas de trabalho de campo, com a duração total de 20 meses (Outubro de 2010 a Maio de 2012):

Etapa I: visita exploratória a diversas unidades de produção indicadas pela agroindústria (BRF), na fase fisiológica de crescimento/terminação (Outubro a Novembro de 2010);

Etapa II: seleção das 15 unidades suinícolas nas quais foram desenvolvidas as atividades de campo e pesquisa (Dezembro de 2010 a Março de 2011);

Etapa III: desenvolvimento do estudo piloto em três unidades de produção para adequação, validação e definição da metodologia final a ser implementada na pesquisa para a medição do consumo de água e produção de dejetos (Janeiro a Abril de 2011); e,

Etapa IV: acompanhamento das atividades de campo e avaliação nas 15 unidades de produção selecionadas (Abril de 2011 a Maio de 2012).

No desenvolvimento das **Etapa I e II**, foram programadas visitas às unidades suinícolas indicadas pela agroindústria (BRF), com o objetivo de caracterizar fisicamente as granjas e selecionar aquelas que apresentavam as condições adequadas para o desenvolvimento das atividades de campo. Durante as visitas, foram avaliadas as unidades que ofereceram as melhores condições para a realização das atividades, bem como aquelas que demandaram poucas intervenções para estarem preparadas a integrar o lote de granjas selecionadas. A localização geográfica das unidades visitadas foi considerada a fim de possibilitar uma melhor articulação das atividades com a equipe de campo.

Após a avaliação inicial, que terminou no mês de Novembro de 2010, e finalizada a análise individual das unidades visitadas (Março de

2011), foram consideradas aptas para o desenvolvimento do projeto 15 granjas em crescimento/terminação vistas pela agroindústria como as mais representativas para esta fase do ciclo de produção de suínos.

Com o intuito de se adequar, validar e definir a metodologia final a implementar na pesquisa durante a **Etapa IV**, foi desenvolvido inicialmente, um estudo piloto em três das 15 unidades de produção selecionadas (**Etapa III**). O estudo piloto permitiu acompanhar e monitorar durante aproximadamente 125 dias, um ciclo na fase fisiológica de crescimento/terminação. Algumas variáveis, parâmetros e atividades a serem executadas em campo foram avaliadas e utilizadas, posteriormente, na **Etapa IV**. Os resultados da **Etapa III** culminaram nos ajustes necessários para a correção dos erros e dos problemas encontrados. Após a sua identificação, todos os produtores das unidades selecionadas foram sujeitos a um período de formação, em que se apresentaram todos os procedimentos referentes às atividades a serem desenvolvidas na pesquisa (**Etapa IV**).

A **Etapa IV** com início em Abril de 2011 e término em Junho de 2012 (14 meses), correspondeu ao período de monitoramento efetivo das atividades desenvolvidas em campo nas 15 unidades de produção. Os parâmetros monitorados e avaliados assim como as atividades desenvolvidas nas unidades de produção serão detalhadas posteriormente.

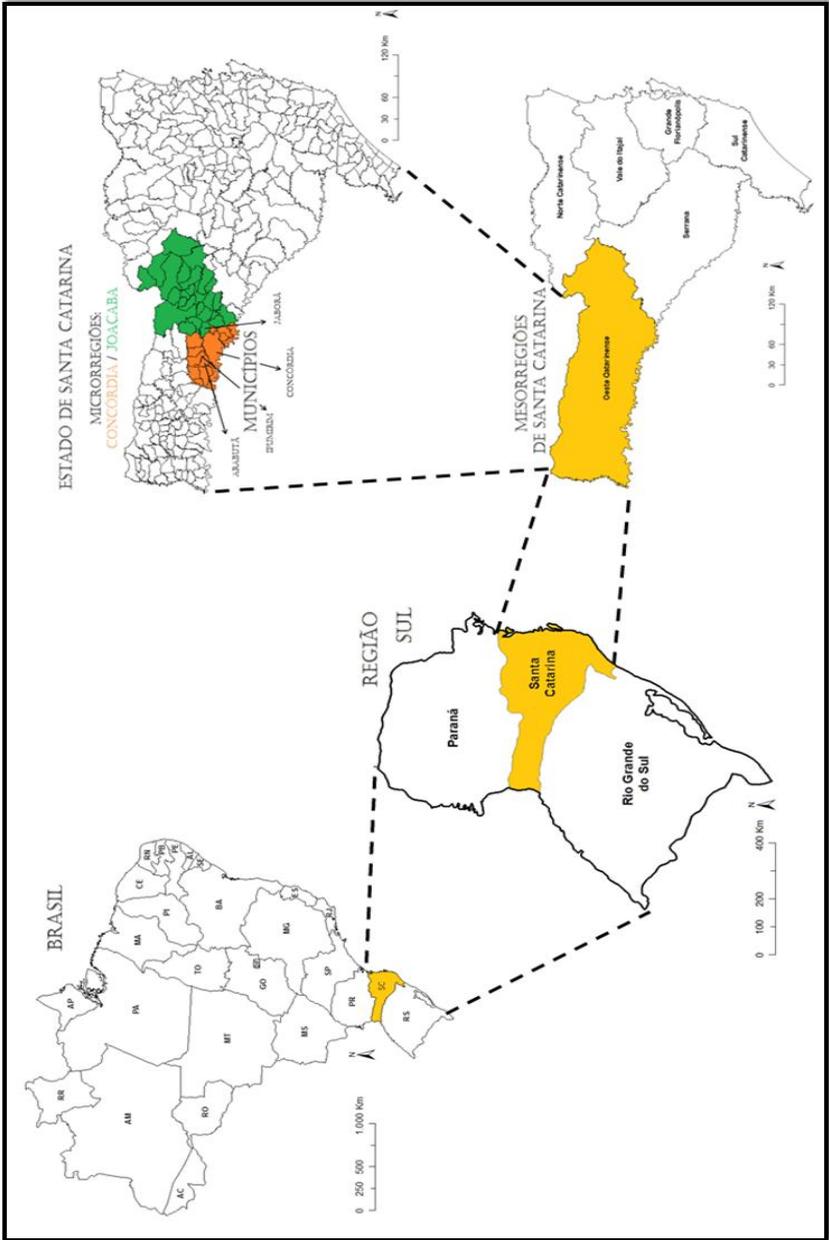
No final das atividades desenvolvidas em campo, devido ao alto número de ciclos de produção avaliados (33), gerou-se no fim da pesquisa um volume elevado de dados e informações. O fim tardio das avaliações em campo associado ao prazo de entrega da dissertação, apresenta-se neste documento, os resultados relativos aos primeiros 17 ciclos de produção avaliados (Abril a Dezembro de 2011), das 15 unidades selecionadas.

3.1.1. Localização do estudo

As unidades de produção selecionadas no decorrer da **Etapa II** situam-se na Mesorregião do Oeste Catarinense, no Alto Uruguai, distribuídas pela Microrregião de Concórdia (município de Arabutã (n=1), Concórdia (n=11) e Ipumirim (n=2)) e Microrregião de Joaçaba (município de Jaborá (n=1)).

A Figura 13 mostra as regiões e os municípios das unidades de produção selecionadas para o desenvolvimento da pesquisa.

Figura 13 - Regiões e municípios das unidades de produção selecionadas.



3.1.2. Identificação e caracterização das unidades de produção

As unidades suinícolas foram identificadas e selecionadas na **Etapa I e II** com base nos seguintes pressupostos:

- ✗ Unidade integrada na agroindústria (BRF);
- ✗ Unidade representativa da fase fisiológica em avaliação da cadeia de produção de suínos (crescimento/terminação);
- ✗ Unidade com condições de exequibilidade para as atividades a realizar na pesquisa após pequenas intervenções; e
- ✗ Unidade com um dos três diferentes tipos de equipamento para a dessedentação dos suínos (**BB**, **CH** e **EC**).

A seleção das unidades de produção segundo os pressupostos referidos foi realizada de modo a padronizar e diminuir possíveis causas de variação nos resultados da pesquisa, durante o ciclo de produção dos suínos. Durante as visitas às unidades (**Etapa I**) foi feito um levantamento individual de informação imprescindível para a caracterização das unidades e desenvolvimento da pesquisa, tais como: localização das unidades, tipo de equipamento instalado para a dessedentação dos suínos, dados produtivos, práticas de manejo e sistema de tratamento.

Após a seleção das 15 unidades na **Etapa II** que integraram a pesquisa (designadas de **UP₁** a **UP₁₅**), a equipe de campo informou detalhadamente os produtores sobre o planejamento das atividades a serem realizadas no âmbito da pesquisa.

A Tabela 22 apresenta informações sobre as unidades de produção relativamente à sua localização, aspectos gerais e sistemas de tratamento das unidades de produção suinícolas selecionadas para a pesquisa.

Tabela 22 - Caracterização das unidades de produção selecionadas.

Unidade	Município	Linha	Equipamento dessedentação	Canaleta	Esterqueira	Biodigestor	Nebulização
UP ₁	Concórdia	Barra Fria	CH	Fechada	Descoberta	Sim	Sim
UP ₂	Concórdia	Santa Catarina	BB	Fechada	Coberta	Não	Sim
UP ₃	Concórdia	Santa Catarina	CH	Fechada	Coberta	Não	Sim
UP ₄	Ipumirim	Dois Irmãos	CH	Fechada	Descoberta	Não	Não
UP ₅	Concórdia	Barra Bonita	CH	Fechada	Descoberta	Sim	Sim
UP ₆	Concórdia	Barra Bonita	EC	Aberta	Descoberta	Sim	Sim
UP ₇	Concórdia	Barra do Tigre	BB	Fechada	Descoberta	Não	Não
UP ₈	Concórdia	Barra do Tigre	BB	Fechada	Descoberta	Não	Sim
UP ₉	Jaborá	Castelhano	EC	Aberta	Coberta	Não	Não
UP ₁₀	Concórdia	Caravágio	BB	Fechada	Coberta	Sim	Sim
UP ₁₁	Concórdia	Tiradentes	EC	Aberta	Descoberta	Sim	Sim
UP ₁₂	Arabutã	Castro Filho	CH	Fechada	Descoberta	Sim	Sim
UP ₁₃	Concórdia	Barra do Castilho	BB	Fechada	Descoberta	Não	Sim
UP ₁₄	Concórdia	Pinhal	EC	Aberta	Descoberta	Sim	Não
UP ₁₅	Ipumirim	São Rafael	EC	Fechada	Descoberta	Sim	Não

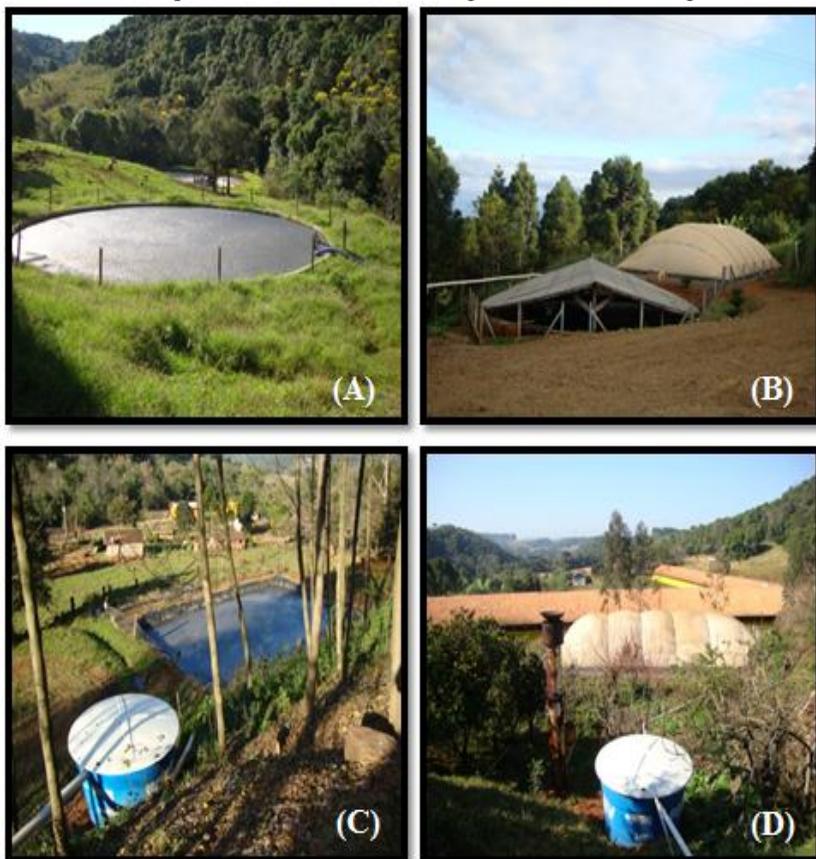
A seleção final das unidades foi realizada de modo que os três tipos de equipamentos para a dessedentação animal em avaliação na pesquisa estivessem distribuídos equitativamente pelas 15 unidades de produção.

A Figura 14 e a Figura 15 apresentam algumas diferenças observadas nos sistemas de tratamento nas unidades de produção como, por exemplo, o tipo de canaleta, a presença de esterqueira descoberta ou coberta e a existência ou não de biodigestor.

Figura 14 - Tipo de canaletas nas unidades: (A) aberta; (B) fechada.



Figura 15 - Estruturas dos sistemas de tratamento: (A) esterqueira descoberta; (B) esterqueira coberta; (C) sem biodigestor; (D) com biodigestor.



A Tabela 23 exhibe dados de produção de cada unidade suinícola, em relação à capacidade de alojamento dos suínos, tipo de produção e duração do ciclo de crescimento/terminação (em semanas). O efetivo alojado em cada unidade nem sempre correspondeu ao número de suínos avaliados na pesquisa, devido à existência em alguns produtores, de mais de um edifício de produção. Para estas unidades, indicam-se os efetivos alojados e os avaliados.

Tabela 23 – Capacidade de alojamento, tipo de produção e duração do ciclo de crescimento/terminação.

Unidade	Capacidade de alojamento (n.º de suíno)	Tipo de produção	Duração do ciclo (semanas)
UP₁	880 ¹	Parma	17 a 19
UP₂	305	Parma	17 a 19
UP₃	305	Parma	17 a 19
UP₄	330	Normal	14 a 16
UP₅	480	Normal	14 a 16
UP₆	510	Normal	14 a 16
UP₇	330	Tender	9 a 11
UP₈	600	Tender	9 a 11
UP₉	400 ²	Tender	9 a 11
UP₁₀	900 ³	Normal	14 a 16
UP₁₁	430	Normal	14 a 16
UP₁₂	610	Parma	17 a 19
UP₁₃	330	Parma	17 a 19
UP₁₄	700 ⁴	Normal	14 a 16
UP₁₅	770 ⁵	Normal	17 a 19

¹ – 340 suínos; ² – 300 suínos; ³ – 455 suínos; ⁴ – 358 suínos; ⁵ – 332 suínos;

As unidades com produção do tipo Normal, à exceção de U₁₅, apresentaram ciclos de produção com duração superior ao esperado, sendo avaliadas, por isso, como unidades de ciclo Parma (17-19 semanas).

3.2. O CONSUMO DE ÁGUA NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS

O consumo total de água das unidades de produção foi medido e avaliado nas 15 unidades de crescimento/terminação da cadeia de produção de suínos, considerando-se os seguintes itens:

- ✘ Consumo de água dos animais (água ingerida pelo suíno + desperdício do equipamento de dessedentação instalado);
- ✘ Umedecimento da ração;
- ✘ Nebulização; e,
- ✘ Água de limpeza (equipamentos, instalações e suínos).

O estudo piloto (**Etapa III**) foi realizado em três unidades (U_2 , U_3 e U_{15}), cada uma com um tipo de equipamento de dessedentação diferente em avaliação (**BB**, **CH** e **EC**) e durante um ciclo de produção de aproximadamente 110 dias. Nesta etapa foram monitorados os consumos de água referidos anteriormente, e observados os erros e as dificuldades dos produtores e da equipe de campo em realizar as atividades programadas. Durante o desenvolvimento da **Etapa IV**, foram monitorados os consumos de água das 15 unidades suinícolas selecionadas.

As leituras do consumo de água em cada unidade de produção foram realizadas e registradas pelos produtores em planilhas individuais específicas (Apêndice 8). Os registros diários, em intervalos de 24 horas, dos produtores foram coletados semanalmente pela equipe de campo, para análise e correção/eliminação de possíveis erros nas leituras.

Na Figura 16 apresentam-se exemplos de hidrômetros instalados nas linhas de abastecimento de água nas unidades.

Figura 16 - Exemplos de hidrômetros instalados nas unidades de produção.



O número de hidrômetros instalados dependeu das linhas de abastecimento de água em cada unidade de produção e das suas instalações hidráulicas.

A Tabela 24 apresenta o número de hidrômetros instalados para aferição dos consumos de água por unidade suinícola.

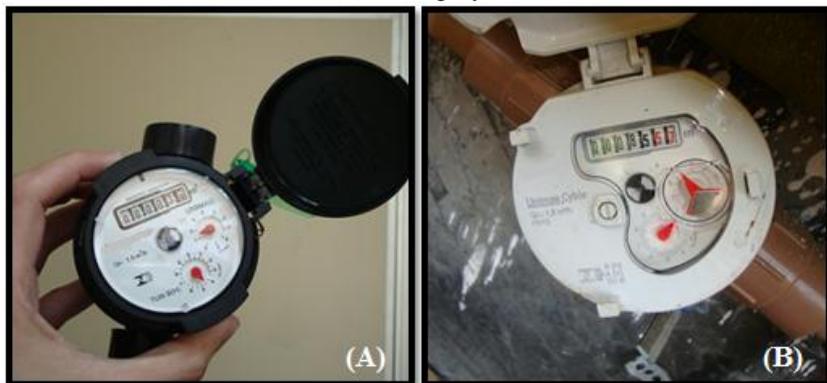
Tabela 24 - Número de hidrômetros instalados por unidade de produção.

Unidades	U₁	U₂	U₃	U₄	U₅
N.º de hidrômetros	4	3	3	3	4
Unidades	U₆	U₇	U₈	U₉	U₁₀
N.º de hidrômetros	4	3	5	4	3
Unidades	U₁₁	U₁₂	U₁₃	U₁₄	U₁₅
N.º de hidrômetros	4	4	3	2	6

Os equipamentos instalados para registro do consumo de água eram do tipo: turbina Unimag TU III HV e turbina Unimag CYBLE PN 10, com diâmetro médio de uma polegada (3/4’’).

A Figura 17 mostra exemplos de hidrômetros instalados nas unidades de produção.

Figura 17 – Exemplos de hidrômetros instalados nas unidades: (A) unimag TU III HV (B) unimag Cyble PN 10.

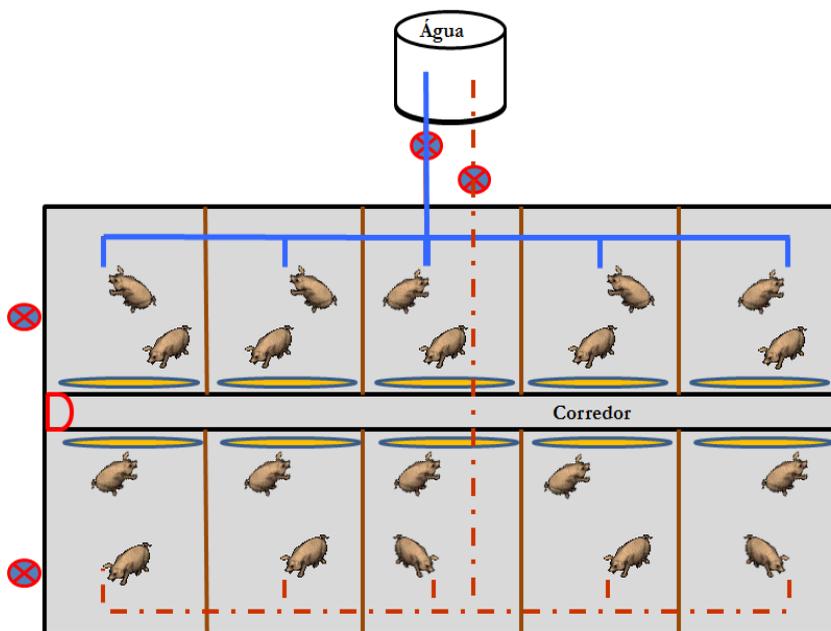


3.2.1. Consumo de água dos animais

A determinação do consumo de água dos animais (água ingerida pelo suíno + desperdício do equipamento de dessedentação instalado), em função do tipo de equipamento de dessedentação (**BB**, **CH** e **EC**) e do tempo de alojamento para o tipo de produção da unidade, em semanas [tender (**t=10**); normal (**t=15**) e parma (**t=18**)], foi efetuada através de leitura diária (intervalo de 24 horas) dos valores registrados nos hidrômetros de precisão instalados em cada linha de abastecimento de água para o manejo dos suínos.

A Figura 18 apresenta um esquema do alojamento animal nas unidades suínícolas mostrando as diferentes linhas de abastecimento de água, o local de alimentação e a localização dos hidrômetros.

Figura 18 - Esquema da unidade de produção com as linhas de abastecimento de água e hidrômetros instalados.



Legenda:

--- Linhas de água — Água — Alimentação X Hidrômetro

As práticas atuais de manejo dos suínos incluem o umedecimento das rações concentradas para facilitar a ingestão por parte dos suínos. Quando verificada esta prática, o volume de água consumido no umedecimento foi registrado e contabilizado no consumo de água animal. Os registros diários do consumo de água que apresentaram referência por parte dos produtores, devido à ocorrência de vazamento no sistema hidráulico, problemas nos equipamentos de dessedentação ou outro problema não especificado foram ajustados.

3.2.1.1. *Tipos de equipamentos para a dessedentação animal*

A suinocultura brasileira possui atualmente várias alternativas disponíveis para o fornecimento de água aos suínos nas unidades de produção. No entanto, na avaliação das unidades de produção existentes no estado de Santa Catarina observa-se que, relativamente aos equipamentos instalados para a dessedentação animal, estes são essencialmente do tipo: Bite Ball (**BB**), Chupeta (**CH**) e taça/concha ecológica (**EC**) (Figura 8).

Os equipamentos instalados nas unidades para a dessedentação dos suínos eram separados dos comedouros (o local de ingestão da ração é independente do local de ingestão da água) (Figura 18).

A Tabela 25 apresenta o número de ciclos de produção monitorados e avaliados em cada unidade, em função do tipo de equipamento instalado e tempo de alojamento dos suínos em semanas [tender (**t=10**); normal (**t=15**) e parma (**t=18**)].

Tabela 25 - Número de ciclos monitorados e avaliados em cada unidade.

Equipamento BB	U₂	U₇	U₈	U₁₀	U₁₃
N.º de Ciclos	1	2 *	2	1	1
Equipamento CH	U₁	U₃	U₄	U₅	U₁₂
N.º de Ciclos	1	1	1	1	1
Equipamento EC	U₆	U₉	U₁₁	U₁₄	U₁₅
N.º de Ciclos	1	1	1	1	1

BB – Bite Ball; **CH** – Chupeta; **EC** – Taça/Concha ecológica.

* Eliminaram-se os resultados do segundo ciclo monitorado e avaliado.

O equipamento **CH** pela sua ampla utilização nas unidades suínícolas do estado de Santa Catarina foi considerado como elemento testemunha em todas as análises desenvolvidas para interpretação dos resultados.

3.2.2. Nebulização

O volume de água gasto na nebulização das unidades e no abaixamento da temperatura corporal dos suínos durante os ciclos de produção, foi determinado com a mesma metodologia descrita para o consumo animal. Os produtores registraram diariamente a leitura dos hidrômetros instalados. É importante referir que das 15 unidades selecionadas, cinco (**U₄**, **U₇**, **U₉**, **U₁₃** e **U₁₅**) não possuíam linha de abastecimento de água para nebulização e, conseqüentemente não foi possível determinar o volume gasto.

A Figura 19 apresenta as linhas de nebulização instaladas em unidades de produção.

Figura 19 - Linhas de nebulização e nebulizadores.



3.2.3. Água de Limpeza

A água de limpeza (equipamentos, instalações e suínos) consumida em cada unidade de produção foi determinada aplicando-se a Equação (1).

$$A_L = (L_F - L_I / A_{Méd}) \times (1000 / N_{Obs}) \quad (1)$$

em que:

A_L – Água de limpeza ($L \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$);

L_I – Leitura do hidrômetro no alojamento (m^3);

L_F – Leitura do hidrômetro no final da limpeza após saída dos suínos para abate (m^3);

$A_{Méd}$ – N.º médio de suínos alojados durante o ciclo (**suíno**); e,

N_{Obs} – N.º de observações no ciclo de produção (**dias**).

A Figura 20 exibe a prática de limpeza efetuada nas unidades de produção após a saída dos suínos para o frigorífico (abate).

Figura 20 - Prática de limpeza nas unidades de produção.



A metodologia proposta inicialmente para a determinação do volume de água gasto nas limpezas das unidades era semelhante às apresentadas para o consumo de água animal e para a nebulização. No entanto, no desenvolvimento da **Etapa III**, e devido à observação das diferentes práticas de manejo dos produtores para a limpeza e desinfecção das unidades (no decorrer e no final do ciclo de produção), foi decidido utilizar a Equação (1), para o cálculo do volume de água gasto.

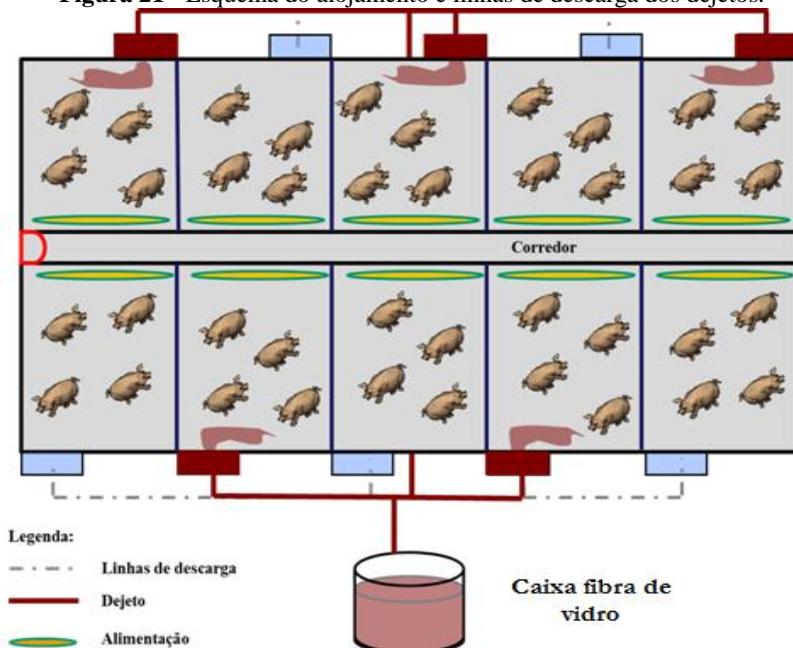
3.3. PRODUÇÃO DE DEJETOS NA SUINOCULTURA

Para se alcançar o segundo objetivo específico da pesquisa, caixas de fibra de vidro com volumes totais de 2 m³ e 5 m³ foram instaladas nas 15 unidades suinícolas, entre o edifício de produção e o sistema de tratamento de dejetos (esterqueira ou biodigestor).

A aferição do volume diário de dejetos produzidos pelos suínos foi testada e posteriormente executada através de medição diária da altura da lâmina de água do dejetos armazenado nas caixas de fibra de vidro, em função do tipo de equipamento instalado (**BB**, **CH** e **EC**) e do tempo de alojamento dos suínos [tender (**t=10**); normal (**t=15**) e parma (**t=18**)]. A instalação das caixas permitiu a retenção temporária dos dejetos produzidos, após a descarga dos produtores (períodos de 24 horas).

A Figura 21 apresenta um esquema do alojamento dos suínos e as linhas de descarga dos dejetos da unidade, com canaletas fechadas e a caixa instalada para o armazenamento diário dos dejetos produzidos.

Figura 21 - Esquema do alojamento e linhas de descarga dos dejetos.



A Figura 22 exhibe exemplos de caixas de fibra de vidro instaladas nas unidades de produção selecionadas.

Figura 22 - Caixas de fibra de vidro instaladas nas unidades de produção.



Com o objetivo de facilitar o armazenamento e a leitura da altura da lâmina pelos produtores, foi instalado um registro que impediu a saída dos dejetos produzidos das caixas de fibras de vidro. Embora eficaz para a sua retenção, os equipamentos apresentaram dificuldades de manuseamento pois apresentaram sinais de bloqueio durante a sua abertura e o seu fecho (entrada de sólidos presentes no dejetos animal). Os produtores indicaram estas dificuldades à equipe de campo no decorrer da **Etapa III**. Procedeu-se, então, à substituição dos registros problemáticos por um sistema mais simples, composto por pequenos tubos de borracha.

A aferição da altura da lâmina de dejetos foi realizada pelo produtor através de régua graduada introduzida no interior das caixas de fibra de vidro. Tais dados foram também registrados em planilhas individuais específicas (Apêndice 8).

A Figura 23 exhibe o procedimento de leitura da altura da lâmina de água dos dejetos produzidos, no interior da caixa de fibra de vidro com uso da régua graduada.

Figura 23 - Aferição da altura da lâmina de água dos dejetos produzidos.



A Equação (2) apresenta a expressão utilizada para o cálculo do volume diário dos dejetos produzidos nas unidades de produção e armazenados para medição no interior das caixas de fibra de vidro.

$$V_D = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot [x_f^2 + (x_f \cdot x_i) + x_i^2] \cdot (1000/A_{Méd}) \quad (2)$$

em que:

- V_D – Volume diário de dejetos produzidos ($L \cdot suíno^{-1} \cdot d^{-1}$);
- π – Constante *pi* (**adimensional**);
- x_i – Raio menor da caixa após cálculo da nova altura (**m**);
- x_f – Raio maior na altura da lâmina do dejetos (**m**); e,
- $A_{Méd}$ – N.º médio de suínos alojados durante o ciclo (**suíno**).

No desenvolvimento da **Etapa III** foi observado pela equipe de campo que no momento da abertura do registro na caixa de fibra de

vidro, uma determinada quantidade de sólidos permaneciam sedimentados no fundo, não sendo removidos no momento da descarda do produtor. Para correção do volume diário de dejetos produzido (sobrestimação), foi medida a altura do depósito de sólidos retidos no interior e estipulado um valor de referência para todas as caixas instaladas. Esse valor estipulado foi utilizado para calcular o novo raio menor da caixa (base).

A Figura 24 demonstra a quantidade de sólidos que permaneciam sedimentados no fundo das caixas de fibra de vidro

Figura 24 - Sólidos sedimentados no interior das caixas de fibra de vidro.



Os registros diários da altura da lâmina de água no interior da caixa de fibra de vidro intermédia para acumulação do dejetos, devido à ocorrência de vazamentos nas canaletas nos registros de trancamento foram ajustados quando necessário.

3.3.1. Caracterização físico-química dos dejetos produzidos

A análise físico-química das amostras coletadas semanalmente (do alojamento ao abate) nas 15 unidades de produção foi realizada pelos técnicos da EMBRAPA Suínos e Aves, em Concórdia.

As amostras pontuais dos dejetos foram coletadas pela equipe de campo durante as visitas semanais às unidades suínícolas, segundo o cronograma de atividades da pesquisa (ver Apêndice 9).

