



Efeito da Forma de Condução dos Suínos no Período Pré-Abate Sobre a Qualidade da Carne e o Bem-Estar dos Animais

Charli Ludtke¹
Exedito Tadeu Facco Silveira²
William Bertoloni³
Juliana Cunha de Andrade⁴
Luciano Bessa⁵
Maria Luisa Buzelli⁶
Osmar Antonio Dalla Costa⁷
Germano Jorge Dornelles Soares⁸

Introdução

No manejo pré-abate há fatores estressantes, que dependendo da duração ou severidade, são capazes de alterar a qualidade da carne e o bem-estar. Um dos fatores considerado crítico para o bem-estar é a movimentação dos animais. Assim, dependendo da forma de condução dos suínos, pode-se observar que maus tratos, medo, esforço e excessiva utilização de bastão elétrico, resultam em perdas econômicas, em função da redução da qualidade obtida.

A facilidade de manejo dos suínos, com descargas elétricas, aliada à falta de treinamentos e regulamentações, corroboram com o uso intensivo desse dispositivo e conseqüentemente, induz defeitos na carne, pelo aumento dos níveis de estresse.

Suínos movimentados com bastão elétrico durante o carregamento, descarregamento e na área de abate, podem apresentar modificações no comportamento e nas respostas fisiológicas. Esta prática de manejo influi na indução do estresse psicológico e físico. O estresse aumenta a liberação de hormônios adrenérgicos e corticotróficos, que podem interferir nas reservas de glicogênio muscular, antecipando a

glicólise *post mortem*. Esse mecanismo, dependendo da intensidade, pode resultar em valores de pH desfavoráveis que, combinados à temperatura elevada das carcaças suínas, provocam diminuição da capacidade de retenção de água. Portanto, há maior desnaturação das proteínas, aumentando a incidência de carne pálida, flácida, exsudativa (PSE) e vermelha, flácida, exsudativa (RSE).

Na condução de suínos, a substituição do bastão elétrico pelo painel de alumínio comprovou ser um sistema eficiente na diminuição do estresse e, dependendo da susceptibilidade dos animais, pode minimizar os defeitos da carne.

As adequações das condições de pré-abate são fundamentais para atender as legislações de bem-estar animal, tornando extremamente relevante propostas que investiguem os níveis de estresse com a qualidade da carne, o que melhora a competitividade deste produto exigente mercado internacional.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência de duas formas de condução dos suínos (uso de bastão elétrico *verso* o uso de painel de alumínio) de suínos no período pré-abate, em relação aos níveis de estresse e qualidade da carne.

¹ Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Agro-industrial- Faculdade de Agronomia -FAEM Universidade Federal de Pelotas-UFPEL, Pelotas, RS; *charli@wspabr.org;

² Pesquisador - Centro de Tecnologia de Carnes- CTC Instituto de Tecnologia de Alimentos- ITAL, Campinas, SP;

³ Dpto de Zootecnia e Extensão Rural- Faculdade de Medicina Veterinária- Universidade Federal de Mato Grosso -UFMT, Cuiabá, MT;

⁴ (bolsista de iniciação científica)- Centro de Tecnologia de Carnes- CTC, Instituto de Tecnologia de Alimentos- ITAL, Campinas;

⁵ Graduando em Medicina Veterinária- Universidade Federal de Pelotas- UFPEL, Pelotas-RS;

⁶ (bolsista de iniciação científica)- Centro de Tecnologia de Carnes- CTC, Instituto de Tecnologia de Alimentos- ITAL, Campinas, SP;

⁷ Embrapa Suínos e Aves, Cx. Postal 21, CEP 89700-000, Concórdia- SC;

⁸ Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Agro-industrial- Faculdade de Agronomia -FAEM Universidade Federal de Pelotas-UFPEL, Pelotas, RS;

Material e Métodos

O experimento utilizou 120 suínos, com pesos entre 86 e 95Kg, divididos em dois grupos, contendo 60 animais. No grupo um os animais foram movimentados utilizando painel de alumínio, durante carregamento, descarregamento e nas instalações frigoríficas. No grupo dois os animais foram movimentados com bastão elétrico (40v).

