

INFLUENCIA DE DIFERENTES CULTURAS "STARTER"
EM ALGUMAS VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS
DO SALAME TIPO ITALIANO, ATÉ 28 DIAS DE CURA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CURSO DE POS-GRADUAÇÃO EM CIENCIA DOS ALIMENTOS

INFLUENCIA DE DIFERENTES CULTURAS "STARTER" EM ALGUMAS VARIÁVEIS
FÍSICO-QUÍMICAS DO SALAME TIPO ITALIANO, ATÉ 28 DIAS DE CURA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA A UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIENCIA DOS ALIMENTOS

CLAUDIA HERNANDES OGEDA

Farmacêutica e Bioquímica - Tecnóloga de Alimentos

Orientador : Prof. Dr. Ernani Sebastião Sant'anna

FLORIANOPOLIS, MARÇO DE 1992

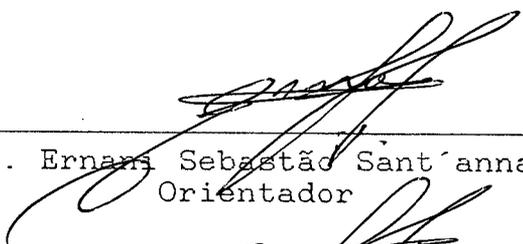
INFLUENCIA DE DIFERENTES CULTURAS "STARTER" EM ALGUMAS VARIÁVEIS
FÍSICO-QUÍMICAS DO SALAME TIPO ITALIANO, ATÉ 28 DIAS DE CURA

CLAUDIA HERNANDES OGEDA

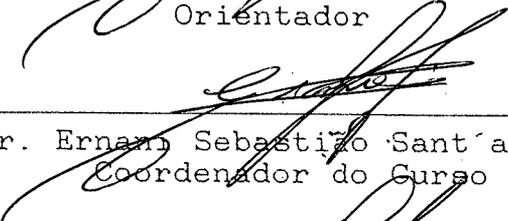
ESSA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE

MESTRE EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

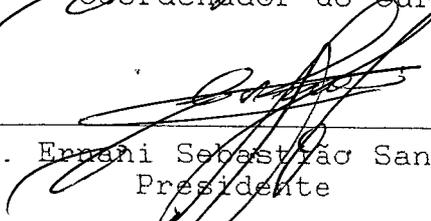
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO - BIOTECNOLOGIA ALIMENTAR, APROVADA EM SUA
FORMA FINAL PELO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS



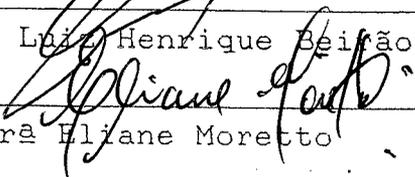
Dr. Ernani Sebastião Sant'anna
Orientador



Dr. Ernani Sebastião Sant'anna
Coordenador do Curso



Dr. Ernani Sebastião Sant'anna
Presidente



Dr. Luiz Henrique Beirão

Dr.ª Eliane Moretto

BANCA EXAMINADORA:

A Celito e Giuseppe Betino.

AGRADECIMENTOS

A Cooperativa Tritícola Erechim Ltda., pela doação das matérias-primas.

A Trificel S/A e à HA-LA do Brasil, pela doação de materiais.

Ao Prof. Dr. Ernani Sebastião Sant'anna, pela orientação e apoio.

Ao Prof. Paulo Ogliari, do Departamento de Ciências Estatísticas e da Computação, pela orientação na análise estatística.

Ao Sr. Aguinaldo Scheffer, médico veterinário do Ministério da Agricultura, pelo empréstimo de material bibliográfico.

Ao Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade.

A todos que colaboraram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

O começo é a metade do todo.