A Tabela 26 mostra as variáveis físico-químicas analisadas e o método analítico utilizado segundo o *Standard Methods* (APHA, AWWA, WPCF, 2005).

Tabela 26 - Variáveis físico-químicas analisadas, método analítico e seu princípio.

Análise Físico-Química	Método	Princípio
Sólidos Totais (ST)	SM 2540B	Gravimetria
Sólidos Voláteis (SV)	SM 2540E	Gravimetria
Sólidos Fixos (SF)	SM 2540E	Gravimetria
Demanda Química Oxigênio (DQO)	SM 5220C	Colorimetria
Nitrogênio Kjeldahl (NTK)	SM 4500N	Titulometria
Nitrogênio Amoniacal (N-NH₄⁺)	SM 4500NH ₃	Titulometria
Fósforo Total (P)	SM 4500C	Colorimetria
Cobre (Cu)	SM 3111	Absorção Atômica
Zinco (Zn)	SM 3111	Absorção Atômica
pH	---	Potenciometria

A amostragem dos dejetos produzidos nas unidades foi realizada após a seleção das canaletas fechadas ou dos locais nas canaletas abertas para a coleta das alíquotas. Procedeu-se a uma homogeneização dos dejetos ainda nas canaletas e, foi retirada uma alíquota para um recipiente com volume de 20 litros. Após nova homogeneização, coletou-se uma amostra de um litro para um frasco de plástico específico. A amostra foi encaminhada para análise imediatamente após a coleta, depois de acondicionada em caixas térmicas de isopor com gelo.

A Figura 25 exibe o procedimento de amostragem dos dejetos nas canaletas das unidades de produção.

Figura 25 - Procedimento de amostragem dos dejetos nas canaletas das unidades de produção.



O número de amostras coletadas em cada unidade dependeu do tempo de alojamento dos suínos em função do tipo de produção [tender ($t=10$); normal ($t=15$) e parma ($t=18$)]. Em $t=1$ foram observadas dificuldades na amostragem e coleta dos dejetos nas unidades. Como o alojamento dos animais não foi realizado em dia fixo, não foi possível proceder à amostragem e coleta do dejetos na primeira semana em todas as unidades.

A Tabela 27 apresenta o número de amostras pontuais coletadas por unidade durante o ciclo de produção. Nas unidades em que foram acompanhados dois ciclos, indicam-se as coletas de cada. O número de amostras variou nas unidades com o mesmo tempo de alojamento dos suínos. Foram ainda identificados problemas pontuais no manejo dos dejetos por parte dos produtores, que impediram a coleta do dejetos no dia previsto.

Tabela 27 - Número de amostras pontuais coletadas por unidade durante o ciclo de produção.

Unidades	U₁	U₂	U₃	U₄	U₅
N.º de Coletas	17	17	16	10	14
Unidades	U₆	U₇[*]	U₈[*]	U₉	U₁₀
N.º de Coletas	14	7/5	9/9	8	14
Unidades	U₁₁	U₁₂	U₁₃	U₁₄	U₁₅
N.º de Coletas	14	17	14	14	14

* Unidades com dois ciclos de avaliação: alojamento de t=10 semanas.

3.4. OUTRAS DETERMINAÇÕES

Paralelamente à metodologia desenvolvida em campo para a determinação do consumo de água e a produção dos dejetos nas unidades em função do tipo de equipamento instalado e do tempo de alojamento dos suínos, foram realizadas outras atividades de campo, tais como:

- ✘ Consumo diário e caracterização da ração ingerida pelo suíno;
- ✘ Medição horária da temperatura e umidade nas unidades de produção; e,
- ✘ Pesagem dos animais.

3.4.1. Consumo de ração diária dos suínos

A determinação do consumo diário de ração fornecida aos suínos foi efetuada através das quantidades pesadas e dados fornecidos pelos produtores e pela agroindústria. O consumo total correspondeu ao somatório dos diferentes tipos de ração fornecidos nas unidades de produção, descartando-se o peso residual que ficou no silo, ao final de cada ciclo.

3.4.1.1. Caracterização físico-química da ração

Os suínos produzidos nas unidades de produção avaliadas foram alimentados com diferentes rações, dependendo do tipo de produção (tender, normal e parma). O número de rações fornecidas variou quanto à sua composição físico-química. Após amostragem semanal nas unidades, a análise físico-química dos diferentes tipos de ração foi realizada nos laboratórios da EMBRAPA Suínos e Aves, em Concórdia, segundo o *Standard Methods* (APHA, AWWA, WPCF, 2005). As variáveis analisadas foram: matéria seca (**MS**), matéria mineral (**MM**), Nitrogênio Total (**N_T**), Fósforo Total (**P_T**), Cobre (**Cu**) e Zinco (**Zn**). Os métodos analíticos utilizados foram iguais aos indicados na Tabela 26.

A Tabela 28 indica o número de diferentes rações fornecidas aos suínos por tipo de produção, sendo o seu consumo variável por unidade de produção.

Tabela 28 – Número de rações fornecidas aos suínos por tipo de produção.

Tipo de produção	Tender	Normal	Parma
Tipos de ração	5	9	10

3.4.2. Dados climáticos da região

Os dados climáticos das variáveis utilizadas no desenvolvimento da pesquisa foram fornecidos pela EPAGRI, a partir da informação obtida na estação meteorológica automática localizada nas instalações da EMBRAPA Suínos e Aves, Concórdia. A Estação meteorológica localiza-se nas coordenadas 27°18'48.68'' S, 51°59'34.27'' W a uma altitude de 548 metros.

As variáveis observadas foram:

- ✘ Temperatura;
- ✘ Umidade relativa;
- ✘ Radiação;
- ✘ Pluviosidade; e,
- ✘ Vento (direção e velocidade).

3.4.2.1. Temperatura e umidade no interior das edificações

A temperatura e a umidade do ar externo e interno às edificações possuem uma forte relação com o consumo de água pelos animais e a produção dos dejetos nas unidades de produção. Para a mensuração foram utilizados “*data-logger*”, da marca Testo® 174H, com canais independentes para as variáveis indicadas (sensor interno – NTC/sensor capacitivo de umidade).

Os “*data-logger*” foram instalados entre 1,5 a 2 metros acima do nível do piso e equidistantes na unidade de produção. Os valores registrados (em intervalos de 60 minutos) durante a pesquisa ficaram armazenados na memória do equipamento, sendo os dados descarregados pela equipe de campo.

A Figura 26 apresenta a localização e a posição dos equipamentos utilizados para medição da temperatura e umidade, nas unidades de produção.

Figura 26 - Localização e posição dos “data-logger” instalados nas unidades de produção.



3.4.3. Peso e curva de crescimento dos suínos

A estimativa através de modelagem matemática do volume dos dejetos produzidos nas unidades de produção foi realizada após a determinação do peso vivo dos suínos e sua curva de crescimento, para cada ciclo de crescimento/terminação monitorado e avaliado.

Dependendo do tipo de produção, foram considerados três ou quatro momentos para a pesagem dos suínos e determinação do seu peso vivo.

A Tabela 29 apresenta os momentos para as pesagens dos animais.

Tabela 29 - Pesagem dos animais segundo o tipo de produção.

Tipo de produção	Momentos de Pesagem				
	Alojamento	30-35 dias	40-45 dias	80-85 dias	Abate
Tender	x	x			x
Normal	x		x	x	x
Parma	x		x	x	x

O número de suínos pesados foi determinado considerando a totalidade de animais alojados nas unidades de produção e foram escolhidos aleatoriamente a partir das baias onde se encontravam instalados. A determinação do peso vivo permitiu a avaliação do ganho de peso diário durante o ciclo de produção dos suínos bem como, determinar a curva de crescimento para o lote, caracterizando assim a unidade em estudo.

3.5. MODELOS MATEMÁTICOS NA SUINOCULTURA

3.5.1. Função de Gompertz: o consumo de água e a produção dos dejetos nas unidades suinícolas

A Função de Gompertz é utilizada normalmente para descrever o crescimento de animais e de tecidos em função do tempo (FIALHO, 1999).

Na presente pesquisa procedeu-se à modelagem dos dados médios semanais obtidos na avaliação em campo para o consumo de água e para a produção de dejetos em função do tempo de alojamento dos animais através do ajuste ao modelo de Gompertz.

A Equação (3) e descrita por Fialho (1999) apresenta o ajuste dos dados médios semanais de todas as granjas avaliadas através do procedimento NLIN (não linear) do *Statistical Analysis System*® (SAS, 2008).

$$M = A \cdot e^{-e^{-B(t-C)}} \quad (3)$$

em que:

- M** – Variável em análise (**L**);
- A** – Valor máximo da variável em análise (**L**);
- B** – Aumento variável no ponto de inflexão (**L·d⁻¹** por **L**);
- t** – Tempo de alojamento dos suínos (**dias**);
- C** – Tempo de alojamento no ponto de inflexão (**dias**); e,
- e** – base do logaritmo neperiano.

3.5.2. Modelo para a estimativa da produção de dejetos

As equações utilizadas na modelagem para a estimativa da produção dos dejetos através do balanço de água nos suínos são descritas, com base, nos trabalhos e pesquisas desenvolvidas por diversos autores (OLIVEIRA, 1998, 1999, 2003; DOURMAD; POMAR; MASSÉ, 2002, 2003).

3.5.2.1. Estimativa do balanço geral de água

Para se estimar a quantidade de água presente no dejetos foi necessário determinar o balanço de água nos suínos e edifícios, bem como a quantidade de água gasta na limpeza das unidades durante e ao final do ciclo de produção avaliado.

A Equação (4) apresenta a expressão para o cálculo das quantidades de água presente nos dejetos.

$$\mathbf{H_2O_{Dej}} = \mathbf{H_2O_{Bal}} \cdot \mathbf{d_d} + \mathbf{H_2O_{Lim}} \quad (4)$$

em que:

- $\mathbf{H_2O_{Dej}}$ – Quantidade de água nos dejetos ($\mathbf{kg \cdot suíno^{-1}}$);
- $\mathbf{H_2O_{Bal}}$ – Quantidade de água do balanço dos suínos ($\mathbf{kg \cdot suíno^{-1}}$);
- $\mathbf{d_d}$ – duração do ciclo de produção (**dias**); e,
- $\mathbf{H_2O_{Lim}}$ – Quantidade de água de limpeza ($\mathbf{kg \cdot suíno^{-1} \cdot d^{-1}}$).

O balanço geral de água no sistema de produção de suínos foi calculado pela diferença do somatório das entradas de água (ingerida nos equipamentos, na ração, e produção de água metabólica) e o somatório das saídas (água retida no corpo e a água evaporada) nos suínos.

A Equação (5) mostra a expressão usada na determinação do balanço geral de água nos suínos.

$$\mathbf{H_2O_{Bal}} = \mathbf{H_2O_{Ing}} + \mathbf{H_2O_{Raç}} + \mathbf{H_2O_{Met}} - \mathbf{H_2O_{Cor}} - \mathbf{H_2O_{Evap}} \quad (5)$$

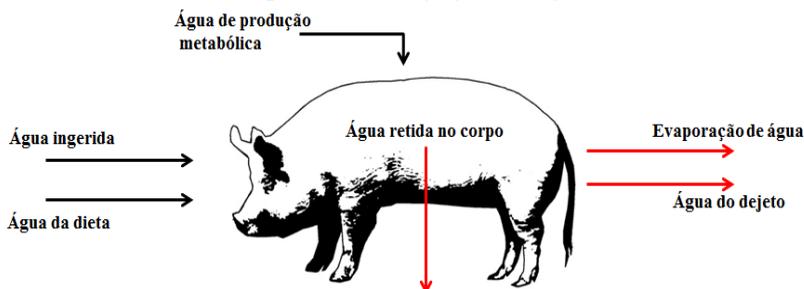
em que:

- $\mathbf{H_2O_{Bal}}$ – Quantidade de água do balanço dos suínos ($\mathbf{kg \cdot suíno^{-1}}$);
- $\mathbf{H_2O_{Ing}}$ – Quantidade de água ingerida no equipamento pelos suínos ($\mathbf{kg \cdot suíno^{-1}}$);
- $\mathbf{H_2O_{Raç}}$ – Quantidade de água ingerida na ração ($\mathbf{kg \cdot suíno^{-1}}$);
- $\mathbf{H_2O_{Met}}$ – Produção de água metabólica ($\mathbf{kg \cdot suíno^{-1}}$);
- $\mathbf{H_2O_{Cor}}$ – Quantidade de água retida no corpo ($\mathbf{kg \cdot suíno^{-1}}$); e,
- $\mathbf{H_2O_{Evap}}$ – Quantidade de água evaporada do corpo dos suínos ($\mathbf{kg \cdot suíno^{-1}}$);

Esta expressão pode também ser utilizada para calcular a quantidade de água presente nos dejetos substituindo na expressão H_2O_{Bal} por H_2O_{Dej} .

A Figura 27 exibe um esquema adaptado para o balanço geral de água em suínos, na fase fisiológica de crescimento/terminação e com alojamento em piso concreto (OLIVEIRA, 2003).

Figura 27 - Esquema do balanço geral de água em suínos.



Estimativa da água ingerida no equipamento e na ração

O consumo de água ingerida pelo suíno (consumo do próprio animal + desperdício) pode ser determinado diretamente pela leitura dos registros nos hidrômetros ou por cálculo direto. Nesta pesquisa, ajustou-se o volume de ingestão (redução de 11% por evaporação de água).

A Equação (6) apresenta a expressão para o cálculo da quantidade de água ingerida pelos suínos considerando a ração ingerida e a taxa de diluição usada.

$$H_2O_{Ing} = Ração \cdot T_d \quad (6)$$

em que:

H_2O_{Ing} – Água ingerida no equipamento ($kg \cdot suíno^{-1}$);

Ração – Alimento ingerido pelo suíno ($kg \cdot d^{-1}$); e,

T_d – Taxa de diluição.

A Equação (7) mostra a expressão utilizada para se estimar a quantidade de água ingerida pelos animais na ração, em função do teor de matéria seca presente.

$$\mathbf{H_2O_{Raç}} = \text{Ração} \cdot (1 - \text{MS}_{\text{Raç}})/100 \quad (7)$$

em que:

$\mathbf{H_2O_{Raç}}$ – Quantidade de água ingerida na ração ($\mathbf{kg \cdot suíno^{-1}}$);

$\mathbf{Ração}$ – Alimento ingerido pelo suíno ($\mathbf{kg \cdot d^{-1}}$); e,

$\mathbf{MS_{Raç}}$ – Teor de matéria seca na ração (%).

Estimativa da produção de água metabólica

O cálculo da quantidade de água produzida no animal por via do metabolismo oxidativo baseou-se no pressuposto em que para se produzir uma molécula de CO_2 é necessário a existência de uma molécula de água (para um volume molar de 22,41 L de CO_2 temos um peso molecular de 18 g de água) (OLIVEIRA, 1998, 1999, 2003).

A Equação (8) exhibe a expressão usada para o cálculo da produção de água por via metabólica no animal.

$$\mathbf{H_2O_{Met}} = \left[\text{Prod}_{\text{CO}_2} / (22,4 \cdot 0,018) \right] \cdot 24 \quad (8)$$

em que:

$\mathbf{H_2O_{Met}}$ – Produção de água metabólica ($\mathbf{kg \cdot suíno^{-1}}$); e,

$\mathbf{Prod_{CO_2}}$ – Produção de CO_2 por suíno ($\mathbf{L \cdot h^{-1}}$).

A produção de CO_2 no suíno foi estimada através da produção de calor total por suíno, com base em um coeficiente de proporcionalidade ($0,163 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$ de CO_2 por Watt de calor total produzido) (COMMISSION INTERNATIONALE GÉNIE RURAL, 1984).

A Equação (9) indica a expressão de cálculo da produção de CO_2 .

$$\mathbf{Prod_{CO_2}} = 0,163 \text{Qtot}_{\text{sui}} \quad (9)$$

em que:

Prod_{CO2} – Produção de CO₂ por suíno (**L·h⁻¹**); e,
Qtot_{sui} – Produção de calor total por suíno (**W·suíno⁻¹**).

A produção de calor total por suíno em zona de neutralidade térmica pode ser estimada através de equação específica para animais em fase de crescimento/terminação. Para tal, considera-se a soma da energia necessária para manter o animal e a fração da energia metabolizável presente na ração e que não é retida no corpo do animal, podendo esta, ser determinada a partir das energias metabolizável e net (líquida) presentes nas rações (NOBLET et al., 1989; NOBLET; DOURMAT; ETIENNE, 1990). Outra possibilidade de cálculo da produção de calor total na ausência dos dados da ração foi o uso da expressão apresentada em função da massa do animal (peso vivo) e das características do ambiente no edifício (COMMISSION INTERNATIONALE GÉNIE RURAL, 1984; OLIVEIRA, 2003).

As Equações (10) e (11) mostram as expressões para o cálculo da produção total de calor. Na pesquisa foi utilizada a Equação (11).

$$\mathbf{Qtot}_{\text{sui}} = \left(750 \cdot m^{0,60} + \left(1 - \left(\frac{E_{\text{Net}}}{E_{\text{Met}}} \right) \right) \cdot E_{\text{Met}} \cdot \text{Ração} \right) / 86,4 \quad (10)$$

$$\mathbf{Qtot}_{\text{sui}} = 29 \cdot (m+2)^{0,5} - 40 \quad (11)$$

em que:

Qtot_{sui} – Produção de calor total por suíno (**W·suíno⁻¹**);
m – massa corporal do suíno (**kg**);
E_{Net} – Energia net (líquida) da ração (%);
E_{Met} – Energia metabolizável da ração (%); e,
Ração – Alimento ingerido pelo animal (**kg·d⁻¹**).

Estimativa da quantidade de água retida no corpo do suíno

A quantidade de água retida no corpo ser estimada em função da quantidade de proteínas retidas pelos suínos no seu organismo. Dependendo da fase fisiológica, é importante considerar a quantidade de água retida nos conteúdos uterinos em matrizes reprodutoras, assim a

quantidade presente nos leitões em lactação (DE GREEF, 1995; LANGE, 1995).

A Equação (12) apresenta a expressão para o cálculo da água retida no corpo dos suínos presentes em uma unidade de produção.

$$\mathbf{H_2O_{Cor}} = \mathbf{H_2O_{corpo}} + (\mathbf{H_2O_{Uter}}) + (\mathbf{H_2O_{Leitões}}) \quad (12)$$

em que:

$\mathbf{H_2O_{Cor}}$ – Quantidade de água retida no corpo ($\mathbf{kg \cdot suíno^{-1}}$);
 $\mathbf{H_2O_{Corpo}}$ – Água no corpo do suíno ($\mathbf{kg \cdot suíno^{-1}}$);
 $\mathbf{H_2O_{Uter}}$ – Água nos conteúdos uterinos das fêmeas ($\mathbf{kg \cdot suíno^{-1}}$); e,
 $\mathbf{H_2O_{Leitões}}$ – Água nos leitões em lactação ($\mathbf{kg \cdot suíno^{-1}}$);

Dado que a pesquisa se desenvolveu com suínos na fase fisiológica de crescimento/terminação a expressão utilizada para a modelagem matemática cingiu-se ao primeiro termo da Equação (12).

A Equação (13) exhibe a expressão usada para o cálculo da estimativa da quantidade de água presente no corpo do suíno (DE GREEF, 1995).

$$\mathbf{H_2O_{Corpo}} = 1,10 \cdot 4,889 \cdot (\mathbf{R_{Prot}})^{0,885} \quad (13)$$

em que:

$\mathbf{H_2O_{Corpo}}$ – Água no corpo do suíno ($\mathbf{kg \cdot suíno^{-1}}$); e,
 $\mathbf{R_{Prot}}$ – Retenção de proteína diária ($\mathbf{kg \cdot suíno^{-1}}$).

A retenção de proteína diária no corpo do suíno pode ser determinada a partir de uma relação, considerando-se o peso vivo vazio do animal (GUILLOU; DOURMAD; NOBLET, 1993). A estimativa do teor proteico pode também ser ajustada para o peso vivo vazio do suíno através da percentagem de tecido muscular (OLIVEIRA, 2003). Na presente pesquisa, a percentagem de tecido muscular assumida para aplicação da modelagem matemático foi de 58%.

As Equações (14) e (15) mostram, respectivamente, a expressão de cálculo utilizada para a estimação da retenção de proteína diária e para a determinação do peso vivo vazio em função da massa corporal do suíno.

$$R_{\text{Prot.}} = e^a \cdot (P_{\text{Vv}})^b \quad (14)$$

$$P_{\text{Vv}} = 0,915 \cdot (m)^{1,009} \quad (15)$$

em que:

R_{Prot.} – Retenção de proteína diária (**kg·suíno⁻¹**);

e – base do logaritmo neperiano (2,7182);

a – - 0,982 – 0,0145 (MUS);

b – 0,7518 + 0,0044 (MUS);

P_{Vv} – Peso vivo vazio do suíno (**kg**); **e**,

m – massa corporal do suíno (**kg**).

Estimativa da água de evaporação

A água perdida por evaporação foi determinada em função da quantidade de calor necessária para a passagem da água do estado líquido ao gasoso, ou seja, a produção de calor latente de vaporização (SOULOUMIAC, 1995 *apud* OLIVEIRA, 2003). Em média, são necessários 680,6 Watts para evaporar um quilograma de água por hora (COMMISSION INTERNATIONALE GÉNIE RURAL, 1984).

A Equação (16) apresenta a expressão usada para o cálculo do vapor de água produzido pelos suínos.

$$P_{\text{vap}} = (Q_{\text{lat}_{\text{sui}}} / L_v) \cdot 24 \quad (16)$$

em que:

P_{vap} – Vapor de água produzido pelo suíno (**kg·d⁻¹**);

Q_{lat_{sui}} – Produção de calor latente (**W·suíno⁻¹**); **e**,

L_v – Calor latente de vaporização [**680,6 Watts (kg H₂O·h⁻¹)**].

A produção de calor latente foi deduzida como complemento da produção de calor sensível, segundo a temperatura no bulbo seco do ambiente interno da unidade de produção (COMMISSION INTERNATIONALE DU GÉNIE RURAL, 1984).

As Equações (17) e (18) exibem as expressões para a determinação da produção de calor latente.

$$Q_{\text{lat}_{\text{sui}}} = Q_{\text{tot}_{\text{sui}}} - Q_{\text{sen}_{\text{sui}}} \quad (17)$$

$$Q_{\text{sen}_{\text{sui}}} = Q_{\text{tot}_{\text{sui}}} \cdot (0,8 - 1,85 \cdot 10^{-7} \cdot (T_a + 10)^4) \quad (18)$$

em que:

- $Q_{\text{lat}_{\text{sui}}}$ – Produção de calor latente por suíno ($\mathbf{W \cdot suíno^{-1}}$);
- $Q_{\text{tot}_{\text{sui}}}$ – Produção de calor total por suíno ($\mathbf{W \cdot suíno^{-1}}$);
- $Q_{\text{sen}_{\text{sui}}}$ – Produção de calor sensível por suíno ($\mathbf{W \cdot animal^{-1}}$); e,
- T_a - Temperatura do bulbo seco no interior do edifício ($^{\circ} \text{C}$).

3.5.2.2. *Estimativa da produção de dejetos nas unidades suinícolas*

A quantidade de dejetos produzidos em uma unidade pode ser determinada através da soma da quantidade de água presente no dejetos e a concentração de matéria seca do efluente (DOURMAD; POMAR; MASSÉ, 2002, 2003).

A Equação (19) mostra a expressão utilizada para o cálculo da quantidade de dejetos produzidos pelos suínos.

$$Q_{\text{Dej}} = H_2O_{\text{Dej}} \cdot MS_{\text{Dej}} \quad (19)$$

em que:

- Q_{Dej} – Quantidade de dejetos produzidos ($\mathbf{kg \cdot suíno^{-1}}$);
- H_2O_{Dej} – Quantidade de água nos dejetos ($\mathbf{kg \cdot suíno^{-1}}$); e,
- MS_{Dej} – Concentração de matéria seca nos dejetos (%).

Os volumes de dejetos produzidos podem ser estimados nas unidades de produção em função da sua quantidade e da sua densidade. Na ausência dos dados sobre a densidade, ela pode ser estimada através de uma equação empírica que relaciona a densidade à concentração de matéria seca do dejetos (BERTRAND; ARROYO, 1983 *apud* DOURMAD; POMAR; MASSÉ, 2002, 2003).

As Equações (20) e (21) apresentam as expressões utilizadas para o cálculo dos volumes dos dejetos produzidos.

$$V_{\text{Dej}} = Q_{\text{Dej}} / \rho_{\text{Dej}} \quad (20)$$

$$V_{\text{Dej}} = 1000 + 0,49 \cdot MS_{\text{Dej}} \quad (21)$$

em que:

- V_{Dej} – Volume dos dejetos produzidos ($\text{L} \cdot \text{suíno}^{-1}$);
- Q_{Dej} – Quantidade de dejetos produzidos ($\text{kg} \cdot \text{suíno}^{-1}$);
- MS_{Dej} – Concentração de matéria seca nos dejetos ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$); e,
- ρ_{Dej} – Densidade do dejetos ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$).

O volume de dejetos líquidos produzidos nas unidades de produção pode também ser estimado através de uma equação empírica desenvolvida em função da água ingerida e a massa corporal dos suínos (OLIVEIRA, 2003).

A Equação (22) exibe a expressão usada para o cálculo.

$$V_{\text{Dej}} = H_2O_{\text{Ing} + \text{Raç}} \cdot (0,001738 m + 0,4334) \quad (22)$$

em que:

- V_{Dej} – Volume dos dejetos produzidos ($\text{L} \cdot \text{suíno}^{-1}$);
- $H_2O_{\text{Ing} + \text{Raç}}$ – Quantidade de água ingerida nos equipamentos e nas rações ($\text{kg} \cdot \text{suíno}^{-1}$); e,
- m – massa corporal do suíno (kg).

3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos na pesquisa foram sujeitos a uma análise preliminar através do software Microsoft Excel[®].

Para apresentação dos resultados foi realizada uma análise estatística utilizando-se a teoria de modelos mistos para medidas repetidas, considerando os efeitos de tipo de equipamento, tempo de alojamento dos suínos (como medida repetida) e a interação desses dois fatores e 16 tipos de estruturas de matriz de variâncias e covariâncias, usando o PROC MIXED do *Statistical Analysis System*[®] (XAVIER, 2000). A estrutura usada na análise foi escolhida com base no menor valor do Critério de Informação de Akaike (AIC). O método de estimação usado foi o de máxima verossimilhança restrita. O desdobramento da análise para o efeito de tipo de equipamento foi realizado através do teste *t*, sempre que o teste F foi significativo a 5%.

A elaboração gráfica dos resultados foi realizada com recurso ao software Sigma Plot[®].

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no desenvolvimento da pesquisa são apresentados segundo os objetivos específicos propostos inicialmente. Com a finalidade de facilitar a leitura e a compreensão dos dados mostrados nesta dissertação, é utilizada a mesma estrutura sequencial do capítulo anterior: estudo piloto; consumo de água nas unidades de produção; produção de dejetos e aplicação de modelagem matemática para estimativa da quantidade de água presente nos efluentes.

4.1. O CONSUMO DE ÁGUA NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS

4.1.1. Consumo de água dos animais

Os resultados obtidos para o consumo de água dos animais nas unidades de produção selecionadas são apresentados em seguida, em função do:

- ✘ Tempo de alojamento dos suínos (em semanas), nas 15 unidades de produção avaliadas: $t=10$, $t=15$ e $t=18$; e do,
- ✘ Tipo de equipamentos instalados nas unidades de produção para a dessedentação dos suínos [Bite Ball (**BB**), Chupeta (**CH**) e Taça/concha ecológica (**EC**)], considerando os tempos de alojamento referidos.

4.1.1.1. *Consumo de água dos animais em função do tempo de alojamento*

A Tabela 30 mostra os resultados médios obtidos para o consumo de água dos animais em função do tempo de alojamento (semanas). Para tempos de $t=10$, $t=15$ e $t=18$ semanas foram avaliados, respectivamente, $n=16$, $n=12$ e $n=11$ ciclos de produção.

Tabela 30 – Consumo médio de água em função do tempo de alojamento.

Alojamento (semanas)	n	Média	σ	Mínimo	Máximo
		(L·suíno ⁻¹ ·d ⁻¹)			
10	16	7,13	0,99	5,74	9,30
15	12	7,62	1,15	5,94	9,66
18	11	7,87	1,30	6,06	9,95

n – número de ciclos de produção; σ – desvio padrão.

Os resultados apresentados indicam que os suínos consumiram diariamente, em média, 7,13, 7,62 e 7,87 L de água, respectivamente, t=10, t=15 e t=18 semanas.

Independentemente dos equipamentos instalados para a dessedentação dos suínos, os resultados obtidos para o consumo médio de água quando comparados com os valores apresentados por outras pesquisas nacionais (Tabela 12), mostram-se superiores face à maioria dos dados indicados para pesquisas realizadas em salas com ambiente controlado (KONZEN, 1980; MAMEDE, 1980; CORDEIRO, 2003; PALHARES; GAVA; LIMA, 2009) e inferiores ou semelhantes para consumos avaliados em unidades comerciais (NAGAE; DAMASCENO; RICHARD, 2005; OLIVEIRA et al., 2006; GOMES et al., 2009; NARDI, 2009). Por sua vez, os resultados desta pesquisa quando comparados com outros estudos realizados no exterior (Tabela 13), mostraram-se, em geral, superiores aos indicados por diversos autores (BRUMM; DAHLQUIST; HEEMSTRA, 2000; LI et al., 2005; BRUMM, 2006; FERREIRA et al., 2006, 2007; VERMEER; KUIJKEN; SPOOLDER, 2009). Uma exceção observada foram alguns resultados obtidos por Ferreira et al. (2006, 2007), em que o consumo médio determinado foi 13,5 e 19,5 L·suíno⁻¹·d⁻¹. A diferença observada pode ser explicada, principalmente, pelo manejo dos produtores, pelo tipo de equipamento instalado para a dessedentação animal e seu desperdício e pelas condições ambientais na região da produção (PERDOMO, 1995; BONETT; MONTICELLI, 1998; BRUMM; DAHLQUIST; HEEMSTRA, 2000; THACKER, 2001; OLIVEIRA, 2002a; BRUMM, 2006; PALHARES, 2011).

A visualização da Tabela 30 permite afirmar que o consumo de água aumentou ao longo do tempo de alojamento dos suínos nas unidades de produção, tal como citado por outros autores (OLSSON; ANDERSSON, 1985; BONAZZI, 1991; BARBARI; ROSSI, 1992; LI

et al, 2005; BRUMM, 2006). Os dados médios obtidos para o consumo mínimo e máximo em t=10, t=15 e t=18 semanas, foram concordantes com os valores indicados por Bonazzi (1991), Barbari e Rossi (1992), para suínos entre 100 a 150 kg (7,0 a 10,0 L·suíno⁻¹·d⁻¹ e 7,0 a 15,0 L·suíno⁻¹·d⁻¹, respectivamente). No entanto, os valores foram superiores aos apresentados pelo Ministério da Agricultura, Alimentação e Assuntos Rurais do Canadá (WARD; MCKAGUE, 2007).