Suínos híbridos, procedentes de uma granja na região de Patos de Minas / MG, foram abatidos no município de Patrocínio/MG. Após padronização da genética e idade de abate (140d), mantiveram-se sob controle das condições de transporte (noturno), utilizando densidade (0,4m²/100kg⁻¹) e distância percorrida (120Km), além do tempo de espera dos suínos no frigorífico (4h) e o método de insensibilização (elétrico).

No abatedouro, os suínos foram previamente agrupados e conduzidos às baias de espera com densidade de lotação (0,6m²/100Kg⁻¹) e sistema de aspersão de água. Os animais permaneceram em dieta hídrica e descanso por 4h, após foram conduzidos para o insensibilizador elétrico, utilizando painel (grupo 1) ou bastão elétrico (grupo 2). A insensibilização dos suínos utilizou eletrodos na região das têmporas, com descarga elétrica de 340v por 3s e corrente elétrica de 0,46A. Na seqüência, os animais, foram abatidos pela incisão da veia jugular e artéria carótida, efetuando-se a sangria (mesa

rolante), sendo as demais etapas: (escaldamento, remoção de pêlos, flambagem, evisceração, tipificação e resfriamento) cumpridas de acordo com os procedimentos adotados pelo frigorífico. O tempo para finalização da evisceração variou de 30 a 35 min. Após a obtenção da carcaça esta foi resfriada, iniciando 50min *post mortem* com choque térmico (-22°C durante 60min) e posteriormente câmara de equalização (2°C durante 24h).

Efetou-se a coleta de sangue dos suínos (n=120) durante a etapa de sangria, coletando as amostras em tubos cônicos de 15mL, contendo 2500UI de anticoagulante heparina. As amostras foram imediatamente resfriadas (5°C) e, a seguir centrifugadas, separando-se o plasma, que foi congelado em nitrogênio líquido (-196°C), para posterior análise bioquímica dos indicadores de estresse.

Separou-se, aleatoriamente, 70 carcaças suínas, incluindo ambos os grupos, para avaliação da qualidade da carne, através de características visuais e físico-químicas. Essas análises nas carcaças foram obtidas dentro do período de 24h *post mortem*. Para a análise molecular, foi utilizado 20% das carcaças (n=14) na caracterização do gene *hal*.

Os índices de escoriações foram obtidos visualmente no pernil, paleta e corpo das carcaças fotográfico (Fig. 1), baseando-se em um padrão (1-ausência, 2-leve; 3-moderada e 4-severa).

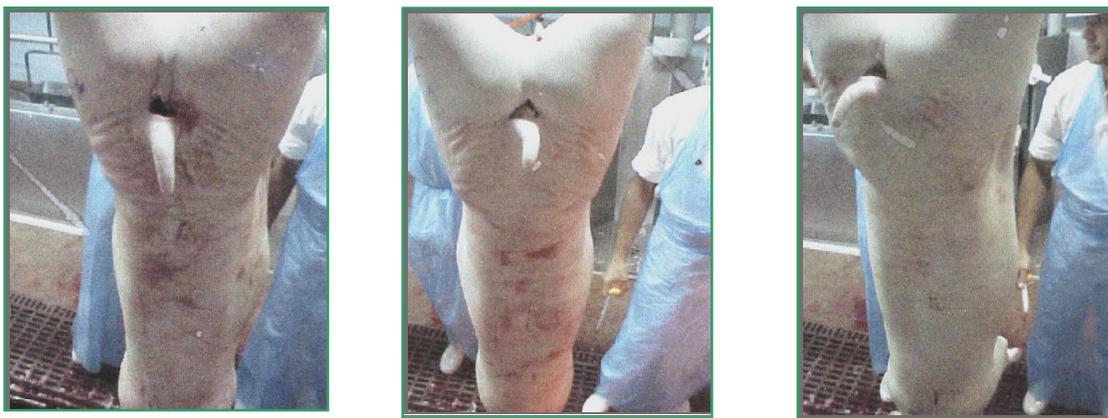


Figura 1. Avaliação visual da prevalência de escoriações nas carcaças suínas

A avaliação de petéquias hemorrágicas (salpicamento) foi realizado no *Longissimus dorsi* (LD) e este foi separado da coluna vertebral e a pele e o tecido subcutâneo retirados. As petéquias foram localizadas de acordo com a região do LD: anterior, posterior,

central, medial e lateral. A incidência destas, foi determinada utilizando uma escala subjetiva de quatro categorias: (1-ausência, 2-ligeira, 3-moderada e 4-severa).