O desvio padrão observado em cada tempo de alojamento mostra que com a permanência dos suínos nas unidades, a dispersão dos valores semanais é cada vez maior em relação às médias do consumo no alojamento considerado (0,99 L·d⁻¹ em t=10, 1,15 L·d⁻¹ em t=15 e 1,15 L·d⁻¹ em t=18). Estatisticamente, os resultados apresentados ressaltam a importância da avaliação diária realizada através dos hidrômetros, mostrando-se a relação do comportamento dos suínos e do seu metabolismo com o aumento da quantidade de água ingerida.

4.1.1.2. Consumo de água dos animais em função do tipo de equipamento para a dessedentação e do tempo de alojamento

A determinação foi realizada pela análise das leituras dos produtores para o consumo de água com base na teoria de modelos mistos para medidas repetidas (XAVIER, 2000). Consideraram-se o efeito do tipo de equipamentos instalados para a dessedentação, o tempo de alojamento dos animais (como medida repetida) e a interação desses dois fatores. Os resultados da análise permitiram verificar se existiu diferença no consumo de água dos animais para os diferentes tipos de equipamentos instalados para a dessedentação de suínos.

A Tabela 31 apresenta os valores do consumo médio de água em função do tipo de equipamento instalado e do tempo de alojamento. Os ciclos de produção avaliados (n) variaram por tipo de equipamentos e tempo de alojamento considerado. Assim, em t=10 [**BB** (n=6); **CH** (n=5); **EC** (n=5)], t=15 [**BB** (n=3); **CH** (n=5); **EC** (n=4)] e t=18 [**BB** (n=3); **CH** (n=5); **EC** (n=3)].

Tabela 31 – Consumo médio de água em função do equipamento de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos.

Alojamento (semanas)	Equipamentos de Dessedentação			Prob>F
	BB	CH	EC	Equipamento
	(L·suíno ⁻¹ ·d ⁻¹)			
10	7,71±0,61	6,43±0,70	7,14±0,67	0,3942
15	8,23±0,42	6,84±0,45	8,16±0,45	0,0756
18	8,63±0,42 ^a	7,00±0,44 ^b	8,58±0,45 ^a	0,0345

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente pelo teste *t* ($P \leq 0,05$).

Os resultados mostraram que as médias dos consumos de água testando o efeito dos diferentes tipos de equipamentos instalados, segundo o tempo de alojamento ($t=10$, $t=15$ e $t=18$ semanas), **apresentaram em $t=18$, diferenças significativas** entre as unidades com os equipamentos **BB** e **EC** e as demais (**CH**) para o teste F com $P \leq 0,05$.

As médias obtidas divergiram em parte ($t=10$ e $t=15$ semanas) daquelas observadas por outros autores que apontaram para o equipamento instalado na unidade como o principal fator de variação no consumo de água na fase fisiológica de crescimento/terminação (BRUMM, DAHLQUIST; HEEMSTRA, 2000; OLIVEIRA 2002a; BABOT et al., 2011).

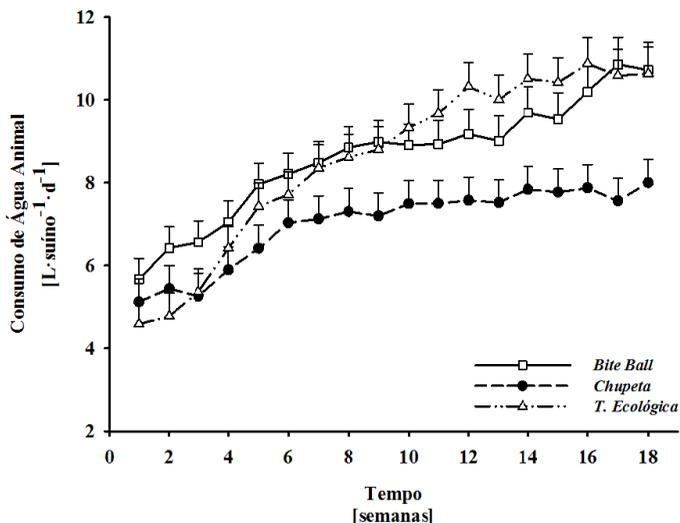
Os valores obtidos sustentam a ideia de que o equipamento **CH** foi o mais eficiente em $t=18$ semanas, com um valor médio de $7,00 \pm 0,44$ L·suíno⁻¹·d⁻¹, em comparação com o **BB** ($8,63 \pm 0,42$ L·suíno⁻¹·d⁻¹) e o **EC** ($8,58 \pm 0,45$ L·suíno⁻¹·d⁻¹). A eficiência apresentada corresponde a uma redução diária no consumo ($\approx 20\%$), em detrimento do uso dos equipamentos **BB** e **EC**, o que mostra coerência com os valores indicados por Henn (2005) e Alves (2007) em pesquisas realizadas na Região de Braço do Norte, estado de Santa Catarina. Por outro lado, o Ministério do Meio Ambiente, Rural e Marinho da Espanha (2010) indica que o equipamento **EC** apresenta maior economia de água ($\approx 24\%$) Os equipamentos **EC**, ao apresentarem a média final mais elevada para o consumo de água, contradizem as afirmações de Ferreira et al. (2007) e Torrey, Toth Tamminga e Widowski (2008). Para estes autores, os equipamentos **EC** apresentam o menor desperdício de água e conseqüentemente o volume de água

consumido pelo animal é menor (existe uma necessidade de dupla estimulação do equipamento pelo suíno - táctil e orofaríngea). Babot et al. (2011) apresentam os equipamentos **BB** como sendo aqueles que possuem os maiores consumos de água na fase fisiológica de crescimento/terminação, em relação aos demais avaliados.

O consumo médio obtido para o equipamento **CH** no final do tempo de alojamento foi inferior aos valores apresentados previamente por outros autores (Tabela 12) (NAGAE; DAMASCENO; RICHARD, 2005; GOMES et al., 2009; NARDI, 2009). As médias alcançadas na presente pesquisa para este tipo de equipamento foram superiores aos obtidos em estudos no exterior e em condições de ambiente controlado (Tabela 13) (BRUMM; DAHLQUIST; HEEMSTRA, 2000; BRUMM, 2006; VERMEER; KUIJKEN; SPOOLDER, 2009). Em comparação com as pesquisas realizadas em unidades comerciais, os valores obtidos apresentaram-se muito variáveis (inferiores, concordantes e superiores) o que demonstra a grande variabilidade a nível do consumo de água dos suínos entre os diversos estudos (LI et al, 2005, FERREIRA et al., 2006, 2007). Um aspeto relevante é o fato de que pesquisas realizadas no exterior com o equipamento **CH** incorporado no comedouro (tanto em ambiente controlado como em unidades comerciais no campo) obtiveram, em geral, os seus resultados inferiores aos apresentados na Tabela 31 (BRUMM, DAHLQUIST; HEEMSTRA, 2000; FERREIRA et al., 2006, 2007; VERMEER; KUIJKEN; SPOOLDER, 2009). Brumm (2006) e Babot et al. (2011) indicam, respectivamente, que a redução no consumo de água nos equipamentos incorporados nos comedouros pode atingir 26% e 20%. Em relação aos equipamentos **EC**, os resultados apresentaram-se superiores aos indicados por Palhares, Gava e Lima (2009) e coerentes com os valores de Cordeiro (2003) e Oliveira et al. (2006) em unidades comerciais (Tabela 12). Pesquisas internacionais em ambiente controlado apresentaram resultados inferiores em 25 a 55% (BRUMM; DAHLQUIST; HEEMSTRA, 2000; LIN et al., 2005) (Tabela 13). Ferreira et al. (2007), em uma pesquisa em unidades comerciais portuguesas registraram consumos inferiores para o equipamento **EC** em 25%.

A Figura 28 exibe a evolução dos consumos médios de água por semanas, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento. As médias semanais, o erro padrão e o resultado da análise estatística do teste F e desdobramento pelo teste *t*, sempre que o teste F foi significativo com $P \leq 0,05$, encontram-se no Apêndice 10.

Figura 28 - Evolução dos consumos médios de água por semana, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento.



Os resultados apresentados mostraram que as médias semanais no período entre $t=1$ e $t=8$, e $t=10$ semanas, testando o efeito dos diferentes tipos de equipamentos instalados, **não apresentaram diferenças significativas entre si** para o teste F com $P \leq 0,05$. No restante tempo de alojamento ($t=9$ e de $t=11$ a $t=18$), as médias **apresentaram diferenças significativas entre si**.

O consumo de água animal apresenta uma tendência de crescimento ao longo do tempo de alojamento dos suínos nas unidades de produção, acompanhado o aumento do peso vivo dos suínos, tal como referido por alguns autores (BONAZZI, 1991, BARBARI; ROSSI, 1992; WARD; MCKAGUE, 2007). As evoluções são, no entanto, diferentes dependendo do tipo de equipamento instalado. O perfil de consumo dos equipamentos **EC** indicou que em $t=1$ o volume de água consumido nas unidades avaliadas foi o mais baixo (média de $4,59 \pm 0,56$ L·suíno⁻¹·d⁻¹), em comparação com as demais unidades, **CH** e **BB** ($5,12 \pm 0,56$ e $5,67 \pm 0,51$ L·suíno⁻¹·d⁻¹, respectivamente). No entanto, nas semanas em que os suínos saíram para o frigorífico (com exceção de $t=18$), observaram-se maiores consumos nos equipamentos **EC**. Em $t=18$ semanas, por exemplo, para **BB**, **CH** e **EC**, mediram-se, respectivamente, consumos médios de $10,72 \pm 0,66$, $8,00 \pm 0,6$ e $10,63 \pm 0,65$ L·suíno⁻¹·d⁻¹). Os equipamentos **CH** para os três tempos de

alojamento considerados, além de terem registrado as médias mais baixas de consumo foram também os que apresentaram uma menor dispersão nos registros médios semanais. A Figura 28 mostra uma tendência de estabilização no consumo de água a partir da semana $t=6$ para os equipamentos **CH**, comparativamente aos demais equipamentos.

4.1.2. Nebulização

A Tabela 32 apresenta o volume de água gasto pelos produtores na prática da nebulização no interior das suas unidades ($L \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$), durante o manejo no ciclo de produção.

Tabela 32 - Volume médio de água gasto na prática da nebulização por suíno.

Nebulização ($L \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$)	U₁	U₂	U₃	U₄	U₅
	0,21	0,08	0,08	---	0,02
	U₆	U₇	U₈	U₉	U₁₀
	0,02	---	0,01/0,04	---	0,02
	U₁₁	U₁₂	U₁₃	U₁₄	U₁₅
0,09	0,04	---	---	---	

O volume médio gasto na nebulização das unidades foi de 0,05 $L \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. Os registros médios obtidos por ciclo de produção ($n=10$) variaram entre 0,01 a 0,21 $L \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. Observando-se as médias das unidades, é possível inferir que 90% foram inferiores a 0,1 $L \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$.

A temperatura média semanal registrada no período de avaliação das unidades (Abril a Dezembro de 2011) foi de 19,3 °C, com mínimas e máximas entre 12,9 e 24,6 °C. Os resultados obtidos para a temperatura ambiente corroboraram as indicações apresentadas por Nääs (1997) e Silva (1999), que para períodos do ano cujo intervalo da temperatura ambiente varie entre 10 e 25 °C, não se justifica a prática da nebulização para as modificações ambientais visando o controle da temperatura para suínos em crescimento/terminação (a temperatura ótima situa-se na faixa entre 18 a 20 °C).

Embora a principal função dos nebulizadores seja o controle da temperatura do ar ambiente em situações de estresse térmico para os suínos (especialmente no Verão), muitos produtores aproveitaram o

mecanismo instalado para outras tarefas do manejo das unidades (redução de poeiras no ar, umedecimento de sujeira encrostada nas paredes, piso e baias dos edifícios depois da saída dos animais). Os volumes de água gastos pelos produtores nessas atividades foram contabilizados nos consumos de água de limpeza das diferentes unidades após indicação dos produtores.

4.1.3. Água de Limpeza

A Tabela 33 indica o volume médio de água gasto na limpeza das unidades de produção.

Tabela 33 - Volume médio de água gasto na limpeza das unidades por suíno.

Água de Limpeza (L·suíno ⁻¹ ·d ⁻¹)	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅
	0,14	0,56	0,56	0,30	0,39
	U ₆	U ₇	U ₈	U ₉	U ₁₀
	0,23	0,34/0,71	1,47/1,29	0,82	0,25
	U ₁₁	U ₁₂	U ₁₃	U ₁₄	U ₁₅
	0,36	0,44	0,50	***	0,68

*** O produtor procedeu à limpeza mas não forneceu o volume de água gasto.

O volume médio de água gasto na limpeza das unidades avaliadas foi de 0,57 L·suíno⁻¹·d⁻¹ (16 ciclos de produção). Os volumes gastos variaram entre 0,14 a 1,38 L·suíno⁻¹·d⁻¹. Os resultados obtidos na presente pesquisa foram menores, em geral, aos indicados na Tabela 14. Perante as pesquisas mais antigas (SILVA, 1973; TAIGANIDES, 1977; ANDREADAKIS, 1992) são evidentes as mudanças nos comportamentos e procedimentos de limpeza das unidades. No entanto, observa-se ainda, uma relação de 1:10 entre a unidade que gastou o menor volume de água (U₁ – 0,14 L·suíno⁻¹·d⁻¹) e a unidade que gastou o maior (U₈ – 1,49 L·suíno⁻¹·d⁻¹). Gastos de água muito próximos aos obtidos foram apresentados por Sinotti (2005) (1,04 L·suíno⁻¹·d⁻¹), Ferreira et al (2007) (0,27 L·suíno⁻¹·d⁻¹), Sorvala et al. (2008) (1,07 L·suíno⁻¹·d⁻¹) e Bellaver e Oliveira (2009) (1,40 L·suíno⁻¹·d⁻¹).

4.1.4. Volume total consumido por unidade de produção

Os volumes totais de água gastos em cada unidade suinícola avaliada foram determinados em função do consumo animal, da nebulização e da água de limpeza. O consumo médio animal, mínimo e máximo de água registrados em função das unidades de produção podem ser observados no Apêndice 11.

A Tabela 34 apresenta o volume total médio de água gasto em cada unidade de produção ($L \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$). No período de avaliação da pesquisa foram considerados os dois ciclos monitorados em **U₈**.

Tabela 34 - Volume médio total de água gasto em casa unidades de produção (L·suíno⁻¹·d⁻¹).

		Unidades de Produção							
		1	2	3	4	5	6	7	8*
Consumo de água animal	(L·suíno ⁻¹ ·d ⁻¹)	7,16	7,76	6,09	6,73	8,95	7,86	7,31	7,34
Nebulização		0,21	0,08	0,08	---	0,02	0,02	---	0,01
Água de limpeza		0,14	0,56	0,56	0,30	0,39	0,23	0,34	1,47
Total		7,51	8,40	6,73	7,03	9,36	8,11	7,65	9,82

		Unidades de Produção							
		8**	9	10	11	12	13	14	15
Consumo de água animal	(L·suíno ⁻¹ ·d ⁻¹)	8,67	6,52	7,84	9,11	6,06	9,95	9,09	8,11
Nebulização		0,04	---	0,02	0,09	0,04	---	---	---
Água de limpeza		1,29	0,82	0,25	0,36	0,44	0,50	---	0,68
Total		10,00	7,34	8,11	9,56	6,54	10,45	---	8,79

* 1º ciclo de produção; ** 2º ciclo de produção

Os resultados apresentados para 16 ciclos de produção dos 17 que foram avaliados demonstram que os volumes médios de água gastos nas unidades foram muito variáveis ($\approx 40\%$). O valor médio das unidades avaliadas foi $8,36 \text{ L}\cdot\text{suíno}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$. Os volumes mínimos e máximos consumidos foram respectivamente, $6,54 \text{ L}\cdot\text{suíno}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ (U_3) e $10,45 \text{ L}\cdot\text{suíno}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ (U_{13}). O valor elevado apresentado pela U_{13} era previsível devido ao grande número de vazamentos que foram detetados no sistema hidráulico da unidade durante o ciclo de produção avaliado. Problemas de vazamentos foram detetados em aproximadamente 90% das granjas selecionadas para a pesquisa. No entanto, é de ressaltar que a maioria dos vazamentos foram detetados e os resultados apresentados na pesquisa não sofreram influência pela água desperdiçada.

O número de trabalhos realizados sobre os volumes de água gastos nas unidades de produção contemplando os outros consumos em função dos diferentes manejos na suinocultura, é reduzido (OLIVEIRA, 2002a; FERREIRA et al., 2006, 2007). Dos resultados obtidos nesta pesquisa, é possível afirmar que os volumes médios gastos por suíno foram inferiores aos indicados por Gomes et al. (2009) durante um estudo realizado em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil ($11,1$ a $11,7 \text{ L}\cdot\text{suíno}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$). Ferreira et al. (2006, 2007) utilizando a mesma metodologia obtiveram resultados próximos aos indicados na Tabela 34 para o volume total de água gasto na atividade suinícola. No entanto a dispersão de valores entre os volumes mínimos e máximos determinados foi superior ($5,69$ e $19,67 \text{ L}\cdot\text{suíno}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$).

É importante salientar que, embora só tenham sido observadas diferenças significativas no consumo de água em função do tipo de equipamento instalado e do tempo de alojamento em $t=18$ semanas, são vários os autores que indicam que a principal causa para a variação observada no volume gasto entre as unidades provém do sistema de dessedentação e dos desperdícios a ele associados (OLIVEIRA, 1993; GOSMANN, 1997; OLIVEIRA, 2002a; SHAW et al., 2000; HENN, 2005; SINOTTI, 2005; FERREIRA et al., 2006, 2007; ALVES, 2007; LIMA, 2007; GOMES et al., 2009). Em relação ao volume de água gasto na nebulização, este se mostrou desprezível em todas as unidades de produção (exceto na U_1). Isto pode ser explicado devido à época do ano associado às condições ambientais (temperaturas médias inferiores a $20 \text{ }^\circ\text{C}$). Os resultados obtidos para o volume de água gasto na limpeza das unidades (relação de 1:10) indicam que ainda existe possibilidades de redução no consumo de água através do manejo de alguns produtores. Atualmente, não existe qualquer procedimento e valor de referência por suíno para as práticas de limpeza e desinfecção.

4.2. PRODUÇÃO DE DEJETOS NA SUINOCULTURA

4.2.1. Volume de dejetos produzidos

O volume de dejetos produzidos na atividade suinícola foi determinado através da avaliação de 17 ciclos de produção, na fase fisiológica de crescimento/terminação. Os resultados obtidos são apresentados em seguida, em função do:

- ✘ Tempo de alojamento dos suínos (em semanas), nas 15 unidades de produção avaliadas: t=10, t=15 e t=18; e do,
- ✘ Tipo de equipamentos instalados nas unidades de produção para a dessedentação dos suínos (**BB**, **CH** e **EC**), considerando o tempo de alojamento referidos.

4.2.1.1. Produção de dejetos em função do tempo de alojamento

A Tabela 35 mostra os resultados médios obtidos para a produção de dejetos em função do tempo de alojamento (semanas). Para tempos de t=10, t=15 e t=18 semanas foram avaliados, respectivamente, n=17, n=12 e n=11 ciclos de produção.

Tabela 35 – Produção média de dejetos em função do tempo de alojamento.

Alojamento (semanas)	n	Média	σ	Mínimo	Máximo
		(L·suíno ⁻¹ ·d ⁻¹)			
10	17	4,20	0,72	3,13	5,60
15	12	4,58	0,82	3,52	6,24
18	11	4,84	0,94	3,45	6,74

n – número de ciclos de produção; σ – desvio padrão.

Os resultados apresentados mostram que os suínos produziram em média, 4,20, 4,58 e 4,84 L·suíno⁻¹·d⁻¹ de dejetos, respectivamente, para t=10, t=15 e t=18 semanas. Considerando os dejetos produzidos e os seus desvios padrão, aplicando a distribuição normal aos resultados obtidos, estimou-se que aproximadamente 99% das unidades com animais alojados até t=18 semanas produziram em média, volumes

inferiores ou iguais a $7 \text{ L}\cdot\text{suíno}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ (valor referência do órgão legislador ambiental do estado de Santa Catarina – FATMA).

Independentemente dos equipamentos instalados para a dessedentação dos suínos, os resultados obtidos para a produção média de dejetos foram inferiores quando comparados com os apresentados por outras pesquisas realizadas no Brasil (Tabela 18) (MEDRI, 1997; KONZEN, 1980, 1983; OLIVEIRA, 1993, 2002b, 2005; GOSMANN, 1997; PERDOMO, 1999; PERDOMO et al., 1999; NAGAE; DAMASCENO; RICHARD, 2005; SINOTTI, 2005; GUSMÃO, 2008; DAL MAGO, 2009; GOMES et al., 2009; NARDI, 2009). No entanto, os resultados obtidos quando comparados a outros presentes na Tabela 19 (pesquisas realizadas no exterior), mostraram-se superiores aos de alguns estudos. Porém, foram coerentes, em geral, ou mesmo inferiores aos intervalos apresentados (BRUMM; DAHLQUIST; HEEMSTRA, 2000; FERREIRA et al., 2007; ÁLVAREZ-RODRIGUEZ et al., 2011; BABOT et al., 2011).

As diferenças nos resultados podem ser explicadas pelos avanços técnicos e tecnológicos observados na atividade suinícola, tais como: equipamentos mais eficientes para a dessedentação animal, práticas de limpeza e desinfecção (uso da lâmina de água), desvio das águas pluviais, tipo de ração, tipo de comedouro e condições ambientais (OLIVEIRA, 1993; 2001; 2002a, BELLI FILHO, 1995; PERDOMO, 1995; GOSMANN, 1997; DARTORA; PERDOMO; TUMELERO, 1998; SOBESTIANSKY et al., 1998; DIESEL; MIRANDA; PERDOMO, 2002; NUNES, 2003; HADLICH, 2004; HENN, 2005; OLIVEIRA; SILVA, 2006; ALVES, 2007; FERREIRA et al., 2007; GOMES et al., 2009; BABOT et al., 2011).

Da visualização da Tabela 35 é possível aferir que a produção de dejetos aumenta ao longo do ciclo de produção, apresentando a mesma tendência do consumo de água dos animais e do aumento de peso vivo (OLIVEIRA, 1993, 2002a; GOULART, 1997; SINOTTI, 2005; BRUMM, 2006; BABOT et al., 2011), o que é condizente com os resultados apresentados em pesquisas anteriores cujos valores variaram entre $1,83$ e $4,08 \text{ L}\cdot\text{suíno}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ (t=2 a t=12 semanas) (PERDOMO; DALLA COSTA, 2000; DALLA COSTA; PERDOMO, 2001; DALLA COSTA et al.; 2004).

4.2.1.2. *Produção de dejetos em função do tipo de equipamentos instalados para a dessedentação e do tempo de alojamento*

A determinação foi realizada pela análise das leituras dos produtores para o volume de dejetos produzidos com base na teoria de modelos mistos para medidas repetidas (XAVIER, 2000). Consideraram-se o efeito do tipo de equipamentos instalados para a dessedentação, o tempo de alojamento dos animais (como medida repetida) e a interação desses dois fatores. Os resultados da análise permitiram verificar se existiu diferença no volume de dejetos produzidos para os diferentes tipos de equipamentos instalados para a dessedentação de suínos.

A Tabela 36 apresenta os valores da produção média de dejetos em função do tipo de equipamentos instalados e do tempo de alojamento. Os ciclos de produção avaliados (n) variaram por tipo de equipamento e tempo de alojamento considerado. Assim, em t=10 [**BB** (n=7); **CH** (n=5); **EC** (n=5)], t=15 [**BB** (n=3); **CH** (n=5); **EC** (n=4)] e t=18 [**BB** (n=3); **CH** (n=5); **EC** (n=3)].

Tabela 36 – Produção média de dejetos em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos.

Alojamento (semanas)	Equipamentos de Dessedentação			Pr>F
	BB	CH	EC	Equipamento
	(L·suíno ⁻¹ ·d ⁻¹)			
10	4,80±0,19 ^a	3,88±0,22 ^b	3,68±0,22 ^b	0,0029
15	5,35±0,20 ^a	4,15±0,21 ^b	4,26±0,22 ^b	0,0014
18	5,69±0,23 ^a	4,19±0,23 ^b	4,54±0,24 ^b	0,0010

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente pelo teste *t* ($P \leq 0,05$).

Os resultados obtidos mostraram que as médias da produção de dejetos, quando testado o efeito dos diferentes tipos de equipamentos instalados em função do tempo de alojamento (t=10, t=15 e t=18 semanas), **apresentaram diferenças significativas** entre as unidades que possuíam os equipamentos **BB** instalados e as demais (**CH** e **EC**). As unidades com os equipamentos **CH** apresentaram no final do período de avaliação (t=18 semanas), as médias mais baixas de produção de

dejetos ($4,19 \pm 0,23 \text{ L} \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$), logo seguida das unidades com equipamentos **EC** ($4,54 \pm 0,24 \text{ L} \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$). As unidades com equipamentos **BB** apresentaram as médias mais elevadas de produção de dejetos ($4,80 \pm 0,19$; $5,35 \pm 0,20$ e $5,69 \pm 0,23 \text{ L} \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$) em função dos tempos de alojamento, $t=10$, $t=15$ e $t=18$ semanas, respectivamente. É importante referir que as médias finais obtidas nas unidades com equipamentos **CH** e **EC** instalados foram inferiores às médias obtidas nas unidades **BB** em $t=10$. Estes dados demonstram as diferenças evidentes na geração dos dejetos em função dos equipamentos e do tempo de alojamento. Convém observar que os valores obtidos nas unidades com equipamentos **EC** mostraram-se baixos quando relacionados com os valores médios semanais do consumo de água animal (Tabela 31). A relação entre a produção de dejetos e o consumo de água pelos suínos foi inferior nas unidades **EC** em comparação com as demais.

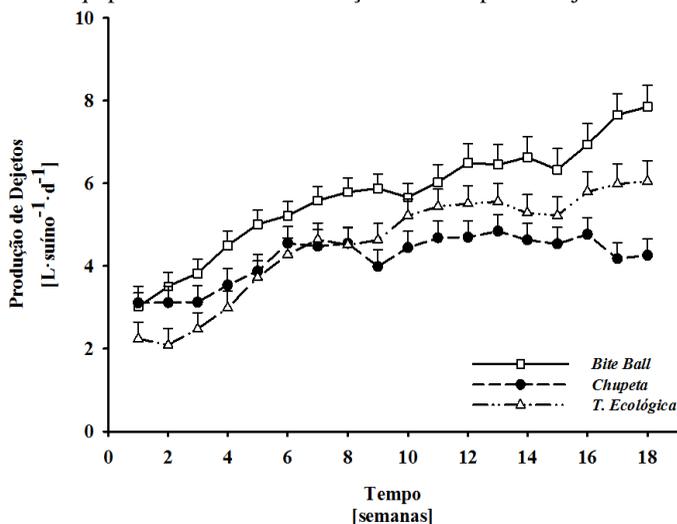
As médias de produção de dejetos obtidas na pesquisa diferiram das afirmações apresentadas por vários autores (GOULART, 1997; OLIVEIRA, 2002a, BRUMM, 2006; BABOT et al., 2011). Estes autores apontam que o consumo de água animal é o principal fator para a variação da produção de dejetos em uma unidade de produção. No entanto, pela visualização da Tabela 31 e Tabela 36 é possível verificar que perante um consumo de água semelhante nas unidades com equipamentos **BB** e **EC**, foram observadas menores produções de dejetos em **EC** ($\approx 25\%$). O Ministério do Meio Ambiente, Rural e Marinho da Espanha (2010) apresentou um intervalo de redução entre 5 a 14% para os equipamentos **EC** e **CH** em geral.

A produção média de dejetos obtida nas unidades com os equipamentos **CH** no final do tempo de alojamento foi inferior aos valores apresentados na Tabela 18, para pesquisas realizadas no Brasil (SINOTTI, 2005; GOMES et al., 2009; NARDI, 2009). Os resultados mostraram que os volumes médios de dejetos produzidos nas unidades com estes equipamentos instalados foram semelhantes e em alguns casos, inferiores, aos obtidos em pesquisas realizadas em unidades comerciais e em salas com ambiente controlado (BRUMM; DAHLQUIST; HEEMSTRA, 2000; FERREIRA et al., 2006, 2007 BABOT et al., 2011). No entanto, é importante referir que os valores determinados por estes autores foram obtidos em unidades cujos equipamentos de dessedentação se encontravam incorporados no comedouro. Babot et al. (2011) mostraram para os equipamentos citados, uma redução na produção de dejetos de 4 a 12%.

Em relação aos equipamentos **EC**, os resultados obtidos mostraram-se inferiores (FERREIRA et al., 2006, 2007; BABOT et al., 2011) e concordantes (ÁLVAREZ-RODRIGUEZ et al., 2011) a outras pesquisas realizadas no exterior (Tabela 19). Em relação às unidades com equipamentos **BB**, Babot et al. (2011) apresentaram uma produção média de dejetos de $9,6 \text{ L}\cdot\text{suíno}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$, valor bem superior ao apresentado na Tabela 36.

A Figura 29 exhibe a evolução das produções médias de dejetos por semana, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento. As médias semanais, o erro padrão e o resultado da análise estatística do teste F e desdobramento pelo teste *t*, sempre que o teste F foi significativo com $P \leq 0,05$, encontram-se no Apêndice 12.

Figura 29 - Evolução das produções médias de dejetos por semana, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento.



Os resultados mostraram que as médias para a produção de dejetos nas semanas $t=1$, $t=6$, $t=7$, $t=10$ e $t=11$ testando o efeito dos diferentes tipos de equipamentos instalados para a dessedentação dos suínos, **não apresentaram diferenças significativas entre si** para o teste F com $P \leq 0,05$. Nas restantes semanas avaliada, a produção de dejetos **apresentou diferenças significativas** entre as unidades de produção.

A produção de dejetos apresentou uma tendência crescente durante as 18 semanas de alojamento dos animais, mas com diferentes evoluções nas produções médias, de acordo com os equipamentos instalados nas unidades. Aquelas que possuíam os equipamentos **BB** apresentaram as médias mais elevadas para a produção de dejetos durante o alojamento, com exceção da semana $t=1$. Em relação às unidades com os equipamentos **EC**, estas mostraram no período de $t=1$ a $t=6$ semanas, os valores médios mais baixos para a produção de dejetos. Em $t=18$ semanas, as médias semanais das unidades com equipamentos **BB** foram superiores às unidades **EC**, numa relação 1,30:1. Unidades com equipamentos **CH** apresentaram uma tendência crescente até à semana $t=6$, momento a partir do qual passaram a registrar as menores produções médias de dejetos e uma tendência para a estabilização do volume produzido até ao final do alojamento. Ao final do alojamento, a relação entre as unidades que apresentaram produções maiores e menores de dejetos (**BB** e **CH**) foi de aproximadamente 2:1. A média mais baixa foi registrada na semana $t=2$, nas unidades com equipamentos **EC** ($2,09 \pm 0,40 \text{ L} \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$). Por outro lado, a produção média mais alta foi registrada em $t=18$, nas unidades com equipamentos **BB** ($7,85 \pm 0,51 \text{ L} \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$).

Os resultados médios finais por semana mostraram-se sempre superiores no período de Inverno, aos apresentados por Perdomo e Dalla Costa (2000), Dalla Costa e Perdomo (2001) e Dalla Costa et al., (2004) na Tabela 16. A principal diferença na comparação entre esses resultados resume-se às condições experimentais em que as pesquisas foram realizadas (unidades comerciais *vs* sala com ambiente controlado).

4.2.2. Caracterização físico-química dos dejetos produzidos

Os resultados obtidos para a caracterização físico-química dos dejetos produzidos nas unidades de produção selecionadas são apresentados em seguida, em função do:

- ✘ Tempo de alojamento dos suínos (em semanas), nas 15 unidades de produção avaliadas: $t=10$, $t=15$ e $t=18$; e do,
- ✘ Tipo de equipamentos instalados nas unidades de produção para a dessedentação dos suínos (**BB**, **CH** e **EC**), considerando os tempos de alojamento referidos. Os ciclos de produção avaliados

para cada equipamento corresponderam ao número apresentado para a produção de dejetos;

A determinação foi realizada pela análise físico-química dos dejetos produzidos nas unidades de produção, com base na teoria de modelos mistos para medidas repetidas (XAVIER, 2000) Consideraram-se o efeito do tipo de equipamentos instalados para a dessedentação, o tempo de alojamento dos animais (como medida repetida) e a interação desses dois fatores. Os resultados da análise permitiram verificar se existiu diferença nas características físico-químicas dos dejetos produzidos para os diferentes tipos de equipamentos instalados para a dessedentação de suínos.

Na semana t=1 (alojamento dos suínos) foram observadas dificuldades na amostragem e coleta dos dejetos nas unidades. A entrada dos animais nem sempre foi realizada na data indicada pela agroindústria, e assim o procedimento de amostragem não foi realizado em todas as unidades. Para uniformizar a informação, foram excluídas as análises da primeira semana de alojamento.

4.2.2.1. *Potencial hidrogeniônico (pH)*

A Tabela 37 exhibe os valores médios de pH medidos nos dejetos, em função do tempo de alojamento dos suínos.

Tabela 37 – Valores médios de pH medidos nos dejetos em função do tempo de alojamento dos suínos.

Alojamento (semanas)	n	Média	σ	Mínimo	Máximo
10	17	7,59	0,31	7,19	8,01
15	12	7,80	0,33	7,26	8,21
18	11	7,85	0,31	7,31	8,17

n – número de ciclos de produção; **σ** – desvio padrão.

Os valores médios de pH medidos nos dejetos em função do tempo de alojamento, independentemente do tipo de equipamento instalado para a dessedentação dos suínos mostraram resultados próximos da neutralidade, com valores de 7,59, 7,80 e 7,85, respectivamente, para t=10, t=15 e t=18 semanas. Os resultados obtidos

mostraram-se, em geral, superiores aos apresentados na literatura (Tabela 20) (KONZEN, 1980; MEDRI, 1997; GOSMANN, 1997; SINOTTI, 2005; FERREIRA et al., 2006; GOMES et al., 2009). No entanto, resultados concordantes foram também indicados por outros autores para unidades na fase fisiológica de crescimento/terminação (FERREIRA et al., 2006; OLIVEIRA; HIGARASHI, (2006); DAL MAGO, 2009).

A Tabela 38 apresenta os valores médios de pH medidos nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação instalados e do tempo de alojamento dos suínos.

Tabela 38 – Valores médios de pH medidos nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos.

Alojamento (semanas)	Equipamentos de Dessedentação			Pr>F Equipamento
	BB	CH	EC	
10	7,47±0,11	7,79±0,13	7,44±0,13	0,1464
15	7,71±0,09	7,90±0,10	7,58±0,10	0,1270
18	7,80±0,10	7,92±0,11	7,62±0,11	0,1763

Os resultados obtidos mostraram que os valores médios de pH medidos nos dejetos, testando o efeito dos diferentes tipos de equipamentos para a dessedentação dos suínos em função do tempo de alojamento (t=10, t=15 e t=18), **não apresentaram diferenças significativas entre si** para o teste F com $P \leq 0,05$.

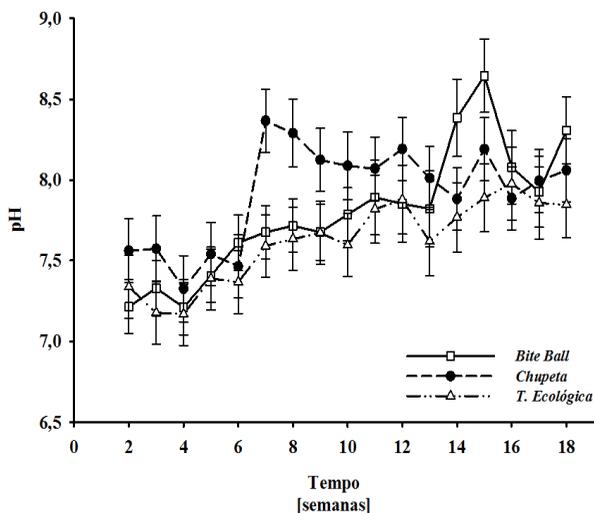
As unidades com equipamentos **CH** apresentaram os maiores valores médios de pH ($7,79 \pm 0,13$; $7,90 \pm 0,10$ e $7,92 \pm 0,11$ L·suíno⁻¹·d⁻¹), respectivamente, para t=10, t=15 e t=18 semanas, em comparação com as demais unidades (**BB** e **EC**). Pelo contrário, as unidades com equipamentos **EC** instalados obtiveram os menores valores médios de pH ($7,44 \pm 0,13$; $7,58 \pm 0,10$; $7,62 \pm 0,11$ L·suíno⁻¹·d⁻¹). Os valores médios mínimo e máximos medidos para o pH foram $7,44 \pm 0,13$ L·suíno⁻¹·d⁻¹ (equipamentos **EC** em t=10 semanas) e $7,92 \pm 0,11$ L·suíno⁻¹·d⁻¹ (equipamentos **CH** em t=18 semanas). Os valores registrados em t=18 mostraram-se, de forma geral, superiores aos apresentados na Tabela 20.

Embora os resultados tenham exibido uma tendência de aumento dos valores médios de pH ao longo do ciclo de produção para os equipamentos de dessedentação avaliados (t=10, t=15 e t=18 semanas), alguns autores afirmam na literatura, que as evoluções nos valores

médios de pH nos dejetos não são afetadas pelo tempo de alojamento. O manejo do produtor, os desperdícios dos equipamentos de dessedentação e alimentação e os sistemas de armazenamento e tratamento dos dejetos produzidos são alguns dos fatores indicados para a variação do pH (ANDREADAKIS, 1992; OLIVEIRA, 1993; BELLI FILHO, 1995; PERDOMO, 1995; GOSMANN, 1997; DARTORA; PERDOMO; TUMELERO, 1998; SOBESTIANSKY et al., 1998; DIESEL; MIRANDA; PERDOMO, 2002; HENN, 2005; SINOTTI, 2005; ALVES, 2007; GOMES et al., 2009; BABOT et al., 2011).

A Figura 30 mostra a evolução dos valores médios de pH medidos nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos. As médias semanais, o erro padrão e o resultado da análise estatística encontram-se no Apêndice 13.

Figura 30 - Evolução dos valores médios de pH medidos nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos.



Os resultados mostraram que as médias semanais testando o efeito dos diferentes tipos de equipamentos instalados nas unidades de produção, **apresentaram diferenças significativas entre si** para o teste F com $P \leq 0,05$, nas semanas $t=7$ e $t=8$. Nas demais semanas avaliadas para o tempo $t=18$, os valores médios do pH **não apresentaram diferenças significativas entre si**.

As evoluções apresentadas na figura indicaram que o tempo de alojamento dos animais nas unidades de produção não influenciou os valores médios do pH (grande variabilidade nos resultados). As unidades com equipamentos **EC** exibiram, em geral, os menores valores médios para o pH medido no dejetos. As demais unidades (**BB** e **CH**) apresentaram ao longo do tempo de alojamento uma maior variabilidade nas médias semanais. Embora não tenha existido uma tendência no comportamento dos valores médios de pH, a determinação analítica desta variável é muito importante devido ao manejo dos dejetos produzidos nas unidades de produção. A coleta, o armazenamento e, especialmente o tratamento, envolvem processos biológicos para a redução da carga orgânica que demandam uma faixa segura de valores de pH, próximos da neutralidade (6,5 a 7,5) (OLIVEIRA, 1993).

4.2.2.2. Sólidos Totais (ST), Voláteis (SV) e Fixos (SF)

A Tabela 39 exibe as concentrações médias de Sólidos Totais, Voláteis e Fixos nos dejetos, em função do tempo de alojamento dos suínos.

Tabela 39 – Concentrações médias de Sólidos Totais, Voláteis e Fixos nos dejetos em função do tempo de alojamento dos suínos.

Variável	Alojamento (semanas)	n	Média	σ	Mínimo	Máximo
			(g·L ⁻¹)			
ST	10	17	58,08	14,25	38,22	92,58
	15	12	60,52	14,72	37,47	91,82
	18	11	63,02	15,43	41,41	90,74
SV	10	17	44,02	11,34	27,52	72,13
	15	12	45,73	11,73	27,93	71,54
	18	11	47,67	12,16	30,98	70,50
SF	10	17	14,06	3,02	9,09	20,44
	15	12	14,79	3,09	9,54	20,28
	18	11	15,36	3,36	10,43	20,23

n – número de ciclos de produção; σ – desvio padrão.

Os dejetos produzidos apresentaram concentrações médias de **ST** de 58,08, 60,52 e 63,02 g·L⁻¹, respectivamente, para t=10, t=15 e t=18 semanas. As concentrações crescentes observadas em função do tempo de alojamento foram também verificadas nos **SV** (44,02, 45,73, 47,67 g·L⁻¹) e **SF** (14,06, 14,79 e 15,36 g·L⁻¹). Do total de **ST** presentes nos dejetos, aproximadamente, 75% eram **SV**, o que denota a elevada fração orgânica destes efluentes em relação à fração mineral.

Os valores médios obtidos para as concentrações de **ST** e **SV**, independentemente do tipo de equipamentos instalados para a dessedentação dos suínos, mostraram-se, em geral, superiores aos apresentados em outras pesquisas (Tabela 20 e Tabela 21) (PERDOMO, 1996; SILVA, 1996; MEDRI, 1997; BONETT; MONTICELLI, 1998; SINOTTI, 2005; GOMES et al., 2009). No entanto, resultados apresentados na literatura (KONZEN, 1980; FERREIRA et al., 2006; BABOT et al., 2008; DAL MAGO, 2009; NARDI, 2009; BABOT et al., 2011) apresentam-se concordantes e mesmo superiores às concentrações obtidas na presente pesquisa.

As concentrações determinadas nos dejetos analisados apresentaram valores para o desvio padrão elevados em cada tempo de alojamento considerado (≈20%). Tais resultados ressaltam a variação observada e a heterogeneidade dos dejetos produzidos (BABOT et al., 2011). A determinação das concentrações de sólidos é um dos principais indicadores da poluição que pode ser provocada pelos dejetos, assim como o seu grau de diluição. Tais concentrações apresentam, em geral, correlações diretas com os teores de material orgânico e dos principais nutrientes. Estes dados são muito importantes para práticas de manejo em uma propriedade rural, principalmente para aquelas que planejam a sua utilização para valorização agronômica/energética (OLIVEIRA, 1993; 2004; SILVA, 1996; MEDRI, 1997).

As variações nos resultados obtidos nas pesquisas presentes na literatura demonstram a necessidade de mudanças nas atividades relacionadas ao manejo dos produtores nas suas unidades de produção. O uso ineficiente do recurso água tem sido apontado como o principal fator para as diferenças observadas nas concentrações dos sólidos (KONZEN, 2001; OLIVEIRA, 2002a; HENN, 2005; FERREIRA et al., 2007; BABOT et al., 2008; DAL MAGO, 2009; NARDI, 2009; BABOT et al., 2011).

A Tabela 40 apresenta as concentrações médias de Sólidos Totais, Voláteis e Fixos nos dejetos, em função do tipo de equipamento de dessedentação instalado e do tempo de alojamento dos suínos.

Tabela 40 – Concentrações médias de Sólidos Totais, Voláteis e Fixos nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos.

Variável	Alojamento (semanas)	Equipamentos de Dessedentação			Pr>F
		BB	CH	EC	Equip.
		(g·L ⁻¹)			
ST	10	49,59±19,0	58,25±22,5	68,22±22,5	0,8208
	15	49,96±5,15	62,28±5,85	65,82±5,87	0,1306
	18	51,13±5,37	66,63±5,82	67,22±5,92	0,1013
SV	10	38,54±3,88	43,83±4,63	51,95±4,54	0,1157
	15	37,63±4,20	46,61±4,76	49,84±4,77	0,1661
	18	38,32±4,22	49,92±4,71	50,78±4,76	0,1180
SF	10	12,05±0,99 ^b	14,92±1,18 ^{ab}	16,27±1,17 ^a	0,0399
	15	12,52±1,03	15,60±1,21	16,36±1,21	0,0597
	18	12,74±1,16	16,60±1,26	16,53±1,28	0,0616

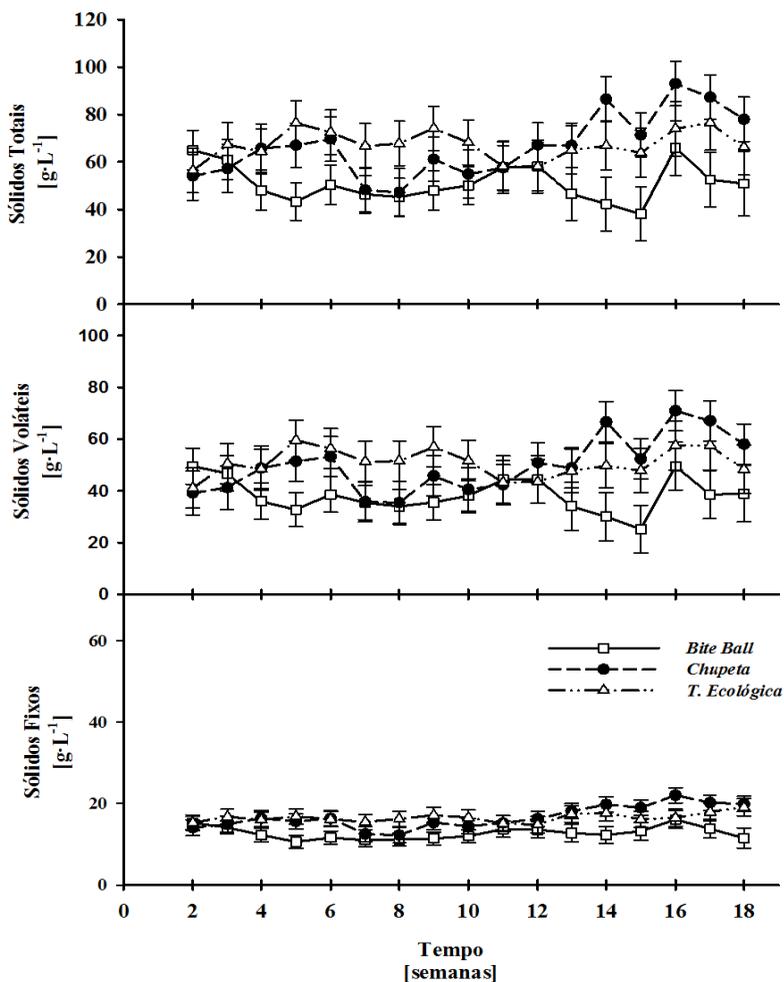
Médias seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente pelo teste *t* ($P \leq 0,05$).

Os resultados obtidos mostraram que as concentrações médias dos **ST**, **SV** e **SF**, testando o efeito dos diferentes tipos de equipamentos em função do tempo de alojamento ($t=10$, $t=15$ e $t=18$ semanas) **não apresentaram diferenças significativas entre si** para o teste F com $P \leq 0,05$, com exceção dos valores registrados para os **SF** em $t=10$ semanas.

As unidades com equipamentos **EC** foram aquelas que apresentaram as concentrações médias de **ST**, **SV** e **SF** mais elevadas em comparação com as das demais unidades (**BB** e **CH**) para os três tempos de alojamento considerados. Pelo contrário, as unidades com os equipamentos **BB** obtiveram as menores concentrações, apresentando coerência com os resultados obtidos para as médias semanais em relação ao consumo de água dos suínos (Tabela 31) e para a produção de dejetos (Tabela 36) (quanto maiores os consumos de água, maiores os volumes de dejetos produzidos, e menores as concentrações de sólidos). Os resultados obtidos nas unidades **CH** pela explicação anterior também foram coerentes (quanto menores os consumos de água, menores os volumes de dejetos produzidos e maiores as concentrações de sólidos).

A Figura 31 mostra a evolução das concentrações médias de Sólidos Totais, Voláteis e Fixos nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos. As médias semanais, o erro padrão e o resultado da análise estatística encontram-se nos Apêndices 14A, 14B e 14C.

Figura 31 - Evolução das concentrações médias dos Sólidos Totais, Voláteis e Fixos nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos.



Os resultados mostraram que as concentrações médias semanais testando o efeito dos diferentes tipos de equipamentos instalados, **apresentaram diferenças significativas entre si** para o teste F com $P \leq 0,05$, nas semanas $t=5$, $t=14$ para os **ST**, **SV** e **SF** e na semana $t=18$ só para os **SF**. Nas demais semanas, as médias dos sólidos **não apresentaram diferenças significativas entre si**.

As evoluções observadas ressaltaram a elevada variabilidade nas análises físico-químicas dos **ST** e **SV** ao longo do alojamento dos suínos nas unidades de produção. No entanto, as unidades com equipamentos **CH** e **EC** apresentaram uma tendência de aumento das concentrações de **ST** e **SV** a partir da semana $t=11$, à exceção das unidades **BB**.

A concentração média mínima e máxima de **ST** foram obtidas, respectivamente, nas unidades com equipamentos **BB** na semana $t=15$ ($38,08 \pm 11,4 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) e nas unidades **CH** na semana $t=16$ ($93,01 \pm 9,39 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$). As médias de **SV** acompanharam o comportamento dos resultados obtidos para as concentrações dos **ST**. Assim, a concentração mínima ($25,20 \pm 9,25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) e máxima ($70,97 \pm 7,76 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) dos **SV** foram determinadas nas mesmas unidades e semanas indicadas anteriormente. Em relação aos **SF**, a concentração mínima ($10,60 \pm 1,58 \text{ L} \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$) e máxima ($22,04 \pm 1,87 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) foram obtidas, respectivamente, pelas unidades **BB** (semana $t=5$) e nas unidades **CH** (semana $t=16$).

Os valores de erro padrão obtidos nas concentrações médias de sólidos durante o alojamento dos suínos ($\approx 15\%$ e 16% respectivamente para **ST** e **SV**) demonstram a elevada variabilidade observada para estas variáveis o que dificulta uma caracterização média final de referência para os dejetos produzidos na atividade suinícola (DUARTE, 1991; OLIVEIRA, 1993, 2004; BELLI FILHO, 1995; GOSMANN, 1997; SOBESTIANSKY et al., 1998; DIESEL; MIRANDA; PERDOMO, 2002; HENN, 2005; SINOTTI, 2005; ALVES, 2007; FERREIRA et al., 2007; BABOT et al., 2008; GOMES et al., 2009; BABOT et al., 2011).

4.2.2.3. *Demanda Química de Oxigênio (DQO)*

No manejo das unidades de produção, a variável DQO é utilizada como parâmetro de projeto e de monitoramento dos sistemas de tratamento de dejetos, que incluem os processos biológicos, principalmente, as lagoas de tratamento e os digestores anaeróbios.

A Tabela 41 exhibe as concentrações médias da Demanda Química de Oxigênio nos dejetos produzidos, em função do tempo de alojamento dos suínos.

Tabela 41 – Concentrações médias da Demanda Química de Oxigênio nos dejetos produzidos, em função do tempo de alojamento dos suínos.

Alojamento (semanas)	n	Média	σ	Mínimo	Máximo
		(g O ₂ ·L ⁻¹)			
10	17	78,27	13,51	52,83	107,4
15	12	79,60	14,92	59,70	111,27
18	11	82,75	16,21	61,44	111,90

n – número de ciclos de produção; σ – desvio padrão.

Os dejetos produzidos apresentaram concentrações médias de **DQO** de 78,27, 79,60 e 82,75 g O₂·L⁻¹, respectivamente, para t=10, t=15 e t=18 semanas, independentemente do tipo de equipamento instalado para a dessedentação dos suínos nas unidades de produção. A concentração mínima e máxima de **DQO** foram observadas, respectivamente, nos tempos de alojamento t=10 (52,83 g·L⁻¹) e t=18 semanas (111,90 g·L⁻¹). Tal como observado nos sólidos, as concentrações médias da **DQO** apresentaram valores elevados do desvio padrão ($\approx 20\%$).

De modo geral, as concentrações médias de **DQO** obtidas na presente pesquisa foram superiores a outros resultados apresentados na literatura (Tabela 20) (PERDOMO, 1996; SILVA, 1996; MEDRI, 1997; BONETT; MONTICELLI, 1998; SINOTTI, 2005; FERREIRA et al., 2006; GOMES et al., 2009). Konzen (1980), Ferreira et al. (2006) e Dal Mago (2009) indicaram concentrações semelhantes e mesmo superiores para esta variável físico-química.

A concentração de **DQO** nos dejetos é um indicador da quantidade de matéria orgânica presente no efluente. Em determinadas condições no meio ambiente, a matéria orgânica presente causa a eutrofização dos corpos recetores naturais (águas superficiais e subterrâneas) (OLIVEIRA, 1993; de HAAN et al., 1995, 2003, *apud* MIRANDA, 2005; JONGBLOED; LENIS, 1998; BELLI FILHO et al., 2001; SIMIONI, 2003; OLIVEIRA; HIGARASHI; NUNES, 2004; SEGANFREDO, 2004; JONGBLOED, 2008; FLOTATS et al., 2009).

A Tabela 42 apresenta a concentração média da Demanda Química de Oxigênio nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação instalado e do tempo de alojamento dos suínos.

Tabela 42 – Concentração média da Demanda Química de Oxigênio nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos.

Alojamento (semanas)	Equipamentos de Dessedentação			Pr>F
	BB	CH	EC	Equipamento
	(g·L ⁻¹)			
10	71,23±4,63	78,99±5,55	87,75±5,37	0,1006
15	73,09±5,20	80,87±5,82	87,41±5,83	0,2183
18	75,08±5,46	85,04±5,99	90,14±6,08	0,2024

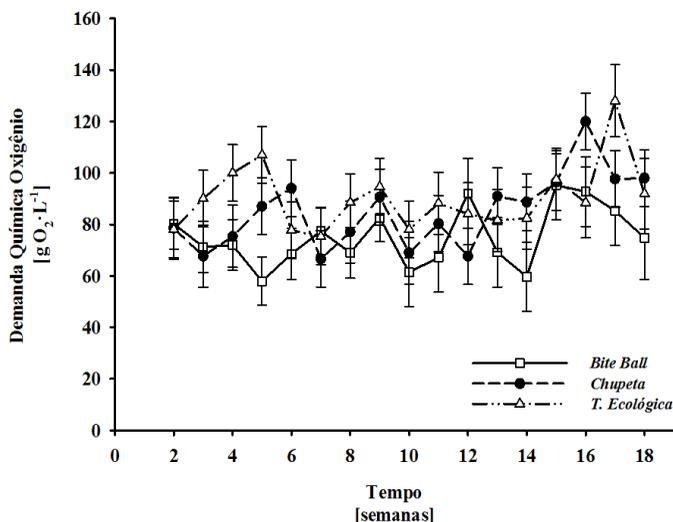
Os resultados obtidos para a concentração de **DQO** nos dejetos produzidos, testando o efeito dos diferentes tipos de equipamentos para a dessedentação dos suínos em função do tempo de alojamento (t=10, t=15 e t=18), **não apresentaram diferenças significativas entre si**.

Nos tempos de alojamento considerados, a concentração mínima e máxima obtidas foram, respectivamente, 71,23±4,63 g O₂·L⁻¹ (unidades com equipamentos **BB** em t=10 semanas) e 90,14±6,08 g O₂·L⁻¹ (unidades com equipamentos **EC** em t=18 semanas). Tal como verificado nas análises físico-químicas de pH e dos sólidos, os resultados das concentrações médias da **DQO** mostraram uma tendência de aumento nos valores determinados em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamentos dos suínos. Os resultados no tempo t=18 mostraram-se, em geral, superiores aos apresentados por outros autores (Tabela 20) (PERDOMO, 1996; SILVA, 1996; MEDRI, 1997; BONETT; MONTICELLI, 1998; SINOTTI, 2005; FERREIRA et al., 2006; GOMES et al., 2009), com exceção das pesquisas de Konzen (1980), Ferreira et al. (2006) e Dal Mago (2009). Estes autores obtiveram valores médios de DQO de 98,65, 115,69 e 74,74 g O₂·L⁻¹.

A Figura 32 mostra a evolução das concentrações médias da Demanda Química de Oxigênio nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos.

As médias semanais, o erro padrão e o resultado da análise estatística encontram-se no Apêndice 15.

Figura 32 - Evolução das concentrações médias da Demanda Química de Oxigênio nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos.



Os resultados mostraram que as concentrações médias semanais para a **DQO** testando o efeito dos diferentes tipos de equipamentos instalados, **apresentaram diferenças significativas entre si** para o teste F com $P \leq 0,05$, na semana $t=5$ (a média das unidades **BB** diferiu da média de **CH** e **EC**). Nas demais semanas, as médias das concentrações de **DQO** **não apresentaram diferenças significativas entre si**.

As evoluções apresentadas ao longo do tempo de alojamento mostraram variabilidade nos valores das concentrações médias da **DQO**. Estes resultados associados aos de erro padrão determinados nas unidades de produção (faixa entre 9 a 23% das concentrações de **DQO** observadas) fizeram com que as médias nas semanas observadas para os diferentes equipamentos avaliados não apresentassem, de modo geral, diferenças significativas entre eles nos ciclos de produção monitorados.

As concentrações média, mínima e máxima, determinadas nas análises físico-químicas foram obtidas, respectivamente, para a semana $t=5$ nas unidades com equipamentos **BB** ($57,89 \pm 9,33 \text{ g O}_2 \cdot \text{L}^{-1}$) e para a

semana $t=16$ nas unidades com equipamentos **EC** $t=16$ ($128,00 \pm 14,0 \text{ g O}_2 \cdot \text{L}^{-1}$).

4.2.2.4. Nitrogênio Total (Kjeldahl) e Amoniacal (N-NH_4^+)

A Tabela 43 exibe as concentrações médias do Nitrogênio Total e do Amoniacal nos dejetos, em função do tempo de alojamento dos suínos.

Tabela 43 – Concentrações médias do Nitrogênio Total e do Amoniacal nos dejetos, em função do tempo de alojamento dos suínos.

Variável	Alojamento (semanas)	n	Média	σ	Mínimo	Máximo
N_T ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	10	17	5,38	0,88	4,31	7,04
	15	12	5,69	0,98	4,37	7,22
	18	11	5,87	1,08	4,49	7,49
N-NH_4^+ ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	10	17	3,11	0,44	2,47	4,05
	15	12	3,48	0,56	2,76	4,50
	18	11	3,62	0,61	2,96	4,68

n – número de ciclos de produção; **σ** – desvio padrão.

Os dejetos produzidos apresentaram concentrações médias de N_T de 5,38, 5,69 e 5,87 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, respectivamente, para $t=10$, $t=15$ e $t=18$ semanas. As concentrações médias crescentes foram também observadas para o N-NH_4^+ , em função do tempo de alojamento. Os valores obtidos foram de 3,11, 3,48, 3,62 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, independentemente do tipo de equipamento instalado para a dessedentação dos suínos nas unidades de produção. Das concentrações médias de N_T presentes nos dejetos, em geral, 60% encontrava-se na forma de N-NH_4^+ . A relação obtida mostrou-se nos intervalos esperados para dejetos suínos frescos, tal como indicado por Oliveira (2004).

Os valores determinados para as concentrações médias de N_T , mostraram-se, no geral, superiores aos apresentados por outros autores (Tabela 20 e Tabela 21) (PERDOMO, 1996; SILVA, 1996; MEDRI, 1997; BONETT; MONTICELLI, 1998; NAGAE; DAMASCENO; RICHARD, 2005; SANCHEZ; GONZÁLEZ, 2005; SINOTTI, 2005; MATTIAS, 2006; BABOT et al., 2008; GOMES et al., 2009; NARDI,

2009; BABOT et al., 2011). Algumas pesquisas presentes na literatura apresentaram resultados concordantes ou superiores (acima de $6,0 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$) (KONZEN, 1980; FERREIRA et al., 2006; DAL MAGO, 2009; NARDI, 2009).

O conhecimento dos valores médios de N_T presentes nos dejetos é fundamental para o correto manejo dos efluentes nas unidades de produção, tanto na valorização agrônômica como num potencial risco de poluição e eutrofização dos mananciais de água (OLIVEIRA, 2004). Na Europa, por exemplo, o nitrogênio é fator limitante para a valorização agrônômica dos dejetos através da aplicação no solo, com um limite máximo de $170 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ (EUROPEAN UNION, 1991).

A Tabela 44 apresenta as concentrações médias do Nitrogênio Total e Amoniacal nos dejetos, em função do equipamento instalado e do tempo de alojamento dos suínos.

Tabela 44 – Concentrações médias do N_T e N-NH_4^+ dos dejetos, na matéria original, em função do equipamento de dessorção e tempo de alojamento dos suínos.

Variável	Alojamento (semanas)	Equipamentos de Dessedentação			Pr>F
		BB	CH	EC	Equip.
N_T ($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	10	4,76±0,28 ^b	5,81±0,34 ^a	5,76±0,33 ^a	0,0449
	15	5,00±0,32	6,10±0,36	5,73±0,36	0,0957
	18	5,07±0,32	6,33±0,36	5,89±0,36	0,0545
N-NH_4^+ ($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	10	2,79±0,15	3,40±0,18	3,21±0,18	0,0524
	15	3,09±0,20	3,74±0,22	3,33±0,22	0,1262
	18	3,18±0,18 ^b	3,94±0,19 ^a	3,50±0,20 ^{ab}	0,0395

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente pelo teste *t* ($P\leq 0,05$).

Os resultados obtidos mostraram que as concentrações médias do N_T e do N-NH_4^+ , testando o efeito dos diferentes tipos de equipamentos em função do tempo de alojamento **não apresentaram diferenças significativas entre si** para o teste F com $P\leq 0,05$, com exceção dos valores registrados para o N_T em $t=10$ semanas e para o N-NH_4^+ em $t=18$ semanas.