Os valores de pH foram medidos utilizando-se pHmetro (INGOLD-WTW) com

sistema de identificação digital, sensor de compensação de temperatura (TEC 530) e eletrodo de vidro apropriado para determinação de pH em profundidade. As medições foram realizadas em duplicata nos músculos *Semimembranosus*, no período de 4, 6, 8 e 24h *post mortem*).

A cor foi avaliada num período de 24h *post mortem*, utilizando colorímetro Minolta (modelo CR 300, Minolta Câmera Co., Ltd., Osaka, Japan). As medições foram realizadas em triplicatas no músculo LD, todas no sistema L* (brilho) a*(vermelho) b* (amarelo).

A perda por exsudação foi realizada com a coleta de uma amostra de 100g do músculo *Longissimus dorsi*, em duplicatas para a determinação da perda de água por exsudação num período de 24h *post mortem*, baseado na suspensão da amostra em sacos plásticos inflados, sob atuação da gravidade.

A capacidade de retenção de água foi realizada em uma amostras em duplicatas do músculo *Longissimus dorsi* 24h *post mortem*, foram pesadas 0,5g ($\pm 0,0005$) e colocadas entre dois discos de papel filtro Wathman nº1 e placas de plexiglass com pressão hidráulica de 500 lb/pol² durante 2 minutos.

As mensurações de reflectância luminosa interna, foram realizadas com o sistema de tipificação Hennessy Grading Probe (HGP), realizando-se duas inserções da sonda óptica (comprimento de onda 590nm) no músculo *Longissimus dorsi*, entre a 10^a e 11^a costelas e 13^a e 14^a, a 80mm da linha média da carcaça. As inserções foram realizadas no período de 45min pós abate, sendo repetida 24h *post mortem*.

A avaliação dos parâmetros fisiológicos para o estresse foi realizada pela dosagem do hormônio cortisol e atividade das enzimas lactato-oxidase. Amostras de plasma foram descongeladas (-196°C) e usadas para análise

de cortisol usando o método de radio-imunoensaio (Coat-A-Count Cortisol Kit, Diagnostic Products Corporation-DPC, Los Angeles, USA) e lactato-oxidase (Lactat PAP enzym. Farbtest, Rolf Greiner Biochemica, Flacht, Germany) A atividade enzimática foi medida em comprimento de onda (340nm), utilizando espectrofotômetro (RA-XTTM, Technicon). A dosagem de cortisol foi realizada em contador gama (Gama Count Cobra II-PackardTM).

As PCR's foram realizadas em um volume final de 25µL, sendo 20µL do Mix-PCR (200µM de dNTP's, 1,5mM de MgCl₂, 1,5U de DNA Taq polimerase e 200ng de cada *primer*) e 5µL da extração

Os resultados das avaliações físico-químicas, bioquímicas e visuais, foram submetidos à análise de variância, para o estudo dos efeitos dos principais tratamentos, utilizando o software estatístico SAS (Statistical Analysis System- versão 8/2000).

Resultados e Discussão

Não foram verificadas escoriações severas na região do pernil, corpo e paleta (Tab. 1), no entanto, constataram-se baixos percentuais de escoriações leves e moderadas no grupo manejado com painel (G1) e com bastão elétrico (G2). O grupo G2 apresentou maior percentual de lesões com escore 2 e 3 na região da paleta, diferindo significativamente do grupo G1. Os resultados demonstram apenas uma tendência maior para lesões nos suínos movimentados com bastão elétrico. Também foi observada maior agitação dos suínos, muitas vezes jogando-se uns sobre os outros, o que pode ter contribuindo no número de lesões.

Tabela 1- Frequência de escores de lesões (%) em função do uso do bastão elétrico ou painel.

Amostra	1- Ausência		2- Leve		3- Moderada		4- Severa		Significância
	Baixo estresse	Alto estresse	Baixo estresse	Alto estresse	Baixo estresse	Alto estresse	Baixo estresse	Alto estresse	
Pernil (%)	26,00	36,00	18,00	16,00	4,00	0	0	0	0,248
Corpo (%)	16,00	16,00	24,00	24,00	8,00	12,00	0	0	0,852
Paleta (%)	42,00 ^e	30,00 ^d	6,00 ^b	18,00 ^a	0	4,00	0	0	0,051

Lesões da pele são medidas por um escore de 4 pontos: 1 e 2 representam valores aceitáveis e 3 e 4 inaceitáveis.