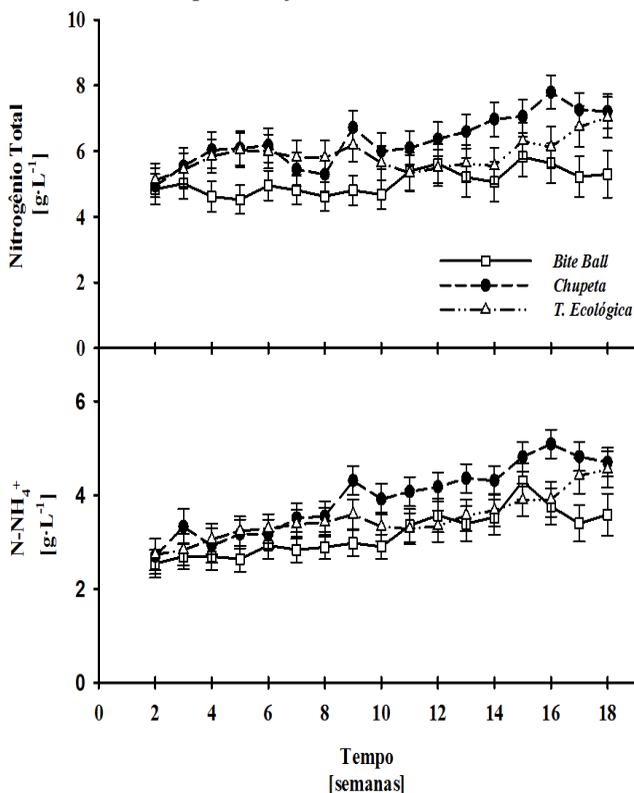
As unidades com equipamentos **CH** apresentaram para $t=10$, $t=15$ e $t=18$ semanas, as maiores concentrações médias de N_T e $N-NH_4^+$. Valores opostos foram determinados para as unidades com equipamentos **BB**. Estas unidades exibiram os valores médios mais baixos para as concentrações médias deste nutriente. Tais resultados foram observados anteriormente para outras variáveis físico-químicas avaliadas (sólidos e demanda química de oxigênio) devido à maior diluição apresentada pelos dejetos. As concentrações médias de $N-NH_4^+$ apresentaram comportamento concordante com os valores de **NT**.

Nos tempos de alojamento considerados para os ciclos de produção de suínos na fase fisiológica de crescimento/terminação, a concentração mínima e máxima determinadas para o N_T e $N-NH_4^+$ foram, respectivamente, $4,76 \pm 0,28$, $2,79 \pm 0,15$ $g \cdot L^{-1}$ (em $t=10$ semanas nas unidades com equipamentos **BB**) e $6,33 \pm 0,36$, $3,94 \pm 0,19$ $g \cdot L^{-1}$ (em $t=18$ semanas nas unidades com equipamentos **CH**). Assim como para todas as variáveis físico-químicas já apresentadas, os valores médios das concentrações de N_T e $N-NH_4^+$ apresentaram, também, uma tendência de aumento ao longo do tempo de alojamento. Os resultados obtidos em função do tipo de equipamento e tempo de alojamento foram superiores aos indicados na Tabela 20 e Tabela 21, com exceção das pesquisas de Konzen (1980) e alguns resultados apresentados por Ferreira et al. (2006) e Nardi (2009).

Embora o teor de proteína bruta fornecida na ração dos suínos tenha apresentado uma tendência decrescente ao longo do ciclo de produção, as concentrações de N_T apresentaram uma tendência inversa. Este comportamento pode ser justificado pelo fato dos suínos perderem a capacidade de assimilação deste nutriente (crescimento muscular menor) e aumentarem a taxa de excreção pelas fezes e urina.

A Figura 33 mostra a evolução das concentrações médias do Nitrogênio Total e Amoniacal nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação instalados e do tempo de alojamento dos suínos. As médias semanais, o erro padrão e o resultado da análise estatística encontram-se nos Apêndices 16A e 16B.

Figura 33 - Evolução das concentrações médias do Nitrogênio Total e Amoniacal nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos.



Os resultados mostraram que as concentrações médias semanais para o N_T e $N-NH_4^+$, testando o efeito dos diferentes tipos de equipamentos instalados, **apresentaram diferenças significativas entre si** para o teste F com $P \leq 0,05$, em $t=9$, $t=14$, $t=16$ e $t=17$ semanas (N_T) e $t=9$, $t=16$ e $t=17$ semanas ($N-NH_4^+$). Nas demais semanas, as médias das concentrações de N_T e $N-NH_4^+$ **não apresentaram diferenças significativas entre si**.

As evoluções apresentadas ao longo do tempo de alojamento mostraram que as concentrações médias durante o ciclo de produção exibiram uma tendência crescente, tendência contrária ao teor de proteína bruta fornecida na ração aos animais (diminui ao longo do ciclo de produção, com exceção das unidades de produção tipo normal). As

unidades com os equipamentos **CH** e **EC** apresentaram, em geral, as menores médias para a produção dos dejetos como as maiores concentrações de N_T e $N-NH_4^+$ durante o tempo em que os suínos ficaram alojados.

A concentração média mínima e máxima de N_T foram obtidas, respectivamente, na semana $t=5$ em unidades com equipamentos **BB** ($4,52 \pm 0,44 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) e na semana $t=16$ em unidades com equipamentos **CH** ($7,80 \pm 0,52 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$). Em relação aos valores médios de $N-NH_3$, a concentração mínima foi de $2,54 \pm 0,30 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ (semana $t=2$ em unidades com equipamentos **BB**) e a máxima foi de $5,09 \pm 0,31 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ (semana $t=16$ em unidades com equipamentos **CH**). Os valores de erro padrão obtidos nas médias de N_T durante o alojamento dos suínos ($\approx 10\%$) demonstraram a menor variabilidade apresentada nas concentrações médias deste nutriente. A relação apresentada entre as formas de nitrogênio analisadas ($N-NH_4^+$: N_T) em função do tempo de alojamento variou nas unidades com os diferentes tipos de equipamentos instalados [**BB**: 52-74% (média 62%); **CH**: 48-68% (média 62%); **EC**: 52-66% (média 59)]. A maior ou menor concentração de $N-NH_4^+$ nos dejetos quando relacionado com a concentração de N_T revela-se importante para distinguir o período de armazenamento do dejetos nas unidades de produção (OLIVEIRA, 2004). Segundo o autor, a concentração de Nitrogênio Amoniacal vai aumentando com o armazenamento do dejetos.

4.2.2.5. Fósforo Total (P_T)

A Tabela 45 exibe as concentrações médias do Fósforo Total nos dejetos, em função do tempo de alojamento dos suínos.

Tabela 45 - Concentrações médias do Fósforo Total nos dejetos, em função do tempo de alojamento dos suínos.

Alojamento (semanas)	n	Média	σ	Mínimo	Máximo
		(g L ⁻¹)			
10	17	1,06	0,27	0,69	1,81
15	12	1,19	0,29	0,80	1,84
18	11	1,25	0,32	0,84	1,89

n – número de ciclos de produção; **σ** – desvio padrão.

Os dejetos produzidos apresentaram concentrações médias de P_T de 1,06, 1,19 e 1,25 $g \cdot L^{-1}$, respectivamente, para $t=10$, $t=15$ e $t=18$ semanas, independentemente do tipo de equipamento instalado para a dessedentação dos suínos nas unidades de produção. A concentração mínima e máxima de P_T foram observadas, respectivamente, nos tempos de alojamento $t=10$ (0,69 $g \cdot L^{-1}$) e $t=18$ semanas (1,89 $g \cdot L^{-1}$).

Os valores obtidos para as concentrações médias de P_T foram superiores, em geral, aos apresentados na literatura por diversos autores (Tabela 20 e Tabela 21) (PERDOMO, 1996; SILVA, 1996; MEDRI, 1997; NAGAE; DAMASCENO; RICHARD, 2005; SANCHEZ; GONZÁLEZ, 2005; SINOTTI, 2005). Resultados concordantes ou superiores aos indicados na presente pesquisa indicados também na Tabela 20 e na Tabela 21 (KONZEN, 1980; BONETT; MONTICELLI, 1998; FERREIRA et al., 2006; MATTIAS, 2006; BABOT et al, 2008; GOMES et al., 2009, NARDI, 2009; BABOT et al., 2011). Tal como foi referido para o nitrogênio, o conhecimento das concentrações de P_T nas unidades de produção é fundamental para o correto manejo dos efluentes nas unidades de produção, tanto na valorização agrônômica como num potencial risco de poluição e eutrofização dos mananciais de água (OLIVEIRA, 2004). Pesquisas recentes evidenciam uma maior preocupação, devido ao aumento das contaminações observadas nos solos e mananciais de água (BABOT et al., 2011).

A Tabela 46 apresenta as concentrações médias de Fósforo Total nos dejetos, em função dos equipamentos instalado e do tempo de alojamento dos suínos.

Tabela 46 - Concentrações médias de PT em função do equipamento de dessedentação e tempo de alojamento dos suínos.

Alojamento (semanas)	Equipamentos de Dessedentação			Pr>F
	BB	CH	EC	Equipamento
	(g·L ⁻¹)			
10	0,89±0,08 ^b	1,02±0,09 ^{ab}	1,33±0,09 ^a	0,0059
15	0,94±0,09 ^b	1,13±0,10 ^{ab}	1,41±0,10 ^a	0,0103
18	0,98±0,10 ^b	1,24±0,10 ^{ab}	1,52±0,11 ^a	0,0075

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente pelo teste t ($P \leq 0,05$).

Os resultados obtidos para a concentração de P_T nos dejetos produzidos, testando o efeito dos diferentes tipos de equipamentos para a dessorção dos suínos em $t=10$, $t=15$ e $t=18$ semanas, **apresentaram diferenças significativas entre si** para o teste F com $P \leq 0,05$. As unidades com equipamentos **CH não apresentaram diferenças significativas** com as demais unidades.

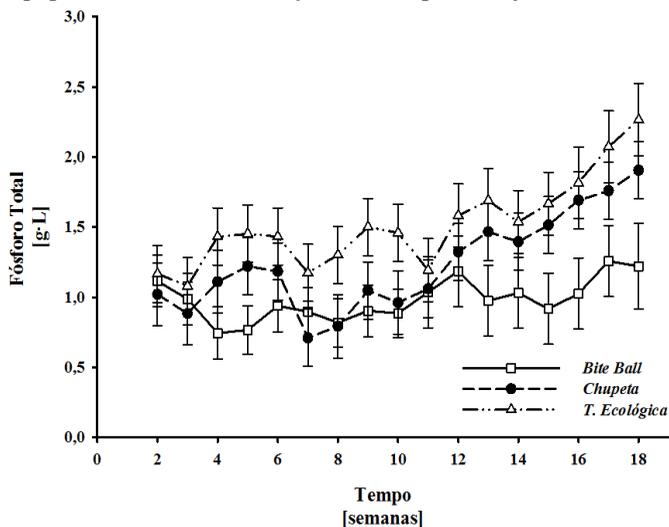
As maiores concentrações de P_T foram registradas nas análises físico-químicas realizadas aos dejetos produzidos nas unidades com equipamentos **EC** ($t=10$: $1,33 \pm 0,09 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$; $t=15$: $1,41 \pm 0,10 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$; $t=18$: $1,52 \pm 0,11 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$). Tal como observado nas restantes variáveis analisadas, as unidades com equipamentos **BB** apresentaram os resultados mais baixos para as concentrações médias ($t=10$: $0,89 \pm 0,08 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$; $t=15$: $0,94 \pm 0,09 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$; $t=18$: $0,98 \pm 0,10 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$).

Nos tempos de alojamento considerados, a concentração mínima e máxima obtidas foram, respectivamente, $0,89 \pm 0,08 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ (unidades com equipamentos **BB** em $t=10$ semanas) e $1,52 \pm 0,11 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ (unidades com equipamentos **EC** em $t=18$ semanas). Deve-se ressaltar que os valores obtidos para as unidades **BB** em $t=18$ são inferiores aos apresentados por **CH** e **EC** em $t=10$, o que demonstra a diluição dos dejetos obtidos a partir dos ciclos de produção das unidades com estes equipamentos.

Os resultados para P_T mostraram-se concordantes, pois este nutriente é, segundo a literatura, associado principalmente à fração sólida dos dejetos (FERREIRA et al., 2006; TAVARES, 2008). Comparando esta afirmação com os valores apresentados na presente pesquisa, os resultados mostram-se semelhantes. Nas unidades onde foram registradas as maiores concentrações de sólidos, obtiveram-se as maiores concentrações de P_T (**CH** e **EC**).

A Figura 34 mostra a evolução das concentrações médias de Fósforo Total, em função dos equipamentos de dessorção e do tempo de alojamento. As médias semanais, o erro padrão e o resultado da análise estatística encontram-se nos Apêndices 17.

Figura 34 - Evolução das concentrações médias do Fósforo Total, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos.



Os resultados mostraram que as concentrações médias semanais para o P_T , testando o efeito dos diferentes tipos de equipamentos instalados, **apresentaram diferenças significativas entre si** para o teste F com $P \leq 0,05$, nas semanas $t=4$ e $t=5$. Nas demais semanas, as médias das concentrações de P_T **não apresentaram diferenças significativas entre si**.

As concentrações médias de P_T apresentaram alguma variabilidade ao longo do tempo de alojamento dos suínos. Observa-se, no entanto, um aumento nas concentrações médias nas unidades com equipamentos **CH** e **EC** a partir da semana $t=11$ até à saída dos animais para o frigorífico.

As concentrações média, mínima e máxima determinadas nas análises físico-químicas do P_T , foram obtidas, respectivamente, em $t=7$ semanas nas unidades com equipamentos **CH** ($0,71 \pm 0,20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) e em $t=18$ semanas nas unidades com equipamentos **EC** ($2,27 \pm 0,26 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$).

4.2.2.6. Cobre (Cu) e Zinco (Zn)

A Tabela 47 exibe as concentrações médias de Cobre e Zinco nos dejetos, em função do tempo de alojamento dos suínos.

Tabela 47 - Concentrações médias de Cobre e Zinco nos dejetos, em função do tempo de alojamento dos suínos.

Variável	Alojamento (semanas)	n	Média	σ	Mínimo	Máximo
Cu (mg·L ⁻¹)	10	17	38,60	14,32	13,44	57,74
	15	12	29,93	10,23	10,89	43,60
	18	11	25,68	8,88	10,11	38,30
Zn (mg·L ⁻¹)	10	17	51,76	12,67	33,90	89,87
	15	12	56,77	12,48	44,79	89,94
	18	11	57,16	12,93	44,18	87,92

n – número de ciclos de produção; **σ** – desvio padrão.

Os dejetos produzidos nas unidades de produção avaliadas apresentaram concentrações médias de **Cu** de 38,60, 29,93 e 25,68 mg·L⁻¹ e **Zn** de 51,76, 56,77 e 57,16 mg·L⁻¹ para t=10, t=15 e t=18 semanas, respectivamente.

A concentração mínima e máxima de **Cu** em função dos três tempos de alojamento foram observadas, em t=18 semanas (57,74 mg·L⁻¹) e em t=10 semanas (10,11 mg·L⁻¹). Para o **Zn**, a concentração mínima foi registrada em t=10 semanas (33,90 mg·L⁻¹) e a concentração máxima em t=12 semanas (89,94 mg·L⁻¹).

Os valores médios obtidos para o **Cu** e **Zn** mostraram-se concordantes ou superiores, respectivamente, quando comparados com os resultados apresentados na literatura (Tabela 20) (PERDOMO, 1996; FERREIRA et al., 2006). Destacam-se os resultados dos autores anteriores evidenciando os problemas associados às amostragens pontuais dos dejetos nas unidades de produção de suínos e aos desvios que poderão ser observados. Os desvios padrão determinados para o **Cu** ($\approx 35\%$) e o **Zn** (20-25%) mostraram-se elevados, demonstrando o que foi citado anteriormente em relação à amostragem dos metais pesados.

Babot et al. (2011) indicaram que o conhecimento das concentrações de **Cu** e **Zn** é fundamental para a aplicação dos dejetos nos solos (valorização agrônômica), devido à associação destes metais

pesados à fração sólida com a sua contaminação. Ainda segundo os autores, a solução mais viável passa por se reduzir os teores adicionados às rações, destes elementos traço.

A Tabela 48 apresenta as concentrações médias de Cobre e Zinco nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos.

Tabela 48 - Concentrações médias de Cobre e Zinco nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação e tempo de alojamento dos suínos.

Variável	Alojamento (semanas)	Equipamentos de Dessedentação			Pr>F
		BB	CH	EC	Equip.
Cu (mg·L ⁻¹)	10	28,49±3,85 ^b	41,78±4,57 ^a	51,30±4,53 ^a	0,0058
	15	20,81±2,59 ^b	30,11±3,05 ^a	38,01±2,93 ^a	0,0022
	18	18,62±2,12 ^b	26,69±2,47 ^a	33,61±2,39 ^a	0,0013
Zn (mg·L ⁻¹)	10	44,08±4,22 ^b	50,21±5,11 ^{ab}	63,61±4,93 ^a	0,0293
	15	44,24±4,29 ^b	54,90±4,77 ^{ab}	65,63±4,77 ^a	0,0166
	18	44,33±4,41 ^b	56,73±4,68 ^{ab}	66,22±4,79 ^a	0,0152

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente pelo teste *t* ($P \leq 0,05$).

Os resultados obtidos mostraram que as concentrações médias do **Cu**, testando o efeito dos diferentes tipos de equipamentos em função do tempo de alojamento **apresentaram diferenças significativas** entre as unidades **BB** e as unidades **CH** e **EC** para o teste F com $P \leq 0,05$. Para o metal pesado **Zn** as médias **apresentaram diferenças significativas** entre as unidades com os equipamentos **BB** e **EC**. As unidades com equipamentos **CH não apresentaram diferenças significativas** nas suas concentrações médias com as demais.

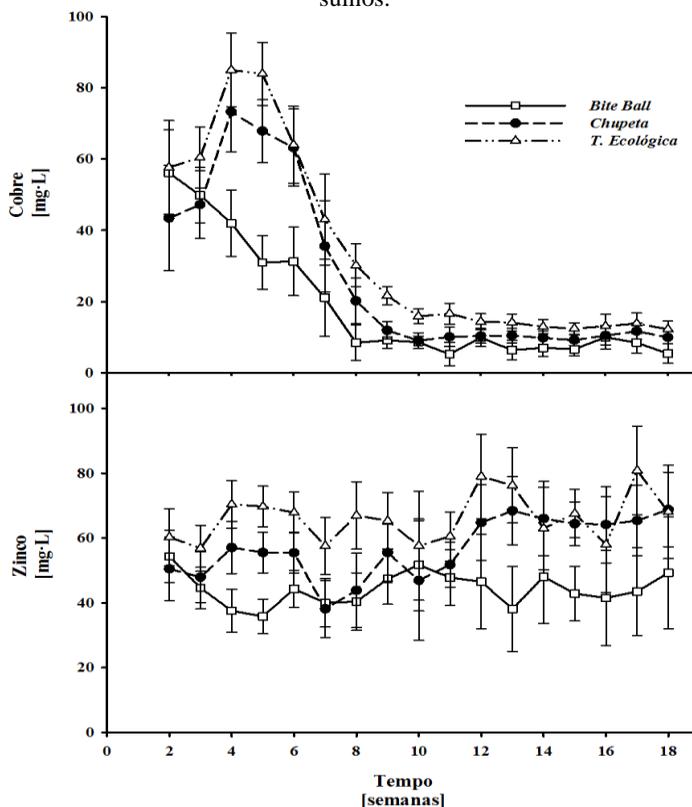
Para $t=10$, $t=15$ e $t=18$ semanas, as unidades com equipamentos **EC** apresentaram as maiores concentrações médias de **Cu** e **Zn**. Em contraponto, as unidades com equipamentos **BB** exibiram os menores valores médios. As concentrações obtidas para o **Cu** nas unidades **BB** corresponderam a 33% e 50%, quando comparadas, respectivamente, com as unidades com equipamentos **CH** e **EC**.

As concentrações mínimas determinadas para **Cu** e **Zn** foram, respectivamente, 18,62±2,12 mg·L⁻¹ (em $t=18$ semanas nas unidades

com equipamentos **BB**) e $44,08 \pm 4,22 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (em $t=10$ semanas nas unidades com equipamentos **BB**). As concentrações máximas foram obtidas para os metais pesados nas unidades com equipamentos **EC** (**Cu**: $51,30 \pm 4,53 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, em $t=10$ semanas e **Zn**: $66,22 \pm 4,79 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, em $t=18$ semanas).

A Figura 35 mostra a evolução das concentrações médias do Cobre e Zinco, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento. As médias semanais, o erro padrão e o resultado da análise estatística encontram-se nos Apêndices 18 e 19.

Figura 35 - Evolução das concentrações médias do Cobre e Zinco nos dejetos, em função dos equipamentos de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos.



Os resultados mostraram que as concentrações médias semanais para o **Cu** e **Zn**, testando o efeito dos diferentes tipos de equipamentos instalados, **apresentaram diferenças significativas entre si** para o teste F com $P \leq 0,05$, nos intervalos de tempo de $t=4$ a $t=6$ e $t=8$ a $t=11$ semanas (**Cu**) e $t=4$ a $t=6$ semanas (**Zn**). Nas demais semanas, as médias das concentrações de **Cu** e **Zn** **não apresentaram diferenças significativas entre si**.

As evoluções das concentrações médias destes metais pesados mostraram tendências diferentes ao longo dos ciclos de produção. O metal **Cu** apresentou-se durante a pesquisa como a única variável físico-química que mostrou uma tendência decrescente nas suas concentrações médias do momento do alojamento dos animais até à saída para o frigorífico. O comportamento referido deveu-se ao fato deste metal pesado ser considerado um fator de crescimento para os suínos, sendo adicionado em teores superiores nas rações durante as primeiras semanas de alojamento (BRAUDE, 1980 *apud* BABOT et al., 2011). Ainda segundo os autores, com o desenvolvimento do animal, a agroindústria vai reduzindo o teor presente na ração. Em relação ao **Zn**, observou-se alguma variabilidade para as concentrações médias semanais durante todos os ciclos de produção.

As unidades com equipamentos **EC** apresentaram as maiores concentrações médias para ambos os metais pesados. Como já referido anteriormente, as unidades com os dejetos mais diluídos (**BB**), apresentaram as concentrações médias semanais mais baixas.

A concentração mínima e máxima de **Cu** foram obtidas, respectivamente, nas unidades com equipamentos **BB** (semana $t=11$: $5,23 \pm 3,28 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) e nas unidades com equipamento **EC** (semana $t=4$: $85,01 \pm 10,30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$). Em relação aos valores de **Zn**, a concentração mínima foi de $35,80 \pm 5,34 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (semana $t=5$ nas unidades com equipamentos **BB**) e a máxima de $80,87 \pm 13,70 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (semana $t=16$ nas unidades com equipamentos **EC**).

As concentrações obtidas demonstram a importância destes metais pesados, na atividade suinícola, devido ao envolvimento que apresentam em muitas funções metabólicas no organismo dos suínos. A sua disponibilização na ração é indispensável para assegurar os índices produtivos e a saúde do animal (REVY; JONDREVILLE; DOURMAD, 2003).

4.3. MODELOS MATEMÁTICOS NA SUINOCULTURA

4.3.1. Função de Gompertz: o consumo de água e a produção dos dejetos nas unidades suinícolas

A modelagem dos dados de consumo de água e da produção de dejetos em função do tempo de alojamento dos suínos foi realizada numa primeira etapa, através de ajuste pela função de Gompertz, a qual relaciona usualmente o crescimento de determinado parâmetro no animal em função da sua idade (FIALHO, 1999). As equações usadas foram ajustadas aos dados médios semanais (Apêndice 10 e 12, respectivamente) de todas as granjas avaliadas ao longo do período de alojamento.

A Figura 36 e a Figura 37 exemplificam, respectivamente, as curvas do consumo de água e a produção de dejetos dos suínos após modelagem dos dados médios semanais em função do tempo de alojamento $t=18$ semanas. Apresentam-se também as expressões das equações com o coeficiente de determinação (R^2) respetivo.

Figura 36 - Consumo de água em função do tempo de alojamento, ajustado segundo a Função de Gompertz.

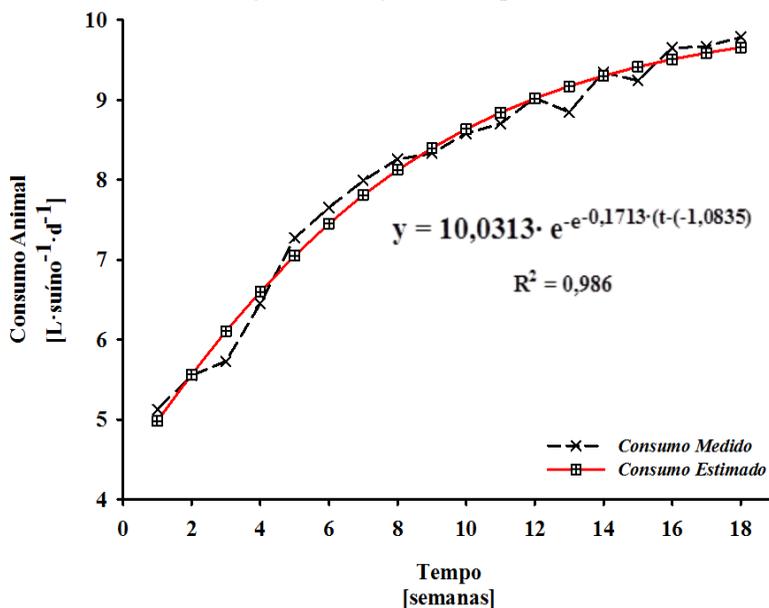
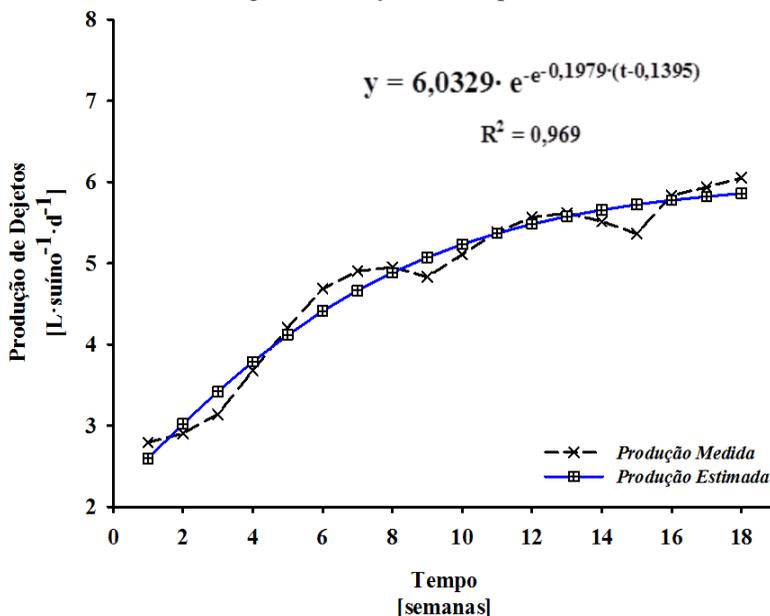


Figura 37 - Produção de dejetos em função do tempo de alojamento, ajustada segundo a Função de Gompertz.



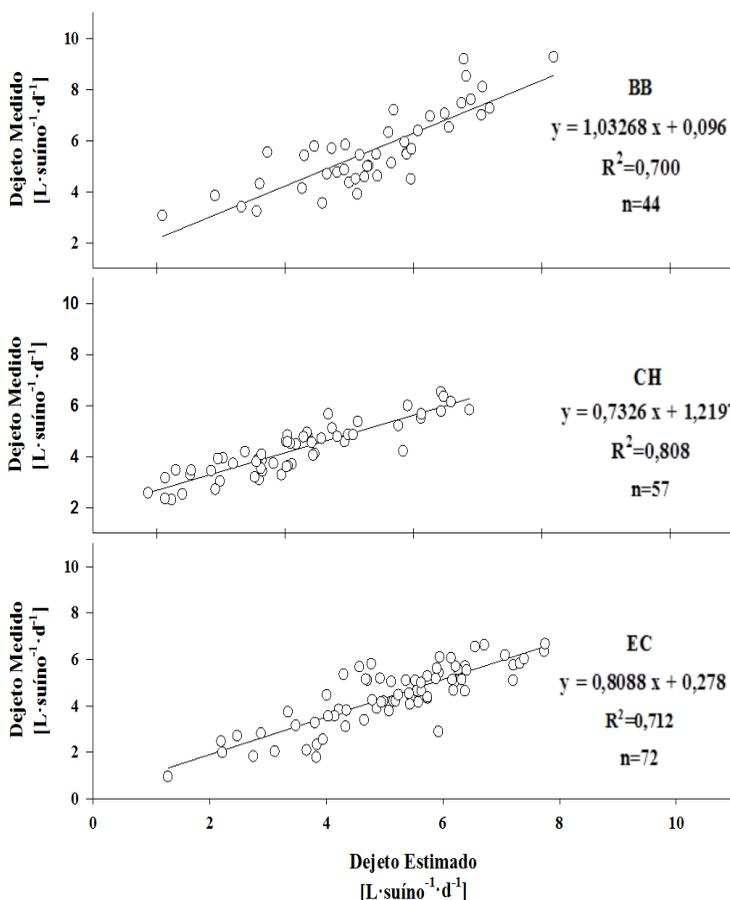
Os coeficientes de determinação (R^2) obtidos para as equações das curvas ajustadas pela função de Gompertz em relação ao consumo de água e produção de dejetos dos suínos ao longo do tempo de alojamento foram, respectivamente, 0,986 e 0,969. Estes resultados são muito importantes pois permitem afirmar que a referida função explica razoavelmente bem, tanto o consumo de água médio dos suínos nas unidades quanto a produção de dejetos ao longo do tempo de alojamento dos suínos.

A abordagem utilizada através do ajuste pela Função de Gompertz, embora utilizada em outras pesquisas para explicar as tendências de crescimento de diversos parâmetros zootécnicos, especialmente o de tecidos (FIALHO, 1999), não foi anteriormente utilizada para estimar o consumo de água a produção de dejetos na atividade suinícola o que abre, possivelmente, uma nova perspectiva sobre as suas evoluções.

4.3.2. Modelo para estimativa da produção de dejetos

A **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** apresenta as relações entre a quantidade dos dejetos estimados e medidos considerando os registros médios semanais, nas unidades de produção com os diferentes equipamentos instalados para a dessedentação dos suínos (BB, CH e EC). O ajuste linear foi realizado com intervalo de confiança de 95%. Foram estimadas e introduzidas no modelo as médias semanais de um total de 14 ciclos de produção.

Figura 38 - Relações lineares entre o volume de dejetos estimados e medidos, respectivamente, para as unidades com equipamentos BB, CH e EC instalados.



Os resultados obtidos na aplicação da modelagem demonstram que o modelo proposto permite estimar com alguma segurança, o volume de água presente nos dejetos produzidos. Tal pode ser observado pelos erros médios de previsão determinados para as médias semanais estimadas e medidas. Para as unidades com equipamentos **BB**, **CH** e **EC** foram obtidos como erros médios, respectivamente, $0,69 \text{ L}\cdot\text{suíno}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ (13,80%), $0,47 \text{ L}\cdot\text{suíno}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ (13,10%) e $0,90 \text{ L}\cdot\text{suíno}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ (17,88%). Estas diferenças, com exceção para o acerto feito para os desperdícios dos equipamentos (evaporação: retirado 11%), podem ainda ser explicadas, pela má manutenção dos equipamentos (vazamentos), entrada de água da chuva diretamente ou por infiltração nas canaletas ou por outros acerto para estimativa de erro, não considerados, por exemplo, as leituras dos produtores nos hidrômetros e na régua graduada, o procedimento de amostragem dos dejetos produzidos e por fim, a análise físico-química em laboratório.

Os erros (%) mostraram-se inferiores quando comparados com os resultados obtidos em uma pesquisa realizada, no Brasil, sobre a evaporação de água em sistemas de suínos em crescimento/terminação com cama de maravalha (21,5%) e piso ripado (18,5%) (OLIVEIRA, 2003). Esta mesma modelagem foi aplicada por Nardi (2009), em quatro ciclos de produção, e os resultados dos erros obtidos para a relação entre os volumes estimados e medidos foram superiores (41, 33, 59 e 48%).

Embora as estimativas para dos dejetos produzidos não se tenham mostrado precisas e robustas (declives das relações lineares entre valores estimados e medidos afastados do valor “um” e coeficientes de determinação baixos: **BB** - $R^2=0,700$; **CH** - $R^2=0,808$; **EC** - $R^2=0,712$) quanto aquelas apresentadas por outros autores ($n=55$, $y=0,99x$ e coeficiente de determinação $R^2=0,97$) (DOURMAD; POMAR; MASSÉ, 2002, 2003), é de ressaltar que as estimativas apresentadas por estes autores foram calculadas com base em volumes acumulados dos ciclos de produção (redução de erro) e não através de médias semanais tal como apresentadas na presente pesquisa.

4.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS OBTIDOS

A análise dos resultados obtidos no desenvolvimento da presente pesquisa, demonstra a importância dos valores obtidos, para o planejamento futuro de projetos na atividade suinícola, devido à robustez dos valores apresentados. A avaliação de 17 ciclos de produção de suínos na fase fisiológica de crescimento/terminação permitirá a utilização no futuro, dos resultados apresentados, como referência na área da suinocultura. Os dados mostram-se como os mais próximos à realidade local da atividade no estado, apresentando-se como uma mais-valia para toda a cadeia de produção e órgãos legisladores. As modelagens apresentadas abrem um novo espaço para pesquisas no futuro, com base em estimativas para o consumo de água, produção de dejetos e balanço de nutrientes e metais pesados nas unidades de produção.

A Tabela 49 apresenta os valores obtidos para o consumo de água e produção de dejetos, em função do tempo de alojamento.

Tabela 49 - Valores obtidos para o consumo de água dos suínos e para a produção de dejetos dos suínos, considerando diferentes períodos de alojamento

Alojamento (semanas)	Consumo de água dos suínos			
	Média	σ	Mínimo	Máximo
	(L·suíno ⁻¹ ·d ⁻¹)			
10	7,13	0,99	5,74	9,30
15	7,62	1,15	5,94	9,66
18	7,87	1,30	6,06	9,95
Alojamento (semanas)	Produção de dejetos			
	Média	σ	Mínimo	Máximo
	(L·suíno ⁻¹ ·d ⁻¹)			
10	4,20	0,72	3,13	5,60
15	4,58	0,82	3,52	6,24
18	4,84	0,94	3,45	6,74

σ – desvio padrão

A Tabela 50 exibe os valores obtidos para caracterização físico-química dos dejetos, em função do tempo de alojamento.

Tabela 50 - Valores obtidos para a caracterização físico-química dos dejetos, em função do tempo de alojamento.

Variável	Alojamento (semanas)	Média	σ	Mínimo	Máximo
pH	10	7,59	0,31	7,19	8,01
	15	7,80	0,33	7,26	8,21
	18	7,85	0,31	7,31	8,17
ST (g·L ⁻¹)	10	58,08	14,25	38,22	92,58
	15	60,52	14,72	37,47	91,82
	18	63,02	15,43	41,41	90,74
SV (g·L ⁻¹)	10	44,02	11,34	27,52	72,13
	15	45,73	11,73	27,93	71,54
	18	47,67	12,16	30,98	70,50
DQO (g O ₂ ·L ⁻¹)	10	78,27	13,51	52,83	107,4
	15	79,60	14,92	59,70	111,27
	18	82,75	16,21	61,44	111,90
N _T (g·L ⁻¹)	10	5,38	0,88	4,31	7,04
	15	5,69	0,98	4,37	7,22
	18	5,87	1,08	4,49	7,49
P _T (g·L ⁻¹)	10	1,06	0,27	0,69	1,81
	15	1,19	0,29	0,80	1,84
	18	1,25	0,32	0,84	1,89
Cu (mg·L ⁻¹)	10	38,60	14,32	13,44	57,74
	15	29,93	10,23	10,89	43,60
	18	25,68	8,88	10,11	38,30
Zn (mg·L ⁻¹)	10	51,76	12,67	33,90	89,87
	15	56,77	12,48	44,79	89,94
	18	57,16	12,93	44,18	87,92

σ – desvio padrão

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As médias do consumo de água animal (água ingerida + desperdício) e da produção dos dejetos nas unidades suínolas avaliadas apresentaram uma tendência crescente em função do tempo de alojamento dos suínos. Para os tempos de alojamento, as médias dos consumos de água e dos volumes dos dejetos produzidos foram, respectivamente, 7,13, 7,62 e 7,87 L·suíno⁻¹·d⁻¹ e 4,20, 4,58 e 4,84 L·suíno⁻¹·d⁻¹.

As médias semanais obtidas para a produção de dejetos nos tempos de alojamento avaliados foram na sua totalidade **inferiores** aos valores utilizados como referência (7,0 L·suíno⁻¹·d⁻¹), atualmente, pela Fundação Meio Ambiente, do estado de Santa Catarina. Dado que os resultados compreendem o período da pesquisa de Abril a Dezembro de 2011, estes, evidenciam uma necessidade de revisão dos valores utilizados pelo órgão ambiental, de modo a adequá-los às condições atuais da produção suínola na fase fisiológica de crescimento/terminação.

As médias dos consumos de água dos suínos testando os diferentes equipamentos instalados para a dessedentação dos suínos e o tempo de alojamento (t=10, t=15 e t=18 semanas) **apresentaram diferenças significativas (t=18 semanas)** entre as unidades com equipamentos bite ball e taça/concha ecológica e as demais (chupeta). Dentre as unidades avaliadas, aquelas que possuíam os equipamentos chupeta instalados apresentaram os consumos médios de água mais baixos (6,43±0,67, 6,84±0,45 e 7,00±0,44 L·suíno⁻¹·d⁻¹), em t=10, t=15 e t=18, respectivamente.

As médias dos dejetos produzidos testando os diferentes equipamentos para a dessedentação dos suínos e o tempo de alojamento (t=10, t=15 e t=18 semanas) **apresentaram diferenças significativas** entre as unidades com equipamentos bite ball e as unidades com chupeta e taça/concha ecológica. Entre as últimas, as médias da produção dos dejetos **não apresentaram diferenças significativas entre si**. Em t=10, a média de produção de dejetos mais baixa foi obtida nas unidades taça/concha ecológica (3,68±0,22 L·suíno⁻¹·d⁻¹). Para t=15 as médias de produção de dejetos foram semelhantes nas unidades chupeta e taça/concha ecológica, e por fim, em t=18, foram observadas nas unidades chupeta (4,19±0,23 L·suíno⁻¹·d⁻¹).

As análises realizadas aos dejetos produzidos nas unidades de produção ao longo do alojamento dos suínos mostraram heterogeneidade nas características físico-químicas avaliadas. Todas as variáveis físico-químicas analisadas (sólidos totais, voláteis e fixos, demanda química de oxigênio, nitrogênio total e amoniacal, fósforo total e zinco, com exceção do cobre), apresentaram tendências crescentes nas concentrações médias determinadas em função do tempo de alojamento. Testando o efeito do equipamento de dessedentação e do tempo de alojamento dos suínos (t=10, t=15 e t=18 semanas) observou-se que médias obtidas **apresentaram diferenças significativas entre si** para as variáveis: fósforo total, cobre e zinco e para os sólidos fixos (t=10), nitrogênio total (t=10) e amoniacal (t=18) para o teste F com $P \leq 0,05$. As demais variáveis analisadas **não apresentaram diferenças significativamente entre si**. As concentrações médias mais baixas para as variáveis analisadas foram observadas nas unidades com os equipamentos bite ball, o que pode ser explicado pelo maior consumo de água pelos animais, e maior volume de dejetos produzidos (maior diluição dos dejetos produzidos). Os resultados obtidos para as concentrações médias das variáveis fósforo total, cobre e zinco podem ser explicados pela sua ligação à fração sólida e assim a processos analíticos mais sensíveis a erros de amostragem e laboratório.

Os erros-padrão obtidos nas análises físico-químicas realizadas demonstram a variabilidade nas características físico-químicas dos dejetos produzidos entre as unidades em avaliação mesmo **não apresentado diferenças significativas** entre as unidades com os diferentes equipamentos. Outros fatores do manejo influenciam as variáveis físico-químicas dos dejetos (sistemas de limpeza e desinfecção e manutenção dos sistemas de fornecimento de água).

A função de Gompertz pode explicar com alguma segurança, o consumo de água médio e a produção de dejetos ao longo do tempo de alojamento dos suínos. Os coeficientes de determinação (R^2) obtidos para as equações das curvas ajustadas pela função de Gompertz foram, respectivamente, 0,986 e 0,969.

O modelo proposto para a estimativa da produção de dejetos em função do balanço de água permitiu calcular, com alguma segurança o volume de água presente nos dejetos, a partir dos dados coletados em campo. Os coeficientes de determinação (R^2) obtidos para as equações

das regressões lineares determinadas nas unidades com diferentes tipos de equipamentos instalados foram $R^2=0,700$ (bite ball), $R^2=0,808$ (chupeta) e $R^2= 0,762$ (taça/concha ecológica).

O manejo, a manutenção dos equipamentos de dessedentação e alimentação e o tempo despendido pelos produtores nas unidades de produção apresentaram-se como os principais fatores de variação dos resultados obtidos na presente pesquisa.

Para pesquisas a realizar no futuro, deixam-se as seguintes recomendações:

Consumo de água:

- ✘ Uso de hidrômetros de leitura automática para redução do erro de leitura do produtor e melhor detecção de vazamentos nas instalações hidráulicas das unidades de produção selecionadas.
- ✘ Estabelecer um procedimento de limpeza e desinfecção;

Produção de dejetos:

- ✘ Substituição do procedimento de leitura da altura do dejetos;

Caracterização físico-química dos dejetos:

- ✘ Procedimento de coleta que possibilite uma melhor homogeneização dos dejetos produzidos nas unidades;
- ✘ Amostragem composta em substituição da pontual.

Modelações:

- ✘ Revisão dos parâmetros utilizados na modelagem mas com equações específicas para a realidade da suinocultura catarinense;
- ✘ Modelagem para a estimativa das concentrações médias dos nutrientes e metais pesados nos dejetos produzidos;

GERAL:

- ✘ Realizar o mesmo estudo nas outras fases fisiológicas da cadeia de produção de suínos (unidades de produção de leitões e creche).
- ✘ Medição dos gases de efeito de estufa e amônia na atividade suinícola para aplicação de modelos matemáticos e mensuração de todos os fluxos para melhor compreensão dos ciclos dos nutrientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AARNINK, Andre; VAN OUWERKERK, Ed; VERSTEGEN, Martin. A mathematical model for estimating the amount and composition of slurry from fattening pigs. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 31, p. 133-147, 1992.

ALADENOLA, Olanike Olowoia; ADEBOYE, Omotayo. Assessing the potential for rainwater harvesting. **Water Resources Management**, v. 24, n. 10, p. 2129-2137, 2010.

ÁLVAREZ-RODRÍGUEZ, Javier et al. Factores de explotación que afectan a la composición de purín en cerdos de engorde. In: JORNADAS SOBRE PRODUCCIÓN ANIMAL DE LA ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO, 14., v. 1, Zaragoza, España 2011. **Anais...** Zaragoza, 2011. p. 43-45.

ALVES, Rui Guilherme Cavaleiro de Macêdo. **Tratamento e valorização de dejetos da suinocultura através de processos anaeróbios**: operação e avaliação de diversos reatores em escala real. 2007. 172p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

ANDREADAKIS, Andreas. Anaerobic digestion of piggery wastes. **Water Science & Technology**, v. 25, n. 1, p. 9-16, 1992.

APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 21^a ed. Washington: American Public Health Association, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA. **Relatório anual de 2010**. São Paulo, ABIPECS, 8p, 2010. Disponível em: <http://www.abipecs.org.br/uploads/relatorios/relatorios-associados/ABIPECS_relatorio_2010_pt.pdf>. Acesso em 20 de Dezembro de 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA. **Relatório anual de 2011**. São Paulo, ABIPECS, 8p, 2011a. Disponível em: <http://www.abipecs.org.br/uploads/relatorios/relatorios-associados/ABIPECS_relatorio_2010_pt.pdf>. Acesso em 06 de Março de 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA. **Estatísticas**. 2011b. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br/pt/estatisticas/>>. Acesso em: 20 Dezembro de 2011.

ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE CRIADORES DE SUÍNOS. **Relatório Anual de 2009**. Concórdia, ACCS, 37p, 2009.

ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE CRIADORES DE SUÍNOS. **Relatório Anual de 2010**. Concórdia, ACCS, 34P, 2010.

BABOT, Daniel Gaspa et al. Aproximació a la producció i composició de les dejeccions porcines. Generalitat de Catalunya: Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural, 2008. 80p.

BABOT, Daniel Gaspa et al. Farm technological innovations on swine manure in Southern Europe. **Revista Brasileira de Zootecnia** [suplemento especial], v. 40, p. 334-343, 2011.

BALDISSERA, Ivan. Poluição por dejetos de suínos no Oeste Catarinense. **Agropecuária Catarinense**, v. 15, n. 1, p. 11-12, 2002.

BARBARI Matteo; ROSSI, Paolo. Risparmiare acqua conviene: meno liquami da smaltire. **Suplemento a l'Informatore Agrario**, Verona, n. 18, p. 11-17, 1992.

BARTHEL, Lígia; OLIVEIRA, Paulo Armando Victoria de; COSTA, Rejane Helena Ribeiro da. Plankton biomass in secondary ponds treating piggery waste. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Brazil, vol. 51, n. 6, p. 1287-1298, 2008.

BELLAVER, Cláudio; OLIVEIRA, Paulo Armando Victoria de. Balanço da água nas cadeias de aves e suínos. **Revista Suinocultura Industrial**. v. 10, p. 39-44, 2009.

BELLI FILHO, P. **Stockage et odeurs des dejections animales cas du lisier de porc**. 1995. 181p. Tese (Doutorado). Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Université de Rennes, Rennes, France, 1995.

BELLI FILHO, Paulo; LISBOA, Henrique Melo. Avaliação de emissões odorantes. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 3 e 4, p.101-106, 1998.

BELLI FILHO, P. et al. Tecnologias para o tratamento de dejetos suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande – PB, v. 5, n. 1, p. 166-170, 2001.

BERTHIAUME, Philippe; BIGRAS-POULIN, Michel; ROUSSEAU, Alain. Dynamic simulation model of nitrogen fluxes in pig housing and outdoor storage facilities. **Biosystems Engineering**, v.92, p.453-467, 2005.

BERTHIAUME, Philippe. BIGRAS-POULIN, Michel; ROUSSEAU, Alain. Sensitivity analysis and application os a dynamic simulation model of nitrogen fluxes in pig housing and outdoor storage facilities. **Biosystems Engineering**, v.96, p.455-470, 2007.

BODMAN, G.R. **Evaluation of housing and environmental adequacy**: Principles and concepts. Cooperative Extension at the University of Nebraska, Lincoln, 28p. 1994.

BONAZZI, Giuseppe. **Liquami Zootecnici. Manuale per l'utilizzazione agronomica**. CRPA-Centro Ricerche Produzioni Animali, Reggio Emilia, Italia. Edizioni L'Informatore Agrario, 2001. 320p.

BONETT, Lucimar Pereira; MONTICELLI, Cícero Jiliano (Ed.). **Suínos: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. (Coleção 500 Perguntas 500 Respostas) 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI; Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 243p. 1998.

BORTOLI, Marcelo. **Partida, operação e otimização de um sistema de nitrificação/desnitrificação visando a remoção de nitrogênio de efluente de suinocultura pelo processo Ludzack-Ettinger modificado**. 2010. 149p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.

BRASIL. Lei Federal n.º 4.771 de 15 de Setembro de 1965. Código Florestal (e posteriores alterações). Brasília.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Pecuária Municipal 2007**. Rio de Janeiro, v. 35, 2007. p. 1-62. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2007/ppm2007.pdf>>. Acesso em: 20 de Dezembro de 2011.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Pecuária Municipal 2008**. Rio de Janeiro, v. 36, 2008. p. 1-55. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2008/ppm2008.pdf>>. Acesso em: 20 de Dezembro de 2011.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Pecuária Municipal 2009**. Rio de Janeiro, v. 37, 2009. p. 1-55. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2009/ppm2009.pdf>>. Acesso em: 20 de Dezembro de 2011.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Pecuária Municipal 2010**. Rio de Janeiro, v. 38, 2010a. p. 1-65. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/ppm2010.pdf>>. Acesso em: 20 de Dezembro de 2011.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico de 2010**. 2010b.
Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em 20 de Dezembro de 2011.

_____. Agência Nacional de Águas. Ministério do Meio Ambiente. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**: Informe 2012. Brasília, DF, 2012. 215p. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em 25 de Junho de 2012.

BRUMM, Mike. Patterns of Drinking Water Use in Pork Production Facilities. In: **Nebraska swine report**. Institute of Agriculture and Natural Resources, Nebraska. 2006, p. 10-13.

BRUMM, Michael; DAHLQUIST, James; HEEMSRTA, Jill. Impact of feeders and drinker devices on pig performance, water use and manure volume. **Swine Health and Production**. v. 8, n. 2, p.51-57, 2000.

CAMPOS, Elena et al. **Guía de los tratamientos de las deyecciones ganaderas**. Generalitat Catalunya: ARC, 2004. 70p.

CARMO JUNIOR., Gersina Nobre da Rocha. **Aplicabilidade do reator anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB) para o tratamento de resíduos líquidos da suinocultura**. 1999. 69p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998.

CERETTA, Carlos Alberto et al. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suíno em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 729-735, 2003.

COMMISSION INTERNATIONALE GÈNIE RURAL. Report of working group on climatization of animal houses, S.F.B.I.U., Aberdeen, 72p. 1984.

CONN, Kenneth; TOPP, Edward; LAZAROVITS, George. Factors influencing the concentration of volatile fatty acids, ammonia, and other nutrients in stored liquid pig manure. **Journal of Environmental Quality**, Madison, USA, v. 36, p. 440-447, 2007.

CONRAD, Joseph; MAYROSE, Vernon. Animal waste handling and disposal in confinement production of swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, USA, v. 32, n. 4, p. 811-815, 1971.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n.º 01 de 24 de Agosto de 2004. Florianópolis.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n.º 01 de 14 de Dezembro de 2006. Florianópolis.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n.º 02 de 14 de Dezembro de 2006. Florianópolis.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n.º 03 de 29 de Abril de 2008. Florianópolis.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n.º 04 de 29 de Abril de 2008. Florianópolis.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n.º 302 de 20 de Março de 2002. Brasília.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n.º 303 de 20 de Março de 2002.
Brasília.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n.º 357 de 17 de Março de 2005. Brasília.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n.º 369 de 28 de Março de 2006. Brasília.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n.º 397 de 3 de Abril de 2008.
Brasília.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n.º 430 de 13 de Maio de 2011.
Brasília.

CORDEIRO, Marcelo Bastos. Avaliação de sistemas de camas sobrepostas quanto ao conforto térmico e ambiental e ao desempenho zootécnico para suínos nas fases de crescimento e terminação. 2003. 63p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-

Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2003.

COUTINHO, Cintia Itokazu. **Planejamento para o manejo de dejetos de suínos**: estudo de caso Bacia dos Fragosos, Concórdia/SC. Florianópolis: 2001. 170f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.

DAL MAGO, Anigeli. **Avaliação de biodigestores com o uso de dejetos de suínos, em Braço do Norte e em Concórdia**. 2009. 152p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2009.

DALLA COSTA, Osmar; PERDOMO, Carlos Cláudio. Efeito do bebedouro ecológico tipo concha sobre o desempenho, demanda de água e produção de dejetos em suínos de crescimento/acabamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 10., Porto Alegre, 2001. **Anais ...**, Porto Alegre, 2001.

DALLA COSTA, Osmar et al. Demanda de água dos suínos em crescimento e terminação criados em cama sobreposta e piso ripado. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2., CONGRESSO DE SUINOCULTURA DO MERCOSUL, 4., 2004, Foz do Iguaçu. **Anais...** Campinas: Editora Animal World, 2004. p. 272-273.

DARTORA, Valmir; PERDOMO, Carlos Cláudio; TUMELERO, Ivone. Manejo de dejetos de suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves e EMATER-RS, 1998. Boletim Informativo, 11.32p.

DE GREEF, K. H. Modeling growth in the pig. Wageningen: Wageningen Pers, 1995. EAAP publication, 78. p. 151-163.

DELGADO, Christopher et al. Livestock to 2020: the next food revolution international. In: Food and Agriculture Organization of the United Nations: Food Policy Research Institute, International Livestock Research Institute: Washington, Rome and Nairobi; Paper, 28. 1999.

DELIGEORGIS, Stelios; KARALIS, Kostas; KANZOUROS, Georgios. The influence of drinker location and colour on drinking behaviour and water intake of newborn pigs under hot environments. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 96, p. 233-244, 2006.

DIESEL, Roberto; MIRANDA, Cláudio Rocha; PERDOMO, Carlos Cláudio. Colectânea de tecnologias sobre dejetos suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves; Emater/RS, 2002. Boletim informativo de pesquisa e extensão, 14. 30p.

DINUCCIO, Ellio; BERG, Werner; BALSARI, Paolo. Gaseous emissions from the storage of untreated slurries and the fractions obtained after mechanical separation. **Atmospheric Environment**. v. 42, n. 10, p. 2448-2459, 2008.

DOURMAD, Jean-Yves; GUILLOU, David; NOBLET, Jean. Development of a calculation model for predicting the amount of N excreted by the pig: effect of feeding, physiological stage and performance. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.31, p. 95–107, 1992.

DOURMAD, Jean-Yves; GUINGAND, Nadine; LATIMIER, P. Nitrogen and phosphorus consumption, utilisation and losses in pig production: France. **Livestock Production Science**, v. 58, p. 199–211, 1999.

DOURMAD, Jean-Yves; POMAR, Candido; MASSÉ, Daniel. Modélisation du flux de composés à risque pour l'environnement dans un élevage porcin. **Journées de la recherche porcine en France**, v. 34, p. 183-194, 2002.

DOURMAD, Jean-Yves; POMAR, Candido; MASSÉ, Daniel. Mathematical modelling of manure production by pig farms. Effect of feeding and housing conditions. In: EASTERN NUTRITION CONFERENCE, 40, **Proceedings...** Animal Nutrition Association of Canada, Ottawa, Québec, 2003. 15p.

DOURMAD, Jean-Yves. et al.. InraPorc: a model and decision support tool for the nutrition of sows **Animal Feed Science and technology**, v. 143, p. 372-386, 2005

DUARTE, Elizabeth Costa Neves d'Almeida. **Digestão anaeróbia e valorização de efluentes de suinicultura.** 1991. 214p. Tese (Doutorado) - Programa Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Faculdade Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 1991.

EMBRAPA Suínos e Aves. 1994. Dia de Campo sobre manejo e utilização de dejetos suínos, 1994. 47p.

EUROPEAN UNION. Council directive 91/676/EEC: concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. 1991. Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/water/water-nitrates/index_en.html>. Acesso em: 01 Agosto de 2012.

EUROPEAN UNION. **Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC): Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs.** European IPPC Bureau, 2003. 341p.

FERNÁNDEZ, José Alberto et al. Nitrogen and phosphorus consumption, utilisation and losses in pig production: Denmark. **Livestock Production Science**, v. 58, p. 225–242, 1999.

FERREIRA, Luis et al. Uso da água em explorações suinícolas intensivas, no contexto da diretiva PCIP – Implicações associadas à produção de chorumes. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE A QUALIDADE DO AMBIENTE, 8., 2004, Lisboa, Portugal. **Anais...** Lisboa: Universidade Nova de Lisboa (Eds), v. 1, 2004. p 349-350.

FERREIRA, Luis et al. Determinação das emissões (para o ar e para a água) no sector da suinicultura nacional. 2006. Disponível em: <http://www2.apambiente.pt/xeo_cm_ia_ext/attachfileu.jsp?look_parentBoui=12421330&att_display=n&att_download=y>. Acesso em: Dezembro de 2006.

FERREIRA, Luis et al. A importância da gestão integrada da água:novos desafios para a gestão ambiental no sector suinícola. In: CONGRESO IBERICO, 1., Y CONGRESO NACIONAL DE

AGROINGENIERÍA, 4., 2007, Albacete, Espanha. **Anais...**, 2007. p. 104-106.

FIALHO, Flávio Bello. Interpretação da curva de crescimento de Gompertz. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1999. Comunicado Técnico, 237. 4p.

FLOTATS, Xavier et al. Manure treatment technologies: on-farm versus centralized strategies. NE Spain as case study. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 5519-5526. 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of food and agriculture. Livestock in balance**. Rome: FAO, 2009. 180p.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE. Instrução Normativa n.º 34, de 2008. 2008a. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br>. Acesso: 10 de Janeiro de 2012.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE. Instrução Normativa n.º 37, de 2008. 2008b. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br>. Acesso: 10 de Janeiro de 2012.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE. Instrução Normativa n.º 41, de 2008. 2008c. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br>. Acesso: 10 de Janeiro de 2012.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE. Instrução Normativa n.º 11, de 2009. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br>. Acesso: 10 de Janeiro de 2012.

GAYA, João Paulo. **Indicadores biológicos no solo como uma alternativa para o uso racional de dejetos de suínos como adubo orgânico**. 2004. 140p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

GOMES, Simone Damasceno, et al. Efeito do manejo da lâmina d'água na minimização do volume de efluentes gerados na produção de suínos.

Irriga: Brazilian Journal of Irrigation and Drainage, Botucatu, v. 14, n. 2, p. 233-242, 2009.

GONZÁLEZ, Carlos. Sistemas alternativos de producción de cerdos em Venezuela. In: ENCUESTRO DE NUTRICIÓN Y PRODUCCIÓN DE ANIMALES MONOGÁSTRICOS, 8., Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales. “Ezequiel Zamora”. Guanare, Portuguesa, p. 20-29.

GOSMANN, Hugo Adolfo. **Estudos comparativos com bioesterqueira e esterqueira para armazenamento e valorização dos dejetos suínos.** 1997. 126p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1997.

GOULART, Rosimery Maciel. **Processo de compostagem:** alternativa complementar para tratamento de camas biológicas de dejetos suínos. 1997. 127p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1997.

GUILLOU, David; DOURMAD, Jean-Yves; NOBLET, Jean. Influence de l'alimentation, du stade physiologique et des performances sur les rejets azotés du porc à l'engrais, de la truie et du porcelet. **Journées de la recherche porcine en France**, v. 25, p. 307-314, 1993.

GUSMÃO, Maria Margarida Falcão e Cunha de Campos. **Produção de biogás em diferentes sistemas de criação de suínos em Santa Catarina.** 2008. 170p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

HADLICH, Gisele Mara. **Poluição hídrica na bacia do rio Coruja-Bonito (Braço do Norte, SC) e suinocultura:** uma perspectiva sistêmica. 2004. 270f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

HENN, Alan. **Avaliação de dois sistemas de manejo de dejetos em uma pequena propriedade produtora de suínos:** condição de partida. 2005, 157p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em

Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

HOEKSTRA, Arjen; MEKONNEN, Mesfin. The water footprint of humanity. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 109, n. 9, p. 3232-3237, 2012.

JAKCSON, Laura. Large-scale swine production and water quality. In: THU, Kendall (Ed.). **Understanding the impacts of large-scale swine production: proceedings from an interdisciplinary scientific workshop**. Des Moines, Iowa, 1996, p. 10-46.

JELINEK, T. Collection, storage and transport of swine wastes. In: TAIGANIDES, E. P. (ed) **Animal Wastes**. Essex, England: Applied Science, 1977, p. 165-174.

JONGBLOED, Age.; MROZ, Zenon; KEMME, Paul. The effect of supplementary *Aspergillus niger* phytase in diets for pigs on concentration and apparent digestibility of dry matter, total phosphorus, and phytic acid in different sections of the alimentary tract. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 4, p. 1159-1168, 1992.

JONGBLOED, Age; LENIS, Nico. Environmental concerns about animal manure. **Journal of animal science**, v. 76, p. 2641-2648, 1998.

JONGBLOED, Age. Environmental pollution control in pigs by using nutrition tools. **Revista Brasileira de Zootecnia** [suplemento especial], v. 37, p. 215-229, 2008.

KILL, João Luís et al. Valor nutritivo e inclusão dos dejetos de suínos para suínos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 6, p. 1151-1159, 1998.

KONZEN, Egídio Arno. **Avaliação quantitativa e qualitativa dos dejetos de suínos em crescimento e terminação, manejados em forma líquida**. 1980. 56p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1980.

_____. Manejo e utilização dos dejetos de suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1983. Circular Técnica, 6. 32p.

_____. Valorização agronômica dos dejetos suínos: utilização dos dejetos suínos como fertilizantes. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE DEJETOS SUÍNOS NO SUDOESTE GOIANO, 1. 1997. Rio Verde, GO, **Anais...** Rio Verde, GO. 1997.

KRAPAC, Ivan. et al. Impacts of swine manure pits on groundwater quality. **Environmental Pollution**, v. 120, p. 475-492, 2002.

KUNZ, Airton; MIELE, Marcelo; STEINMETZ, Ricardo. Advanced swine manure treatment and utilization in Brazil. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 5485-5489, 2009.

LANA, Rogério. Uso racional de recursos naturais não-renováveis: aspectos biológicos, econômicos e ambientais. **Revista Brasileira de Zootecnia** [suplemento especial], v. 38, p. 330-340, 2009.

LANGE, C. F. M. Modeling growth in the pig. Wageningen: Wageningen Pers, Les Pays Bays, 1995. EAAP Publication, 78. p. 71-85.

LEITE, Maurício et al. Avaliação do fornecimento de água para suínos no Cinturão Verde de Ilha Solteira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA – CONBEA 2011, 15., 2011. Cuiabá – MT, Brasil, **Anais...**, Cuiabá – MT, 2011. 4p.

LI, Yuhzi et al. Water intake and wastage at nipple drinkers by growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 6, p. 1413-1422, 2005.

LIMA, Gustavo. O papel do nutricionista no controle da poluição ambiental por dejetos suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1996. Curso de nutrição de suínos e aves, p. 1-9.

LIMA, Gustavo. Nutrição de suínos – Ferramenta para reduzir a poluição causada pelos dejetos e aumentar a lucratividade do negócio. In: SEGANFREDO, Milton (ed). **Gestão ambiental na suinocultura**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p.. 63 -101.

LOEHR, R.C. **Agricultural waste management: problems, processes, and approaches**. New York: Academic Press, 1974. 576p.