G1- Baixo estresse (utilização de pranchas de alumínio para movimentar os animais); G2- Alto estresse (utilização de bastão elétrico); Valores com sobrescritos distintos são significativamente diferentes pelo teste do chi-quadrado ($p < 0,05$)

Verificou-se aumento do número de petéquias na região central do lombo (Tab. 2), utilizando o manejo com bastão elétrico, quando comparado com o painel de alumínio.

Esta incidência se manteve maior em diversas regiões, sendo significativa somente na região central do lombo, devido ser o principal local atingido pelo bastão elétrico.

Tabela 2 - Incidência de petéquias hemorrágicas (%) segundo o uso de bastão elétrico e painel em diferentes regiões do *Longissimus dorsi*, utilizando escala de (1 a 4) pontos.

Salpicamento no músculo <i>Longissimus dorsi</i> ¹	1- Ausência		2- Leve		3- Moderado		4- Severo		Significância
	Baixo estresse	Alto estresse	Baixo estresse	Alto estresse	Baixo Estresse	Alto estresse	Alto estresse	Baixo estresse	
Região anterior (%)	33,33	50,00	3,70	12,96	0	0	0	0	0,313
Região central (%)	27,78	25,93	7,41 ^b	33,33 ^a	1,85	3,70	0	0	0,048**
Região posterior (%)	37,04	55,56	0	7,41	0	0	0	0	0,111
Região medial (%)	29,63	33,33	7,41	25,93	0	3,70	0	0	0,114
Região lateral (%)	37,04	59,26	0	3,70	0	0	0	0	0,269

G1- Baixo estresse - utilização de painéis para movimentar os suínos; G2- Alto estresse - utilização de bastão elétrico; Valores com sobrescritos distintos são significativamente diferentes pelo teste do chi-quadrado ($p < 0,05$).

Analisando os valores médios de pH *post mortem* (Tab. 3), constata-se que houve diferença significativa no pH (4, 6 e 8 h) do músculo *Semimembranosus* (SM), segundo os tratamentos de baixo estresse (G1) ou alto

estresse (G2). Verifica-se que o grupo G2 apresentou menores valores de pH, e que indica maior velocidade de queda do pH *post mortem*.

Tabela 3 - Parâmetros físico-químicos de músculos suínos (LD e SM) em função do manejo com bastão elétrico (alto estresse) e painel (baixo estresse).

Análises	Manejo		Significância
	Baixo estresse	Alto estresse	
pH (4 h)-SM	6,58±0,22 ^b	6,36±0,3 ^c	0,0008 ***
pH (6h) -SM	6,39±0,18 ^d	6,10±0,26 ^e	0,0001 ***
pH (8h)-SM	6,08±0,19 ^f	5,83±0,21 ^g	0,0001 ***
pH (24h)-SM	5,54±0,14 ^a	5,60±0,14 ^a	0,206
Cor L*LD	48,62±1,90	49,70±4,7	0,209
Cor a*LD	0,41±0,43	0,69±1,01	0,384
Cor b*LD	7,12±0,60	7,32±1,38	0,989
Reflectância Interna (45min.)	30,62±3,25	30,83±3,18	0,862
Reflectância Interna (24h)	70,12±11,39	72,39±11,93	0,278
Drip loss (%)	7,12±3,04	8,39±2,62	0,204
CRA (cm ²)	0,37±0,07	0,35±0,07	0,220
PSE-LD (%)	13,64	23,53	0,009**

Valores com subscritos diferentes são significativamente diferentes; *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$

LD-*Longissimus dorsi*; SM-*Semimembranosus*;
PSE - L* > 50, drip loss > 5% e pH_u < 6,0.

A maior velocidade de queda pode ser explicada pelo aumento do estresse psicológico e físico que os suínos movimentados com bastão elétrico sofreram, sendo comprovada observando-se as diferenças dos valores médios de cortisol e lactato plasmático (Tab. 4). Em situações de

estresse ocorre aumento da liberação de hormônios adrenérgicos e corticosteróides, que interferem na regulação de enzimas que atuam na degradação da fosfocreatina e glicogênio, formando altas concentrações de lactato, íons hidrogênio e ATP.