LOHMANN, O et al. Determinação de microrganismos fecais em solo, sob campo nativo, submetidos a aplicações periódicas de esterco suíno. In: EMBRAPA CERRADOS. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 27., Brasília, 1999. **Anais...** CD-ROM.

LOVATTO, Paulo Alberto et al. Modelagem da ingestão, retenção e excreção de nitrogênio e fósforo pela suinocultura brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia** [suplemento especial], v. 34, n. 6, p.2348-2354, 2005.

LOVATTO, Paulo Alberto et al. Modelagem da ingestão, retenção e excreção de nitrogênio e fósforo pela suinocultura gaúcha: interface vegetal. **Ciência Rural** [online], Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 957-962, 2010.

MAMEDE, Reginaldo Alves. **Consumo de água e relação água/ração para suínos em crescimento e terminação**. 1980. 23p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1980.

MARIANI, Leidiane. **Cadastro técnico multifinalitário aplicado à geração distribuída de energia a partir de biomassa residual de suinocultura**. 2008. 101p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

MATTIAS, Jorge Luis. Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina. 2006, 164f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2006.

MCKEON, Michael. Cut your slurry costs: new calculations show the difference in manure handling water economies reduce the volume for disposal. **Pig International**, 2008, p. 22-24. Disponível em:

<<http://www.piginternational-digital.com/piginternational/200810?pg=24#pg24>>. Acesso em: 08 Junho 2012

MEDRI, Waldir. **Modelagem e otimização de sistemas de lagoas de estabilização para tratamento de dejetos suínos**. 1997. 206f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1997.

MEDRI, Waldir; MEDRI, Vandir. Otimização de sistemas de lagoas de estabilização para tratamento de dejetos suínos. **Seminário**, Londrina, v. 25, n. 2. p. 203-212, 2004.

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE, RURAL E MARINHO. Guía de mejoras técnicas disponibles del sector porcino. Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino, Gobierno de España, 2010. 136p.

MIRANDA, Cláudio Rocha de; COLDEBELLA, Arlei. Aspectos produtivos e ambientais da suinocultura desenvolvida na sub-bacia do Lajeado Fragosos, Concórdia, SC. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, Boletim informação, 2002. 22p.

MIRANDA, Cláudio Rocha de. **Avaliação de estratégias para a sustentabilidade da suinocultura**. 2005. 264p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

_____. Aspectos ambientais da suinocultura brasileira. In: SEGANFREDO, Milton (ed). **Gestão ambiental na suinocultura**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 13-36.

_____. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ÁGUA NA AGRICULTURA, 3., Universidade de Passo Fundo/RS. 2009.

MOHEDANO, Rodrigo de Almeida. **Uso de macrófitas lemnáceas (*Landoltia punctata*) no polimento e valorização do efluente de suinocultura e na fixação de carbono**. 2010. 270p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.

MORAL, Raúl et al. Salinity, organic content, micronutrients and heavy metals in pig slurries from South-eastern Spain. **Waste Management**, v. 28, p. 367-371, 2008.

MWPS. **Swine housing and equipment handbook**. 4th ed. Midwest plan service. Ames, 112p. 1983.

NÄÄS, I.A. Técnicas modernas para melhorar a produtividade dos suínos através do controle ambiental. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 2., 1997, São Paulo. **Anais...** Campinas: Universidade de Campinas, 1997. p. 19-26.

NAGAE Ricardo; DAMASCENO, Simone; RICHARD, Alfredo. Caracterização do dejetos de suínos em crescimento e terminação criados no sistema de lâmina d'água submetido a dois manejos de higienização. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005, p.1-6.

NARDI, Vanessa Karina. **Produção de efluente e balanço de nutrientes em granjas de terminação de suínos no oeste do estado do Paraná**. 2009. 67p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009.

NETO, Pedro. O desafio de ampliar o mercado externo. 2009. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br/>>. Acesso em: 21 de Dezembro de 2011.

_____. A inserção internacional do novo Brasil. 2012. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br/>>. Acesso em: 25 Abril de 2012.

NOBLET, Jean et al. Nouvelles bases d'estimation des teneurs en énergie digestible, métabolisable et nette pour le porc. INRA Paris, 1989. 106p.

NOBLET, Jean; DOURMAD, Jean-Yves; ÉTIENNE, Michel. Energy utilization in pregnant and lactating sows: modeling of energy requirements. **Journal of Animal Science**, v. 68, n.2, p. 562-572. 1990

NOBLET, Jean; PEREZ, J.M. Prediction of digestibility of nutrients and energy values of pig diets from chemical analysis. **Journal of Animal Science**, v.71, n. 12, p.3389-3398, 1993.

OLIVEIRA, Paulo Armando Victória de; LEAL, Paulo; PERDOMO, Carlos Cláudio. Bebedouro de nível para suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1991. Comunicado Técnico 171. 3p.

OLIVEIRA, Paulo Armando Victória de (Coord.). **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1993. Documento, 27. 188p.

OLIVEIRA, Paulo Armando Victória de, et al. Comparaison de l'évaporation d'eau en élevage de porcs sur litière de sciure ou sur caillebotis intégral. **Journées Recherche Porcine en France**, v. 30, p. 355-361, 1998.

OLIVEIRA, Paulo Armando Victória de de. **Comparaison des systèmes d'élevage des porcs sur litière de sciure ou caillebotis intégral**. 1999. 264p. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, L'ENSAR, Université de Rennes, Rennes, France, 1999.

OLIVEIRA, Paulo Armando Victória de. Produção e manejo de dejetos de suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001, Jaboticabal/ SP, **Anais...** 2001. p. 164-177.

_____. Uso racional da água na suinocultura. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002a. Curso de capacitação em práticas ambientais sustentáveis: treinamento 2002. p. 63-71.

OLIVEIRA, Paulo Armando Victória de. Produção e manejo de dejetos suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002b. Curso de capacitação em práticas ambientais sustentáveis: treinamento 2002. p. 72-90.

OLIVEIRA, Paulo Armando Victória de. Modelo matemático para estimar a evaporação d'água contida nos dejetos, em sistemas de criação de suínos sobre cama de maravalha e piso ripado, nas fases de crescimento e terminação. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 398-406, 2003.

_____. **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos:** manual de boas práticas, Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. PNMA II – Programa Nacional do Meio Ambiente, 2004. 109p.

OLIVEIRA, Paulo Armando; HIGARASHI, Martha; NUNES, Maria Luísa. Emissão de gases, na suinocultura, que provocam efeito estufa. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. 12p.

_____. Projeto de biodigestor e estimativa da produção de biogás em sistema de produção. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2005. Comunicado Técnico, 417, 8p

_____. **Gestão ambiental de propriedades suinícolas:** experiência do projeto suinocultura, Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. PNMA II – Programa Nacional do Meio Ambiente, 2006. 105p

OLIVEIRA, Paulo Armando; HIGARASHI, Martha. **Geração e utilização do biogás em unidades de produção de suínos.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. PNMA II – Programa Nacional do Meio Ambiente, 2006. 41 p.

OLIVEIRA, Paulo Armando; SILVA, Adroaldo. **As edificações e os detalhes construtivos Voltados para o manejo de dejetos na Suinocultura.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. PNMA II – Programa Nacional do Meio Ambiente, 2006. 40p.

OLIVEIRA, Vladimir de et al. Metabolismo do nitrogênio em suínos alimentados com dietas contendo baixos teores de proteína bruta. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 2, p. 257-260, 2006.

OLKOWSKI, Andrew. **Livestock water quality:** a field guide for cattle, horses, poultry and swines. Ministry of agriculture and agri-food Canada. University of Saskatchewan, 2009. 180p.

OLSSON, O.; ANDERSSON, T. Biometric considerations when designing a valve drinking system for growing-finishing pigs. **Acta Agriculturae. Scandinavica**, v. 35, n. 1, 1985, p. 55-66.

ORR JR, Donald; SHEN, Yingran. World pig production: opportunity or threat? In: MIDWEST SWINE NUTRITION CONFERENCE, 2006, Indianapolis, Indiana, USA. **Proceedings...**, 2006, p. 3-7.

OVERLAND, Margareth; RORVIK, Koel Arn.; SKREDE, Anders. Effect of trimethylamine oxide and betaine in swine diets on growth performance, carcass characteristics, nutrient digestibility, and sensory quality of pork. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 8, p. 2143-2153, 1999.

PAIVA, Doralice; BRANCO, Elmo Piazza. **O borraçudo: noções básicas de biologia e controle**. Concórdia, 2000. 48p.

PAIVA, Doralice. As moscas como indicadores biológicos da alteração ambiental. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002. Curso de capacitação em práticas ambientais sustentáveis: treinamento 2002. p. 28-38.

PALHARES, Júlio César. O manejo hídrico na produção de suínos. 2011. Disponível em:

<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/905188/1/Aguas_uinos.pdf>. Acesso em 15 de Fevereiro de 2012.

PALHARES, Júlio César; GAVA, D.; LIMA, Gustavo. Influência da estratégia nutricional sobre o consumo de água de suínos em crescimento e terminação. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ANIMAIS, 1, 2009, Florianópolis, SC. **Anais eletrônicos...**, 2009. Florianópolis, p. 566-571.

PALHARES, Júlio César; MIRANDA, Cláudio Rocha. Gestão Ambiental da propriedade suinícola. In: SEGANFREDO, Milton (ed). **Gestão ambiental na suinocultura**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 287-302.

PAULO, Robson Mendes de. **Uso de camas sobrepostas durante as fases de crescimento e terminação de suínos em condições de verão**. 2003. 65p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2003.

PERDOMO, Carlos Cláudio. Uso racional da água no manejo de dejetos suínos. In: SEMINÁRIO MINEIRO SOBRE MANEJO E

UTILIZAÇÃO DE DEJETOS DE SUÍNOS, 1., 1995, Ponte Nova, MG. **Anais ...** Ponte Nova, MG. 1995, p. 8-23.

_____. Uso racional dos dejetos de suínos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 1., 1996, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1996. p. 269.

_____. Sugestões para o manejo, tratamento e utilização de dejetos suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1999. Instrução técnica para o suinocultor. 2p.

PERDOMO, Carlos Cláudio et al.. Dimensionamento de sistemas de tratamento (decantador de lagoas) e utilização de dejetos de suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1999. Comunicado Técnico, 234. 5p.

PERDOMO, Carlos Cláudio; DALLA COSTA, Osmar. A. Avaliação da eficiência do “Bebedouro Ecológico” marca Perozin. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000, 8p.

REVV, Stéphane Revy; JONDREVILLE, Catherine; DOURMAD, Jean-Yves. Le zinc dans l’alimentation du porc: oligoélément essentiel et risqué potential pour l’environnement. **INRA Productions Animales**, v. 16, p. 3-18, 2003.

ROESLER, Marie; CESCNETO, Eugênia. A produção de suínos e as propostas de gestão de ativos ambientais: o caso da região de Toledo – Paraná. **Revista GEPEC on line**, Universidade do Oeste do Paraná, v. 7, n. 2, 2003. 18p.

Disponível em: < <http://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/viewFile/293/211> >. Acesso em 01 Março 2011.

ROSETO, Olga; LUKEŠOVÁ Daniela. Food and perspectives on pig production system in Colombia. **Revista de Agricultura Tropic e Subtropica**, v. 41, n. 3, p. 122-127, 2008.

RUIZ, Juan. Uso da Modelagem biológica na suinocultura. 2011. 6p. Disponível em:<www.porkworld.com.br/artigos/post/uso-da-modelagem-biologica-na-suinocultura>. Acesso em: 15 de Maio de 2012.

SANTA CATARINA. Decreto Estadual n.º 14.250 de 5 de Junho de 1981. Florianópolis.

SANTA CATARINA. Decreto Estadual n.º 24.980 de 14 de Março de 1985. Florianópolis

SANTA CATARINA. Lei Estadual n.º 14.675 de 13 de Abril de 2009. Florianópolis.

SANTA CATARINA. Empresa de pesquisa agropecuária e extensão rural de Santa Catarina. **Síntese anual da agricultura em Santa Catarina 2009- 2010**. Florianópolis, 2010. 315p. Disponível em: <http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese_2010/sintese%202010_inteira.pdf>. Acesso em: 20 Novembro de 2011.

SARDÁ, Luana Goulart. **Compostagem como alternativa de tratamento de dejetos suínos e a redução da emissão de gases poluentes**. 2009. 84p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2009.

SARTOR, Claudio et al. Digestibilidade aparente da dieta e balanço do nitrogênio em suínos de diferentes grupos genéticos com ou sem restrição alimentar. **Ciência Rural** [online], Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 617-623, 2006.

SARTOR, Valmir et al. Efeito do resfriamento evaporativo no desempenho de suínos em fase de terminação. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 11, n. 1-4, p. 58-64, 2003.

SANCHEZ, Maria Luisa Fernández; GONZÁLEZ, José Luis Besteiro. The fertilizer value of pig slurry. I. Values depending on the type of operation. **Bioresource Technology**, v. 96, p. 1117–1123, 2005.

SAS INSTITUTE INC. System for Microsoft Windows, Release 9.2, Cary, NC, USA, 2002-2008. (cd-rom).

SEGANFREDO, Milton. Dejetos animais, a dupla face: benefícios e prejuízos. **Revista Suinocultura Industrial**, n. 9, Porto Feliz, v. 26,n. 183, p.14-16, 2004.

SEGANFREDO, Milton; SOARES, Ivonei; KLEIN, Cátia. Qualidade da água de rios numa região de pecuária intensiva de SC. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003.. Comunicado Técnico, 342. 4 p.

SHAW, Marnie; BEAULIEU, A. Denise; PATIENCE, John Francis. Effect of diet composition on water consumption in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 11 p. 3123-3132, 2006.

SHAW, Marnie et al. “**Alters water use by diet manipulation**”. Prairie swine centre. Canada, 2000.

SILVA, Paulo Roberto **Lagoas de estabilização para tratamento de esgotos de suínos**. 1973. 76p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1973.

SILVA, Fabio Cruz Manhães da. **Tratamento dos dejetos de suínos utilizando lagoa de alta taxa de degradação em batelada**. 1996. 115p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 1996.

SILVA, I.J.O. Qualidade do ambiente e instalações na produção industrial de suínos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 4., 1999, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999. p. 108-121.

SILVA, Adroaldo Pagani da. **Diagnóstico sócio, económico e ambiental: aspectos sobre a sustentabilidade da bacia hidrográfica dos Fragosos, Concórdia, SC**. 2000. 247f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

SIMIONI, Juliano. **Avaliação dos riscos ambientais pela acumulação de Cu e Zn nos solos fertilizados com dejetos de suínos**. 2001. 139p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.

SINOTTI, Ana Paula dos Santos. **Avaliação do volume de dejetos e da carga de poluentes produzidos por suíno nas diferentes fases do ciclo criatório.** 2005. 85p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

SOBESTIANSKY, Jurij et al. **Suinocultura intensiva:** produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília: Embrapa-SPI; Concórdia : Embrapa Suínos e Aves, 1998. 388p.

SORVALA, Sanna et al. Water sources and quality at livestock farms in Finland. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 6, n.2, p. 411-417, 2008.

SUINOS&CIA. Dicas de manejo: medicação via água de bebida. **Revista Técnica da Suinocultura.** Ano 6, n. 31, 2009. p. 56-61.

TAIGANIDES, Paul. Bio-engineering properties of feedlot wastes. In: **Animal Wastes.** Essex, England Applied Science, 1977. p. 131-153.

TAVARES, Jorge Manuel Rodrigues Tavares. **Estudo da eficiência do processo de separação sólido-líquido de chorumes de origem suínica.** 2008. 50p. Relatório Final (Graduação) – Curso de Engenharia Zootécnica, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2008.

TAVARES, Jorge Manuel Rodrigues; OLIVEIRA, Paulo Armando; BELLI FILHO, Paulo. Sustentabilidade da suinocultura – Reduções de consumo de água e de dejetos na produção animal. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 15., 2012, Belo Horizonte, MG. **Anais eletrônicos ...** Rio de Janeiro, 2012. 10p.

TESTA, Vílson Marcos. Desenvolvimento sustentável e a suinocultura do Oeste catarinense: desafios econômicos, sociais e ambientais. In: GUIVANT, Júlia; MIRANDA, Cláudio Rocha (Coord.). **Desafios para o desenvolvimento sustentável da suinocultura.** Chapecó: Ed. Argos, 2004, p. 332.

THACKER, Phillip. Water in Swine Nutrition. In: **Swine Nutrition**, 2nd Edition. Eds: Lewis, A.J. Southern. L.L. CRC Press. 2001. p. 381-398.

TORREY, Stephanie; TOTH TAMMINGA, Emily; WIDOWSKI, Tina. Effect of drinker type on water intake and waste in newly weaned piglets. **Journal of Animal Science**, v.86, n. 6, p.1439-1445, 2008.

TURNER, Jacky. **Ganaderia indutrial y médio ambiente**: compassion in world farming trust. Hampshire: Petersfield, 1999, 52p.

TURNER, Simon; EDWARDS Sandra; BLAND VC. The influence of drinker allocation and group size on the drinking behaviour, welfare and production of growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 617-624, 1999.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Foreign agricultural service. Livestock and poultry: world markets and trade. Global import demand for meat and poultry forecast higher in 2009. 2008, 32p. Disponível em: http://www.fas.usda.gov/dlp/circular/2008/livestock_poultry_10-2008.pdf. Acesso em: 20 Dezembro de 2011.

_____. Foreign agricultural service. Livestock and poultry: world markets and trade. Competition tightens among key beef exporters in 2012. 2011, 28p.. Disponível em: http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf. Acesso em: 20 de Dezembro de 2011.

VAN DER PEET-SCHWERING, Carola; JONGBLOED, Age; AARNINK, Andre. Nitrogen and phosphorus consumption, utilisation and losses in pig production: The Netherlands. **Livestock Production Science**, n.58, p.213-224, 1999.

VAN MILGEN, Jaap, VALANCOGNE, Alain, DUBOIS, Serge. 2008. InraPorc: a model and decision support tool for the nutrition of growing pigs. **Animal Feed Science and technology**, v. 143, p. 387-400.

VELHO, Viviane Furtado. **Utilização de reservatórios de estabilização para polimento e reuso de efluente proveniente de sistema de tratamento de dejetos suínos**. 2011. 184p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.

VERMEER, Herman; KUIJKEN, Nienke; SPOOLDER, Hans. Motivation for additional water use of growing-finishing pigs. **Livestock Science**, v. 124, p. 112-118, 2009.

VIEIRA, Valci Francisco. **Mapeamento do risco da poluição suinícola em águas superficiais como subsídio ao ordenamento territorial: um estudo de caso em Braço do Norte/SC**. 2006. 136p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

XAVIER, Lara Hoffmann. **Modelos univariado e multivariado para análise de medidas repetidas e verificação da acurácia do modelo univariado por meio de simulação**. 2000. 91 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Estatística e Experimentação Agronômica, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2000.

ZANOTTELI, Cladir et al. 2002. Modelagem matemática da remoção de nutrientes em lagoas facultativas com chicanas para dejetos suínos. In: SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 6., Vitória, ES, **Anais...**, Vitória, 8p....

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – PRODUÇÃO MUNDIAL DE SUÍNOS (CABEÇAS).

Produção mundial de suínos (x 1.000 cabeças)										
País	Ano									
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011*	2012**	2012**
China	583.062	618.587	605.823	592.080	636.817	655.620	677.800	641.250	657.470	657.470
UE (27)	256.108	257.362	259.158	265.100	258.400	257.700	262.200	259.600	258.000	258.000
EUA	102.787	103.975	105.633	112.873	115.030	114.542	113.687	114.804	117.050	117.050
Brasil	30.015	32.295	33.304	34.530	34.845	35.890	36.970	37.750	37.700	37.700
Rússia	24.500	22.253	25.361	26.232	26.647	28.798	29.472	30.225	31.500	31.500
Canadá	33.242	33.020	32.278	31.835	31.085	29.297	28.498	28.240	28.450	28.450
Japão	17.160	17.000	16.950	17.050	16.960	17.700	17.500	17.000	17.300	17.300
México	15.350	15.500	15.700	15.767	15.924	15.966	16.200	16.300	16.300	16.300
Coreia Sul	14.796	13.817	13.943	14.422	13.792	14.916	14.923	12.127	14.600	14.600
Ucrânia	6.254	6.865	7.543	6.986	6.619	7.400	8.176	7.800	8.200	8.200
Outros	87.898	97.076	98.401	94.624	14.407	9.417	9.711	9.825	9.880	9.880
Total	1.171.172	1.217.750	1.214.094	1.211.499	1.170.526	1.187.246	1.215.137	1.174.921	1.196.450	1.196.450

* 2011 – Preliminares; ** 2012 – Previsões

Fonte: adaptado de United States Department Of Agriculture (2008; 2011).

APÊNDICE 2 – PRODUÇÃO MUNDIAL DE CARNE (TON).

Produção mundial de carne suína (x 1.000 ton carcaça)											
País	Ano										
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011*	2012**		
China	43.410	45.553	46.505	42.878	46.205	48.905	51.070	49.500	51.280		
UE (27)	21.753	21.676	21.791	22.858	22.596	22.434	22.552	22.530	22.480		
EUA	9.313	9.392	9.559	9.962	10.599	10.442	10.186	10.278	10.466		
Brasil	2.600	2.710	2.830	2.990	3.015	3.130	3.195	3.227	3.295		
Rússia	1.433	1.334	1.444	1.640	1.736	1.844	1.920	1.965	2.020		
Vietname	1.408	1.602	1.713	1.832	1.850	1.910	1.930	1.960	1.960		
Canadá	1.780	1.765	1.748	1.746	1.786	1.789	1.772	1.753	1.765		
Japão	1.272	1.245	1.247	1.250	1.249	1.310	1.292	1.255	1.280		
Filipinas	1.145	1.175	1.215	1.250	1.225	1.240	1.255	1.260	1.265		
México	1.064	1.103	1.109	1.152	1.161	1.162	1.165	1.170	1.180		
Outros	6.895	6.865	6.562	6.399	6.272	6.239	6.408	6.229	6.442		
Total	92.073	94.420	95.723	93.957	97.694	100.405	102.745	101.127	103.433		

* 2011 – Preliminares; ** 2012 – Previsões

Fonte: adaptado de United States Department Of Agriculture (2008; 2011); Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína (2011b)

APÊNDICE 3 - VARIAÇÃO DO N.º DE ANIMAIS DO REBANHO PERMANENTE ENTRE 2004 E 2011.

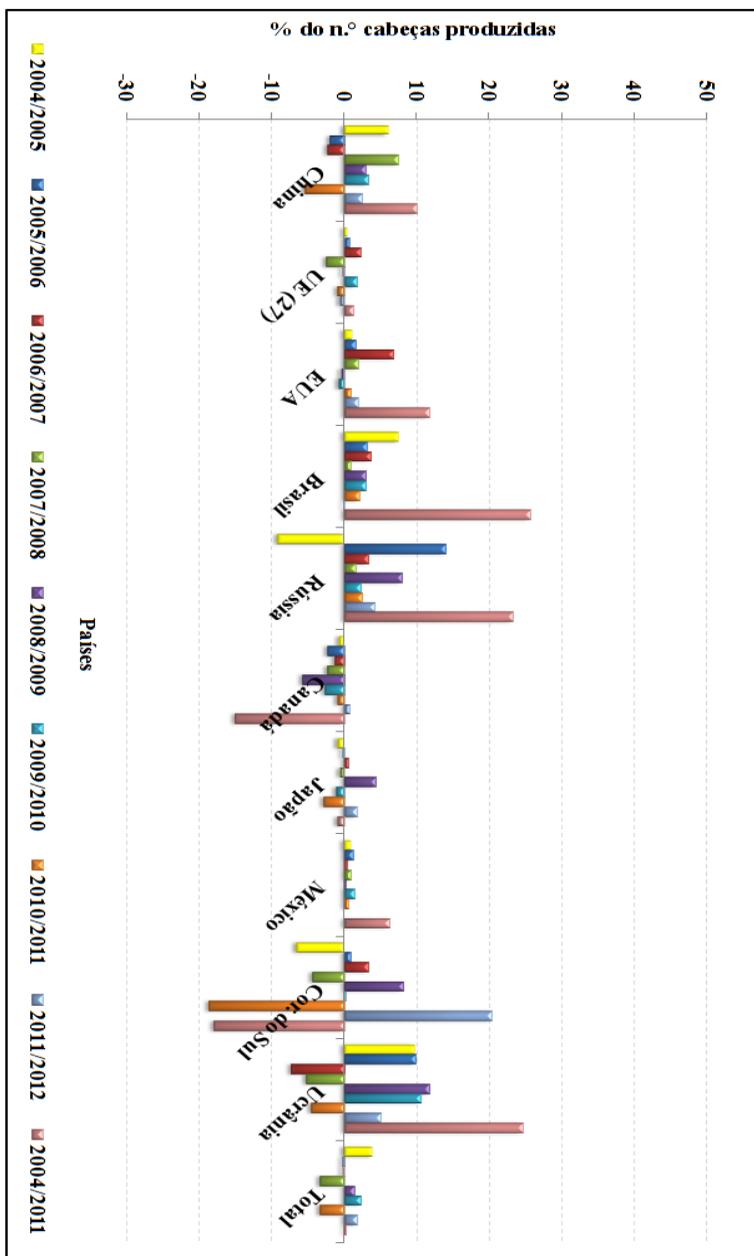
País	Variação anual										
	2004/2005	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2004/2011	2004/2012	2004/2011
China	1,79	2,84	-3,39	5,11	5,23	1,52	1,52	1,52	1,52	-3,77	15,30
UE (27)	-1,26	1,36	1,52	-1,11	-4,17	-0,57	-0,73	-0,73	-0,73	-1,31	-4,96
EUA	0,88	0,79	1,71	9,06	-1,51	-3,37	0,06	0,06	0,06	1,42	7,40
Brasil	0,75	1,90	0,63	-0,60	2,87	3,63	4,36	4,36	4,36	4,45	14,25
Rússia	-15,73	0,69	17,18	0,96	-1,07	6,63	-0,21	-0,21	-0,21	2,01	5,66
Canadá	0,58	2,03	-1,34	-7,36	-11,80	-2,83	0,51	0,51	0,51	0,08	-19,22
Japão	-1,28	0,21	1,44	-0,14	1,58	1,02	-2,32	-2,32	-2,32	0,33	0,45
México	-3,42	-1,73	1,23	4,21	-0,97	-3,56	0,31	0,31	0,31	2,59	-4,07
Ucrânia	-11,68	9,06	14,22	-12,85	-7,04	16,10	5,05	5,05	5,05	-4,90	8,73
Coreia Sul	-3,86	0,67	5,19	2,63	-5,94	6,06	-3,12	-3,12	-3,12	-19,45	0,98
Total	0,46	2,37	-0,57	-3,20	1,42	0,91	0,97	0,97	0,97	-2,34	2,29

Fonte: adaptado de United States Development Of Agriculture (2008; 2011).

APÊNDICE 4 – VARIACÃO DO NÚMERO DE CABEÇAS PRODUZIDAS ENTRE 2004 E 2011.

País	Variação anual										
	2004/2005	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2004/2011	2004/2011	2004/2011
China	6,09	-2,06	-2,27	7,56	2,95	3,38	-5,39	2,53	9,98		
UE (27)	0,49	0,70	2,29	-2,53	-0,27	1,75	-0,99	-0,62	1,36		
EUA	1,16	1,59	6,85	1,91	-0,42	-0,75	0,98	1,96	11,69		
Brasil	7,06	3,12	3,68	0,91	3,00	3,01	2,11	-0,13	25,77		
Rússia	-9,17	13,97	3,43	1,58	8,07	2,34	2,55	4,22	23,37		
Canadá	-0,67	-2,25	-1,37	-2,36	-5,75	-2,73	-0,91	0,74	-15,05		
Japão	-0,93	-0,29	0,59	-0,53	4,36	-1,13	-2,86	1,76	-0,93		
México	0,98	1,29	0,43	1,00	0,26	1,47	0,62	0,00	6,19		
Coreia Sul	-6,62	0,91	3,44	-4,37	8,15	0,05	-18,74	20,39	-18,04		
Ucrânia	9,77	9,88	-7,38	-5,25	11,80	10,49	-4,60	5,13	24,72		
Total	3,98	-0,30	-0,21	-3,38	1,43	2,35	-3,31	1,83	0,32		

Fonte: adaptado de United States Department Of Agriculture (2008; 2011).



APÊNDICE 5 – VARIAÇÃO DE TONELADAS DE CARNE PRODUZIDAS ENTRE 2004 E 2011.

País	Variação anual										
	2004/2005	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2004/2011		
China	4,94	2,09	-7,80	7,76	5,84	4,43	-3,07	3,60	14,03		
UE (27)	-0,35	0,53	4,90	-1,15	-0,72	0,53	-0,10	-0,22	3,57		
EUA	0,85	1,78	4,22	6,39	-1,48	-2,45	0,90	1,83	10,36		
Brasil	4,23	4,43	5,65	0,84	3,81	2,08	1,00	2,11	24,12		
Rússia	-6,91	8,25	13,57	5,85	6,22	4,12	2,34	2,80	37,12		
Vietname	13,78	6,93	6,95	0,98	3,24	1,05	1,55	0,00	39,20		
Canadá	-0,84	-0,96	-0,11	2,29	0,17	-0,95	-1,07	0,68	-1,52		
Japão	-2,12	0,16	0,24	-0,08	4,88	-1,37	-2,86	1,99	-1,34		
Filipinas	2,62	3,40	2,88	-2,00	1,22	1,21	0,40	0,40	10,04		
México	3,67	0,54	3,88	0,78	0,09	0,26	0,43	0,85	9,96		
Total	2,55	1,38	-1,84	3,98	2,77	2,33	-1,57	2,28	9,83		

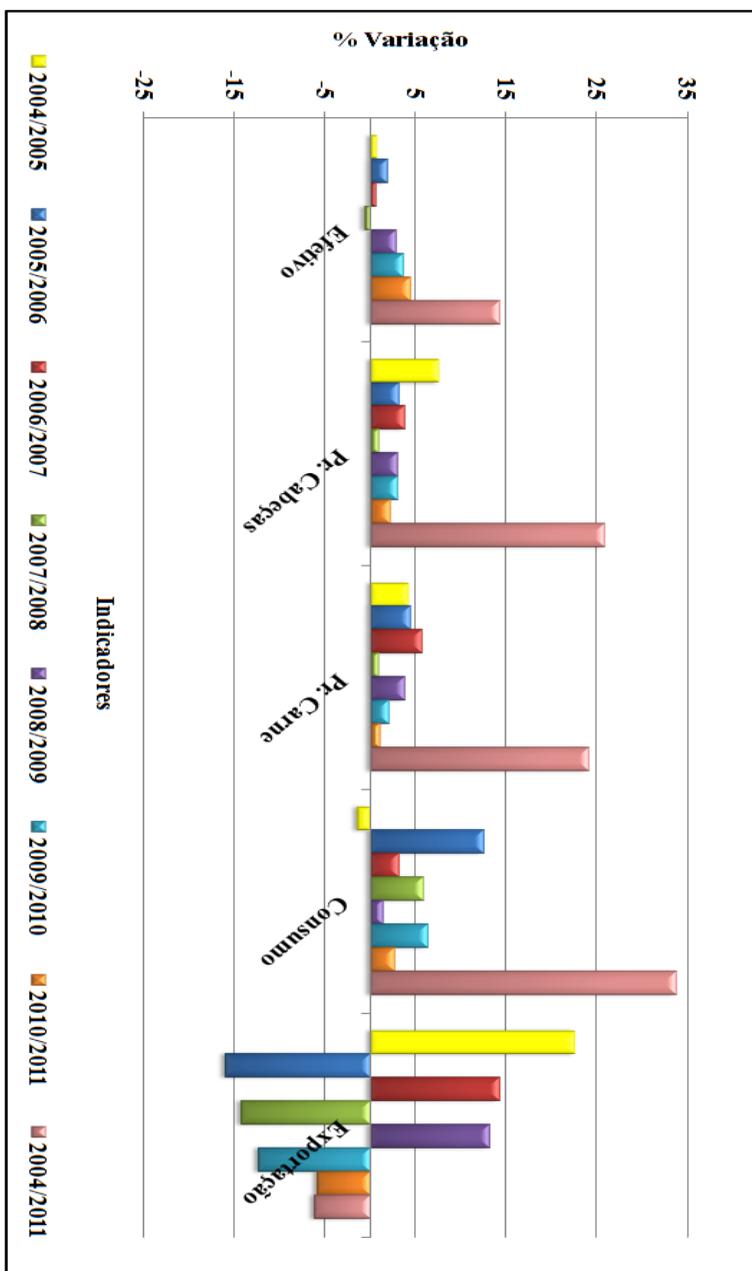
Fonte: adaptado de United States Department Agriculture (2008; 2011); Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína (2011b).