Tabela 4- Parâmetros bioquímicos do plasma de suínos em função do manejo pré-abate.

Análises	Manejo ^a		Significância
	Baixo estresse	Alto estresse	
Cortisol (µg/dL)	10,76±5,76	16,32±5,50	0,0004***
Lactato (mg/dL)	80,26±41,38	189,214±72,06	0,0001***

Manejo^a- Baixo estresse - utilização de painéis para movimentar os suínos; Alto estresse- utilização de bastão elétrico; ***p<0,001; **p<0,01;

A maior velocidade de queda do pH também pode ser influenciada por outras causas de estresse, além do método de condução dos animais. Não há interferência do tempo de transporte na redução dos valores de pH dos grupos G1 e G2, uma vez que os animais percorreram uma distância de 120km, considerada com o tempo intermediário a partir de estudos referenciados anteriormente.

Analisando-se os valores médios da cor (L*, a*, b*) dos músculos LD 24h *post mortem*, não houve diferença significativa (p>0,05) entre os grupos G1 e G2. No entanto pode-se observar (Tab. 3) que o grupo G2 apresentou maior média de L*, quando comparado ao G1.

Há compatibilidade, entre os resultados de reflectância interna 24h *post mortem*, no músculo LD dos suínos (Tab. 3) e as leituras de cor L*, a*, b* uma vez que, também não houve diferença significativa (p>0,05) para a reflectância 24 horas *post mortem*. No entanto, verificou-se que o grupo movimentado com bastão elétrico apresentou maiores valores de reflectância quando comparado ao grupo conduzido com painel. Essa pequena diferença é compatível tanto com a maior velocidade de queda do pH como pela cor L* descrita anteriormente para os suínos do G2. Ainda com relação aos valores médios de reflectância encontrados, estes são considerados como normais.

Pode-se inferir que as pequenas diferenças nos resultados de cor e reflectância luminosa interna (Tab. 3) reduziram a solubilidade das proteínas sarcoplasmáticas, causando aumento da liberação de água na fibra muscular, que interfere na reflectância do feixe de luz incidido e conseqüentemente diminui a intensidade da cor da carne.

A avaliação da capacidade de retenção de água, utilizando os métodos de prensagem (CRA) e perda por exsudação, não apresentou diferença significativa (p>0,05) entre os tratamentos (Tab. 3). Os suínos movimentados

com bastão elétrico, apresentaram valores menores de CRA e maiores de exsudato, quando comparados ao grupo manejado com painel. Possivelmente o valor de retenção de água levemente maior no grupo G2 deva-se a maior velocidade de queda do pH e dos níveis mais elevados de cortisol e lactato (Tab. 4).

Os resultados de retenção de água caracterizaram as carnes dos grupos G1 e G2 como exsudativas, demonstrando que pode ter ocorrido uma modificação estrutural nas proteínas sarcoplasmáticas e nas miofibrilares, induzindo desnaturações capazes de aumentar a exsudação.

A linhagem genética dos suínos (G1 e G2) também pode ter influenciado a CRA e a exsudação, visto que ambos apresentaram níveis acima do normal para essas propriedades. A seleção genética ao aumentar drasticamente a eficiência na produção de carne pode interferiu, diminuindo os pigmentos musculares, acelerando a queda de pH e reduzindo a capacidade de retenção de água.

Os resultados também demonstraram que não houve uma relação direta entre cor e capacidade de retenção de água, pois ambos os fenômenos, embora sejam dependentes de desnaturação, têm suas propriedades bioquímicas variando independentemente.

Os valores médios de cor, perda por exsudação e pH (Tab. 3) para as amostras dos grupos G1 e G2, classificam as carnes analisadas como (RSE). Nessa classificação há quatro categorias para carne: Vermelha, firme, não exsudativa (RFN) correspondendo a valores de L*42-50, exsudação<5% e pH_u<6,0; vermelha, flácida, exsudativa (RSE) L*42-50, exsudação>5% e pH_u<6,0; pálida, flácida, exsudativa (PSE) L*>50, exsudação>5% e pH_u<6,0 e escura, firme e seca na superfície (DFD) L*<42, exsudação<5% e pH_u≥6,0.

Verificou-se diferença significativa (p<0,05) no percentual de amostras PSE entre o grupo movimentado com painel (13,64%) e

o com bastão elétrico (23,53%), enquanto o percentual de RSE não diferiu entre os tratamentos. Apesar de não ocorrer diferença significativa entre os grupos (G1 = 40,91% e G2 = 37,24%) a incidência da carne RSE é elevada em ambos.

Analisando os valores médios de cortisol plasmáticos (Tab. 4), constata-se que houve diferença significativa ($p < 0,001$) entre os tratamentos (G1 e G2). A utilização do bastão elétrico (G2) teve efeito significativo nas concentrações de cortisol, resultando em níveis maiores do que os animais do G1. O cortisol aumenta a concentração de glicose sanguínea, glicogenólise hepática e gliconeogênese, associada ao aumento do catabolismo das proteínas.

Há diferença significativa ($p < 0,001$) entre o grupo G1 e G2 nos valores médios de lactato plasmático (Tab. 4), sendo que os suínos manejados com bastão elétrico apresentaram valores mais elevados, o que é condizente com maior estresse físico. Em situações de estresse intenso pode ocorrer exaustão muscular formando grande quantidade de ácido láctico, a qual poderá ser liberada na corrente circulatória. O excesso de lactato encontrado no grupo G2 está de acordo com a maior velocidade de glicólise e maior incidência de PSE, constatada anteriormente (Tab. 3).

A amostragem utilizada ($n = 14$), representa 20% das carcaças avaliadas nas características físico-químicas. Observou-se que a distribuição do gene *hal* foi de 12 NN

(85,7%), 2 Nn (14,3%) e 0 nn (zero) conforme apresentado na figura 2.

Esta constatação, provavelmente deve-se ao manejo na unidade de produção, que seleciona os suínos baseando-se na eliminação dos portadores (nn) e mantém alguns animais heterozigotos (Nn), por apresentarem um bom ganho de peso. A baixa frequência de Nn não influenciou a qualidade da carne, conseqüentemente a condição PSE ou RSE não está associada à presença do gene do *hal* em homozigose ou heterozigose.

Conclusões

Os níveis dos indicadores sanguíneos de estresse diminuem, e o bem-estar animal é favorecido pela condução com auxílio do painel; A velocidade de queda do pH, aumenta nas primeiras horas *post mortem* utilizando o bastão elétrico; A prevalência de carne PSE diminui na condução dos suínos com painel; Há diminuição da incidência de lesões de pele e petéquias hemorrágicas nas carcaças conduzidas com painel; Os níveis de estresse dos suínos, causados pela condução por bastão elétrico, são insuficientes para causar alterações significantes na cor da carne. Portanto, o manejo dos suínos durante o período do pré-abate deve ser realizado de maneira a amenizar o estresse dos animais recomenda-se a se evitar o uso de bastão elétrico na condução dos animais.

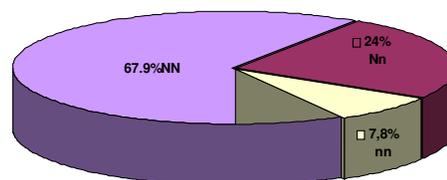


Figura 1. Distribuição do gene *hal* nos suínos avaliados no frigorífico.

Comunicado Técnico, 427

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Suínos e Aves
Endereço: Br 153, Km 110,
Distrito de Tamanduá
Caixa postal 21,
89700-000, Concórdia, SC
Fone: 49 3441 0400
Fax: 49 3442 8559
E-mail: sac@cnpsa.embrapa.br
1ª edição
1ª impressão (2006): tiragem: 100

Comitê de Publicações

Presidente: Claudio Bellaver
Membros: Teresinha M. Bertol, Cícero J. Monticelli, Gerson N. Scheuermann, Airton Kunz, Valéria M. N. Abreu.
Suplente: Arlei Coldebella

Revisores Técnicos

Cícero J. Monticelli, Gerson N. Scheuermann, Armando L. do Amaral

Expediente

Supervisão editorial: Tânia M. B. Celant
Editoração eletrônica: Kênia Cristiane Wollinger
Normalização bibliográfica: Irene Z. P. Câmara
Revisão de texto: Jean Carlos P.V. B. de Souza
Fotos: Osmar A. Dalla Costa