APÊNDICE 6 – DINÂMICA DA SUINOCULTURA BRASILEIRA ENTRE 2004 E 2011.

	Ano										
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011*	2012**		
Efetivo	32.081	32.323	32.938	33.147	32.947	33.892	35.122	36.652	38.282		
Prod. Cabeças	30.015	32.295	33.304	34.530	34.845	35.890	36.970	37.750	37.700		
Prod. Carne	2.600	2.710	2.830	2.990	3.015	3.130	3.195	3.227	3.295		
Consumo	1.979	1.949	2.191	2.260	2.390	2.423	2.577	2.646	2.726		
Exportação	621	761	639	730	625	707	619	582	570		
Importação	0	0	0	0	0	0	1	1	1		

	Variação anual									
	2004/2005	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2004/2011	2004/2012
Efetivo	0,75	1,90	0,63	-0,60	2,87	3,63	4,36	4,45	14,25	
Prod. Cabeças	7,60	3,12	3,68	0,91	3,00	3,01	2,11	-0,13	25,77	
Prod. Carne	4,23	4,43	5,65	0,84	3,81	2,08	1,00	2,11	24,12	
Consumo	-1,52	12,42	3,15	5,75	1,38	6,36	2,68	3,02	33,70	
Exportação	22,54	-16,03	14,24	-14,38	13,12	-12,45	-5,98	-2,06	-6,28	

* 2011 – Preliminares; ** 2012 – Previsões
 adaptado de United States Department Agriculture (2008; 2011); Associação Brasileira Indústria Produtora Exportadora Carne Suína (2011b).



APÊNDICE 7 - EFETIVO DE SANTA CATARINA DISTRIBUÍDO POR MESORREGIÃO E MICRORREGIÃO.

Mesorregiões	Microrregiões	Efetivo Suíno 31.12.2007	Efetivo Suíno 31.12.2008	Efetivo Suíno 31.12.2009	Efetivo Suíno 31.12.2010	% MR/SC 2007	% MR/SC 2008	% MR/SC 2009	% MR/SC 2010
Norte Catarinense	Canoinhas	284837	341082	353273	381648	3,98	4,35	4,42	4,88
	Joinville	235000	299100	314790	343933	3,28	3,81	3,94	4,40
	São Bento do Sul	36906	30008	26537	26590	0,52	0,38	0,33	0,34
Vale do Itajaí	Itajaí	12931	11974	11946	11125	0,18	0,15	0,15	0,14
	Blumenau	481820	492574	508146	504335	6,73	6,28	6,36	6,45
	Itapora	50380	50520	49631	47423	0,71	0,64	0,62	0,61
Oeste Catarinense	Imporanga	21611	20130	8817	8192	0,30	0,26	0,11	0,10
	Rio do Sul	66890	72600	85950	81000	0,93	0,93	1,08	1,04
	Xanxerê	342739	349324	363748	367720	4,79	4,45	4,55	4,70
Serrana	Chapécó	549834	5952862	6068604	5945042	76,86	75,87	75,97	76,05
	Concórdia	1040791	1060405	1051718	1092618	14,54	13,51	13,17	13,98
	Joaçaba	1979168	2174366	2128574	1989585	27,66	27,71	26,64	25,45
Grande Florianópolis	S. Miguel do Oeste	1046816	1133430	1372364	1442511	14,63	14,45	17,18	18,45
	Xanxerê	705768	745621	703398	746162	9,86	9,48	8,80	9,54
	Campos de Lajes	727291	841040	812350	674166	10,16	10,72	10,17	8,62
Sul Catarinense	Curitibanos	216122	241538	258299	265620	3,02	3,08	3,23	3,40
	Florianópolis	55142	56679	49263	47191	0,77	0,72	0,62	0,60
	Itapora	160980	184839	209036	218429	2,25	2,36	2,62	2,79
Estado de Santa Catarina	Florianópolis	31677	32745	29956	30871	0,44	0,42	0,37	0,39
	Itapora	5878	5752	4031	2809	0,08	0,07	0,05	0,04
	Itapora	14564	15778	14727	14969	0,20	0,20	0,18	0,19
Estado de Santa Catarina	Itapora	11235	11215	11198	13093	0,16	0,14	0,14	0,17
	Itapora	641723	785597	770385	690020	8,97	10,01	9,64	8,83
	Itapora	21420	24404	16646	17048	0,30	0,31	0,21	0,22
Estado de Santa Catarina	Itapora	49620	44227	61152	61152	0,69	0,56	0,59	0,78
	Itapora	570683	716966	706567	611820	7,97	9,14	8,84	7,83
	Itapora	7156013	7846398	7988663	7817536	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: adaptado Brasil (2010a).

APÊNDICE 8 – PLANILHA INDIVIDUAL DE REGISTROS.

FICHA DE COLETA DE DADOS						
Produtor:			Mês:			
Dia	Hora	Medidor. 1	Medidor 2	Medidor 3	Dejeto (cm)	N.º Suínos
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						

APÊNDICE 9 – CRONOGRAMA DE ATIVIDADES.

Unidades	Setembro																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
U ₁	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
U ₂	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
U ₃	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
U ₄	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
U ₅	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
U ₆	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
U ₇	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
U ₈	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
U ₉	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
U ₁₀	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
U ₁₁	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
U ₁₂	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
U ₁₃	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
U ₁₄	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
U ₁₅	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Atividades:	1	A	D	P	F
Início do Ciclo	I				
Consumo de Água		A			
Coleta de Dejetos			D		
Pesagem dos animais				P	
Fim do Ciclo					F

APÊNDICE 10 – MÉDIAS SEMANAIS DO CONSUMO DE ÁGUA EM FUNÇÃO DO EQUIPAMENTO E TEMPO DE ALOJAMENTO.

Alojamento (Semanas)	Equipamentos de Dessedentação			Pr>F	Média Final (L·suíno ⁻¹ ·d ⁻¹)
	BB	CH	EC		
	(L·suíno ⁻¹ ·d ⁻¹)				
1	5,67±0,51	5,12±0,56	4,59±0,56	0,3580	5,13±0,31
2	6,43±0,51	5,44±0,56	4,78±0,56	0,0888	5,55±0,31
3	6,57±0,51	5,26±0,56	5,36±0,56	0,1498	5,73±0,31
4	7,05±0,51	5,90±0,56	6,42±0,56	0,3111	6,46±0,31
5	7,97±0,51	6,42±0,56	7,43±0,56	0,1198	7,27±0,31
6	8,21±0,51	7,04±0,56	7,71±0,56	0,3010	7,65±0,31
7	8,49±0,51	7,13±0,56	8,36±0,56	0,1529	7,99±0,31
8	8,85±0,51	7,31±0,56	8,62±0,56	0,0998	8,26±0,31
9	8,99±0,51 ^a	7,20±0,56 ^b	8,80±0,56 ^a	0,0412	8,33±0,31
10	8,91±0,51	7,50±0,56	9,34±0,56	0,0509	8,58±0,31
11	8,93±0,58 ^{ab}	7,50±0,56 ^b	9,67±0,56 ^a	0,0239	8,70±0,33
12	9,18±0,60 ^{ab}	7,58±0,56 ^b	10,32±0,58 ^a	0,0033	9,03±0,33
13	9,01±0,61 ^{ab}	7,52±0,56 ^b	10,01±0,59 ^a	0,0093	8,85±0,34
14	9,69±0,62 ^{ab}	7,84±0,56 ^b	10,51±0,59 ^a	0,0039	9,35±0,34
15	9,54±0,64 ^{ab}	7,77±0,56 ^b	10,42±0,59 ^a	0,0047	9,24±0,34
16	10,20±0,65 ^a	7,88±0,56 ^b	10,88±0,63 ^a	0,0009	9,65±0,35
17	10,86±0,65 ^a	7,56±0,56 ^b	10,59±0,64 ^a	0,0001	9,67±0,36
18	10,72±0,66 ^a	8,00±0,56 ^b	10,63±0,65 ^a	0,0014	9,79±0,36

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente pelo teste *t* (P≤0,05).

APÊNDICE 11 – CONSUMO MÉDIO ANIMAL, MÍNIMO E MÁXIMO EM FUNÇÃO DA UNIDADE DE PRODUÇÃO.

Unidade	Média	σ	Mínimo	Máximo
	(L·suíno ⁻¹ ·d ⁻¹)			
UP ₁	7,16	0,88	4,83	7,93
UP ₂	7,76	1,28	4,94	9,50
UP ₃	6,09	0,74	4,05	6,79
UP ₄	6,73	1,30	4,03	8,29
UP ₅	8,95	1,53	6,62	10,89
UP ₆	7,86	1,67	4,59	10,48
UP ₇	7,31	1,19	4,89	9,29
UP ₈	7,34	1,44	5,22	9,29
UP ₈	8,67	1,21	6,47	10,34
UP ₉	6,52	2,41	2,74	10,12
UP ₁₀	7,84	2,33	4,21	12,04
UP ₁₁	9,11	2,68	4,33	12,37
UP ₁₂	6,06	0,92	4,00	7,37
UP ₁₃	9,95	1,11	7,85	11,97
UP ₁₄	9,09	1,80	5,82	11,51
UP ₁₅	8,11	1,89	4,60	10,56

σ – desvio padrão.

APÊNDICE 12 – MÉDIAS SEMANAIS DA PRODUÇÃO DE DEJETOS EM FUNÇÃO DO EQUIPAMENTO E TEMPO DE ALOJAMENTO.

Alojamento (Semanas)	Equipamentos de Dessedentação			Pr>F	Média Final (L·suíno- 1·d-1)
	BB	CH	EC		
	(L·suíno ⁻¹ ·d ⁻¹)				
1	3,02±0,34	3,11±0,40	2,24±0,40	0,2298	2,79±0,22
2	3,51±0,34 ^a	3,12±0,40 ^a	2,09±0,40 ^b	0,0248	2,90±0,22
3	3,82±0,34 ^a	3,12±0,40 ^{ab}	2,48±0,40 ^b	0,0370	3,14±0,22
4	4,50±0,34 ^a	3,54±0,40 ^{ab}	2,99±0,40 ^b	0,0132	3,68±0,22
5	5,01±0,34 ^a	3,88±0,40 ^b	3,72±0,40 ^b	0,0236	4,20±0,22
6	5,22±0,34	4,55±0,40	4,28±0,40	0,1675	4,69±0,22
7	5,58±0,34	4,48±0,40	4,64±0,40	0,0670	4,90±0,22
8	5,79±0,34 ^a	4,55±0,40 ^b	4,52±0,40 ^b	0,0182	4,95±0,22
9	5,88±0,34 ^a	3,99±0,40 ^b	4,63±0,40 ^b	0,0011	4,83±0,22
10	5,66±0,34	4,44±0,40	5,22±0,40	0,0689	5,11±0,22
11	6,03±0,42	4,68±0,40	5,44±0,42	0,0679	5,39±0,24
12	6,49±0,46 ^a	4,70±0,40 ^b	5,51±0,43 ^{ab}	0,0148	5,57±0,25
13	6,45±0,49 ^a	4,84±0,40 ^b	5,56±0,44 ^{ab}	0,0398	5,62±0,26
14	6,63±0,50 ^a	4,63±0,40 ^b	5,28±0,44 ^b	0,0082	5,52±0,26
15	6,33±0,51 ^a	4,54±0,40 ^b	5,23±0,44 ^{ab}	0,0225	5,37±0,26
16	6,94±0,51 ^a	4,77±0,40 ^b	5,80±0,48 ^{ab}	0,0041	5,84±0,27
17	7,66±0,51 ^a	4,17±0,40 ^c	5,98±0,49 ^b	<,0001	5,94±0,27
18	7,85±0,51 ^a	4,26±0,40 ^c	6,05±0,50 ^b	<,0001	6,05±0,27

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente pelo teste *t* (P≤0,05).

APÊNDICE 13 – VALORES MÉDIOS DE PH NOS DEJETOS, EM FUNÇÃO DO EQUIPAMENTO DE DESSEDENTAÇÃO E PERÍODO DE ALOJAMENTO.

Alojamento (Semanas)	Equipamentos de Dessedentação			Pr>F
	BB	CH	EC	
2	7,21±0,17	7,56±0,20	7,34±0,20	0,4086
3	7,33±0,17	7,57±0,20	7,18±0,20	0,3697
4	7,21±0,17	7,33±0,21	7,17±0,20	0,8490
5	7,41±0,17	7,54±0,20	7,39±0,20	0,8277
6	7,61±0,17	7,46±0,20	7,37±0,20	0,6375
7	7,68±0,17 ^b	8,38±0,20 ^a	7,59±0,20 ^{ab}	0,0081
8	7,72±0,17 ^b	8,29±0,21 ^a	7,63±0,20 ^{ab}	0,0453
9	7,68±0,17	8,12±0,20	7,67±0,20	0,1620
10	7,79±0,17	8,09±0,21	7,60±0,20	0,2279
11	7,89±0,23	8,07±0,20	7,82±0,21	0,6666
12	7,85±0,24	8,19±0,20	7,88±0,21	0,4343
13	7,82±0,24	8,01±0,20	7,62±0,21	0,3993
14	8,39±0,24	7,88±0,20	7,77±0,22	0,1343
15	8,65±0,23	8,19±0,20	7,89±0,21	0,0528
16	8,08±0,23	7,89±0,20	7,98±0,23	0,8139
17	7,93±0,22	7,99±0,20	7,86±0,22	0,8980
18	8,31±0,21	8,06±0,20	7,85±0,21	0,2886

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente pelo teste *t* ($P \leq 0,05$).

APÊNDICE 14A – CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DOS SÓLIDOS TOTAIS NOS DEJETOS, EM FUNÇÃO DO EQUIPAMENTO DE DESSEDENTAÇÃO E PERÍODO DE ALOJAMENTO.

Alojamento (Semanas)	Equipamentos de Dessedentação			Pr>F
	BB	CH	EC	
	(g·L ⁻¹)			
2	64,99±8,42	54,04±10,2	56,35±9,39	0,6644
3	60,97±8,40	57,16±10,2	67,30±9,39	0,7564
4	48,11±8,38	65,73±10,2	64,47±9,39	0,2975
5	43,29±7,93 ^b	67,06±9,39 ^{ab}	76,44±9,39 ^a	0,0194
6	50,28±8,36	69,65±9,39	72,52±9,39	0,1492
7	46,42±7,93	48,26±9,39	66,74±9,39	0,2168
8	45,18±7,93	47,11±10,1	67,78±9,39	0,1539
9	47,94±8,37	61,13±9,39	74,14±9,39	0,1161
10	50,04±7,93	54,91±10,1	68,21±9,39	0,3291
11	57,70±11,0	57,57±9,39	58,15±10,2	0,9991
12	58,04±11,1	67,12±9,39	58,12±10,2	0,7545
13	46,53±11,2	66,98±9,39	65,08±10,2	0,3317
14	42,34±11,3 ^b	86,43±9,39 ^a	66,84±10,3 ^{ab}	0,0124
15	38,08±11,4	71,37±9,39	63,86±10,3	0,0732
16	65,86±11,5	93,01±9,39	73,98±11,5	0,1589
17	52,54±11,5	87,29±9,39	76,48±11,5	0,0661
18	50,88±13,6	77,96±9,39	66,21±11,6	0,2580

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente pelo teste *t* (P≤0,05).

APÊNDICE 14B – CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DOS SÓLIDOS VOLÁTEIS NOS DEJETOS, EM FUNÇÃO DO EQUIPAMENTO DE DESSEDENTAÇÃO E PERÍODO DE ALOJAMENTO.

Alojamento (Semanas)	Equipamentos de Dessedentação			Pr>F
	BB	CH	EC	
	(g·L ⁻¹)			
2	49,51±6,95	39,14±8,43	41,06±7,76	0,5763
3	46,77±6,95	41,26±8,43	50,55±7,76	0,7193
4	35,90±6,95	48,78±8,43	48,47±7,76	0,3702
5	32,70±6,56 ^b	51,46±7,76 ^{ab}	59,61±7,76 ^a	0,0234
6	38,64±6,95	53,27±7,76	56,35±7,76	0,1850
7	35,40±6,56	35,79±7,76	51,30±7,76	0,2370
8	33,99±6,56	35,35±8,42	51,56±7,76	0,1895
9	35,58±6,95	45,80±7,76	56,99±7,76	0,1241
10	38,05±6,56	40,48±8,43	51,67±7,76	0,3875
11	44,33±9,25	42,35±7,76	43,31±8,45	0,9865
12	44,43±9,25	50,87±7,76	43,54±8,45	0,7834
13	34,01±9,25	48,87±7,76	47,75±8,45	0,4188
14	30,01±9,25 ^b	66,68±7,76 ^a	49,70±8,45 ^{ab}	0,0111
15	25,20±9,25	52,39±7,76	47,84±8,45	0,0672
16	49,53±9,25	70,97±7,76	57,56±9,45	0,1934
17	38,49±9,25	67,07±7,76	57,62±9,45	0,0623
18	38,95±11,0	58,06±7,76	48,30±9,45	0,3528

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente pelo teste *t* ($P \leq 0,05$).

APÊNDICE 14C – CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DOS SÓLIDOS FIXOS NOS DEJETOS, EM FUNÇÃO DO EQUIPAMENTO DE DESSEDENTAÇÃO E PERÍODO DE ALOJAMENTO.

Alojamento (Semanas)	Equipamentos de Dessedantação			Pr>F
	BB	CH	EC	
	(g·L ⁻¹)			
2	15,24±1,63	14,06±1,95	15,30±1,87	0,8716
3	14,16±1,63	14,91±1,96	16,75±1,87	0,5711
4	12,27±1,63	16,36±1,96	16,00±1,87	0,1859
5	10,60±1,58 ^b	15,61±1,87 ^a	16,84±1,87 ^a	0,0231
6	11,61±1,63	16,38±1,87	16,17±1,87	0,0862
7	11,02±1,58	12,48±1,87	15,45±1,87	0,1945
8	11,19±1,58	12,22±1,93	16,22±1,87	0,1107
9	11,43±1,63	15,33±1,87	17,15±1,87	0,0600
10	11,99±1,58	14,42±1,93	16,54±1,87	0,1757
11	13,74±2,02	15,22±1,87	15,06±1,97	0,8453
12	13,56±2,03	16,25±1,87	14,84±1,98	0,6214
13	12,76±2,11	18,11±1,87	17,43±1,99	0,1331
14	12,29±2,10 ^b	19,74±1,87 ^a	17,67±1,99 ^{ab}	0,0286
15	13,19±2,14	18,98±1,87	16,14±2,00	0,1270
16	16,09±2,18	22,04±1,87	16,52±2,16	0,0621
17	13,82±2,26	20,22±1,87	17,93±2,18	0,0944
18	11,53±2,45 ^b	19,91±1,87 ^a	19,09±2,15 ^a	0,0188

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente pelo teste *t* (P≤0,05).

APÊNDICE 15 – CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DA DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO NOS DEJETOS, EM FUNÇÃO DO EQUIPAMENTO DE DESSEDENTAÇÃO E PERÍODO DE ALOJAMENTO.

Alojamento (Semanas)	Equipamentos de Dessedentação			Pr>F
	BB	CH	EC	
	(g·L ⁻¹)			
2	80,29±9,94	78,59±12,1	78,12±11,0	0,9880
3	71,25±9,94	67,61±12,1	90,01±11,0	0,3169
4	72,00±9,94	75,34±12,1	100,00± 11	0,1402
5	57,89±9,33 ^b	86,98±11,0 ^a	107,00± 11 ^a	0,0029
6	68,51±9,95	94,07±11,0	77,78±11,0	0,2280
7	77,43±9,33	66,61±11,0	75,36±11,0	0,7434
8	69,02±9,33	77,09±12,1	88,55±11,0	0,4037
9	82,61±9,95	90,59±11,0	94,64±11,0	0,7078
10	61,39±9,33	68,99±12,1	78,05±11,0	0,5160
11	67,15±13,5	80,31±11,0	88,24±12,1	0,5078
12	92,10±13,5	67,64±11,0	84,13±12,1	0,3404
13	69,10±13,5	90,93±11,0	81,60±12,1	0,4586
14	59,65±13,5	88,73±11,0	82,43±12,1	0,2368
15	95,25±13,5	96,41±11,0	97,54±12,1	0,9920
16	92,72±13,5	120± 11	88,50±13,7	0,1332
17	85,27±13,5	97,67±11,0	128,00±14,0	0,0724
18	74,80±16,2	98,04±11,0	91,92±13,7	0,4967

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente pelo teste *t* (P≤0,05).

APÊNDICE 16A – CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DO NITROGÊNIO TOTAL NOS DEJETOS, EM FUNÇÃO DO EQUIPAMENTO DE DESSEDENTAÇÃO E PERÍODO DE ALOJAMENTO.

Alojamento (Semanas)	Equipamentos de Dessedentação			Pr>F
	BB	CH	EC	
	(g·L ⁻¹)			
2	4,84±0,46	4,93±0,56	5,12±0,52	0,9206
3	5,02±0,46	5,55±0,56	5,43±0,52	0,7252
4	4,62±0,46	6,04±0,55	5,84±0,52	0,0873
5	4,52±0,44 ^b	6,09±0,52 ^a	6,04±0,52 ^a	0,0277
6	4,95±0,46	6,18±0,52	6,00±0,52	0,1525
7	4,81±0,44	5,45±0,52	5,81±0,52	0,3172
8	4,62±0,44	5,29±0,55	5,80±0,52	0,2140
9	4,81±0,46 ^b	6,72±0,52 ^a	6,19±0,52 ^a	0,0162
10	4,68±0,44	6,00±0,55	5,64±0,52	0,1331
11	5,39±0,59	6,10±0,52	5,34±0,55	0,5328
12	5,62±0,59	6,37±0,52	5,49±0,56	0,4559
13	5,21±0,60	6,60±0,52	5,63±0,56	0,1838
14	5,06±0,60 ^b	6,97±0,52 ^a	5,55±0,56 ^{ab}	0,0392
15	5,83±0,61	7,06±0,52	6,31±0,56	0,2886
16	5,63±0,61 ^b	7,80±0,52 ^a	6,13±0,62 ^b	0,0165
17	5,22±0,62 ^b	7,26±0,52 ^a	6,75±0,62 ^{ab}	0,0390
18	5,30±0,72	7,22±0,52	7,03±0,62	0,0823

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente pelo teste *t* ($P \leq 0,05$).

APÊNDICE 16B – CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DO NITROGÊNIO AMONÍACAL NOS DEJETOS, EM FUNÇÃO DO EQUIPAMENTO DE DESSEDENTAÇÃO E PERÍODO DE ALOJAMENTO.

Alojamento (Semanas)	Equipamentos de Dessedentação			Pr>F
	BB	CH	EC	
	(g·L ⁻¹)			
2	2,54±0,30	2,70±0,38	2,74±0,34	0,8937
3	2,69±0,28	3,33±0,37	2,84±0,34	0,3905
4	2,69±0,28	2,93±0,37	3,06±0,33	0,6810
5	2,64±0,28	3,17±0,31	3,24±0,31	0,2755
6	2,93±0,29	3,17±0,31	3,29±0,31	0,6839
7	2,84±0,27	3,52±0,31	3,38±0,31	0,2129
8	2,90±0,26	3,55±0,33	3,42±0,31	0,2238
9	2,98±0,27 ^b	4,31±0,31 ^a	3,60±0,31 ^{ab}	0,0062
10	2,90±0,26	3,92±0,33	3,33±0,31	0,0570
11	3,35±0,35	4,08±0,31	3,28±0,33	0,1529
12	3,57±0,36	4,18±0,31	3,34±0,34	0,1662
13	3,39±0,37	4,36±0,31	3,57±0,34	0,0904
14	3,53±0,38	4,31±0,31	3,68±0,34	0,2104
15	4,30±0,38	4,82±0,31	3,89±0,34	0,1338
16	3,76±0,39 ^b	5,09±0,31 ^a	3,91±0,38 ^b	0,0104
17	3,40±0,39 ^b	4,82±0,31 ^a	4,42±0,38 ^{ab}	0,0177
18	3,59±0,45	4,70±0,31	4,55±0,39	0,1141

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente pelo teste *t* (P≤0,05).

APÊNDICE 17 – CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DO FÓSFORO TOTAL NOS DEJETOS, EM FUNÇÃO DO EQUIPAMENTO DE DESSEDENTAÇÃO E PERÍODO DE ALOJAMENTO.

Alojamento (Semanas)	Equipamentos de Dessedentação			Pr>F
	BB	CH	EC	
	(g·L ⁻¹)			
2	1,11±0,19	1,02±0,23	1,17±0,20	0,8889
3	0,99±0,19	0,88±0,23	1,08±0,20	0,8129
4	0,74±0,19 ^b	1,11±0,23 ^{ab}	1,43±0,20 ^a	0,0453
5	0,77±0,17 ^b	1,22±0,20 ^{ab}	1,45±0,20 ^a	0,0314
6	0,94±0,19	1,18±0,20	1,43±0,20	0,2016
7	0,90±0,17	0,71±0,20	1,17±0,20	0,2731
8	0,82±0,17	0,79±0,23	1,30±0,20	0,1367
9	0,90±0,19	1,05±0,20	1,50±0,20	0,0864
10	0,88±0,17	0,96±0,23	1,46±0,20	0,0847
11	1,04±0,25	1,06±0,20	1,19±0,23	0,8715
12	1,19±0,25	1,32±0,20	1,58±0,23	0,4801
13	0,97±0,25	1,47±0,20	1,69±0,23	0,1037
14	1,03±0,25	1,40±0,20	1,54±0,23	0,3142
15	0,92±0,25	1,51±0,20	1,67±0,23	0,0712
16	1,03±0,25	1,69±0,20	1,82±0,26	0,0562
17	1,26±0,25	1,76±0,20	2,07±0,26	0,0745
18	1,22±0,31 ^b	1,91±0,20 ^{ab}	2,27±0,26 ^a	0,0331

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente pelo teste *t* ($P \leq 0,05$).

APÊNDICE 18 – CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DO COBRE NOS DEJETOS, EM FUNÇÃO DO EQUIPAMENTO DE DESSEDENTAÇÃO E PERÍODO DE ALOJAMENTO.

Alojamento (Semanas)	Equipamentos de Dessedentação			Pr>F
	BB	CH	EC	
	(g·L ⁻¹)			
2	56,12±12,1	43,42±14,8	57,63±13,2	0,7374
3	49,84±7,81	47,20±9,54	60,44±8,64	0,5315
4	42,01±9,27 ^b	73,25±11,3 ^a	85,01±10,3 ^a	0,0063
5	30,95±7,48 ^b	67,86±8,85 ^a	83,92±8,85 ^a	<,0001
6	31,28±9,58 ^b	63,19±10,8 ^a	63,99±10,8 ^a	0,0328
7	21,06±10,8	35,54±12,8	43,04±12,8	0,4003
8	8,44±5,04 ^b	20,19±6,43 ^{ab}	30,17±5,96 ^a	0,0212
9	9,13±2,23 ^b	11,93±2,49 ^b	21,65±2,49 ^a	0,0008
10	8,59±1,73 ^b	9,08±2,21 ^b	15,86±2,05 ^a	0,0169
11	5,23±3,28 ^b	10,10±2,69 ^{ab}	16,60±2,95 ^a	0,0357
12	9,89±2,54	10,34±2,04	14,38±2,25	0,3086
13	6,39±2,66	10,46±2,06	14,10±2,30	0,0922
14	7,03±2,38	9,83±1,85	12,98±2,06	0,1662
15	6,64±1,91	9,18±1,48	12,44±1,65	0,0693
16	9,98±3,35	10,49±2,60	13,11±3,27	0,7614
17	8,45±2,98	11,71±2,31	13,85±2,93	0,4309
18	5,42±2,78	9,96±1,82	12,25±2,35	0,1715

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente pelo teste *t* ($P \leq 0,05$).

APÊNDICE 19 – CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DO FÓSFORO TOTAL NOS DEJETOS, EM FUNÇÃO DO EQUIPAMENTO DE DESSEDENTAÇÃO E PERÍODO DE ALOJAMENTO.

Alojamento (Semanas)	Equipamentos de Dessedentação			Pr>F
	BB	CH	EC	
	(g·L ⁻¹)			
2	54,34±8,04	50,49±9,81	60,25±8,89	0,7544
3	44,61±6,43	47,90±7,84	56,83±7,11	0,4337
4	37,56±6,61 ^b	57,06±8,06 ^{ab}	70,40±7,31 ^a	0,0041
5	35,80±5,34 ^b	55,52±6,31 ^a	69,75±6,31 ^a	0,0003
6	44,29±5,74 ^b	55,42±6,34 ^{ab}	67,86±6,34 ^a	0,0243
7	39,97±7,44	38,14±8,81	57,55±8,81	0,2165
8	40,37±8,82	43,83±11,5	66,98±10,4	0,1305
9	47,44±7,89	55,50±8,72	65,30±8,72	0,3184
10	51,72±14,2	46,90±18,5	57,62±16,8	0,9103
11	47,79±8,54	51,77±6,85	60,50±7,56	0,5064
12	46,52±14,6	64,75±11,7	79,00±13,0	0,2542
13	38,12±13,1	68,41±10,5	76,23±11,6	0,0794
14	48,07±14,4	65,99±11,5	62,97±12,7	0,6040
15	42,84±8,45	64,40±6,78	67,57±7,48	0,0645
16	41,49±14,7	64,15±11,8	58,02±14,8	0,4791
17	43,50±13,6	65,36±10,9	80,87±13,7	0,1521
18	49,25±17,3	68,80±11,5	68,05±14,4	0,6139

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente pelo teste *t* ($P \leq 0,05$).

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Belli Filho

Coorientador: Eng. Dr. Paulo Armando V. de Oliveira

Florianópolis, 2012