(Pitágoras)

SUMARIO

	Página
Resumo	xiii
Abstract	xiv
1 - INTRODUÇÃO	01
2 - REVISAO DE LITERATURA	04
2.1 - <u>Histórico</u>	04
2.2 - <u>Processo de fabricação</u>	06
2.2.1 - Matérias-primas	07
2.2.2 - Materiais secundários	15
2.2.3 - Memorial descritivo do proc. de fabricação	26
2.2.4 - Fermentação	34
2.2.5 - Fenômenos que ocorrem durante o proc. de fabrica- ção	41
2.3 - <u>Defeitos do processo de fabricação</u>	54

3 - MATERIAL E METODOS	57
3.1 - Aferição dos títulos dos cultivos "starter" utiliza- dos no experimento	57
3.2 - Descrição do experimento	58
3.3 - Detalhamento dos métodos de análise	61
3.4 - Preparo das amostras	62
3.5 - Equipamentos utilizados nas análises	63
3.6 - Descrição da câmara de cura climatizada	63
3.7 - Análise Estatística	64
4 - RESULTADOS E DISCUSSAO	65
5 - CONCLUSOES	93
6 - REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	95
7 - ANEXOS	104

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Estruturas generalizadas dos compostos nitrosos	50
2 Etapas da nitroação de aminas secundárias à moderada acidez	52
3 Comportamento da variável acidez	72
4 Comportamento da variável acidez	73
5 Comportamento da variável Aa	75
6 Comportamento da variável Aa	76*
7 Comportamento da variável cloretos	78
8 Comportamento da variável cloretos	79
9 Comportamento da variável nitrito	81
10 Comportamento da variável nitrito	82
11 Comportamento da variável perda de peso	84
12 Comportamento da variável perda de peso	85
13 Comportamento da variável pH	88

14	Comportamento da variável pH	89
15	Comportamento da variável umidade	91
16	Comportamento da variável umidade	92

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Comportamento das variáveis estudadas nos diversos tratamentos no tempo 7 (dias)	66
2 Comportamento das variáveis estudadas nos diversos tratamentos no tempo 14 (dias)	67
3 Comportamento das variáveis estudadas nos diversos tratamentos no tempo 21 (dias)	68
4 Comportamento das variáveis estudadas nos diversos tratamentos no tempo 28 (dias)	69

RESUMO

A influência de culturas "starter" de *Lactobacillus plantarum* e de *Pediococcus pentosaceus* sobre variáveis físico-químicas como acidez em ácido láctico, atividade de água (Aa), cloretos, nitrito residual, pH, perda de peso e umidade foram estudadas. O *Lactobacillus plantarum* com 10^6 UFC por grama de massa cárnica é que apresentou o melhor desempenho. O nitrito residual apresentou valores médios na ordem de 2,81 ppm; enquanto a Aa (atividade de água), pH, perda de peso e acidez em ácido láctico as médias foram de 0,8821 , 5,45 , 41,55% e 0,71%, respectivamente.

ABSTRACT

The influence of starter culture of *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus pentosaceus* over variable physical and chemical proprieties, as acidity in lactic acid, water activity, chloride, pH, residual nitrite, moisture and loss of weight were studied. The *Lactobacillus plantarum* with 10^6 CFU/ grams of meat mixture showed best performance with residual nitrite at level of 2,81 ppm. Water activity, pH, loss of weight and acidity in lactic acid were 0,8821; 5,45; 41,55% and 0,71%, respectively.

1 - INTRODUÇÃO

Segundo a Federação Européia de Biotecnologia, biotecnologia é a aplicação prática dos organismos vivos ou seus componentes subcelulares, para as indústrias de produção e serviços, e para a conservação do meio ambiente (Bullock & Kristiansen, 1991).

A fabricação de embutidos crus representa um importante segmento da industrialização de carnes. A produção nacional, que é superior a 15 mil toneladas, está concentrada nos estados do Sul, representando muitos empregos e uma mobilização anual de recursos superiores a US\$ 60,7 milhões (fevereiro de 1985). O setor de embutidos tem enfrentado muitos problemas técnicos e as perdas têm sido enormes. Extrapolando dados internos, fornecidos por três estabelecimentos produtores de embutidos do Rio Grande do Sul, estima-se que essas perdas atinjam a cifra "absurda" de US\$ 4,45 milhões anuais (fevereiro de 1985), dos

quais US\$ 759,3 mil resultam de desvios no processo fermentativo (Martins & Luchese, 1985).

No ano de 1989, em sete estabelecimentos produtores de embutidos de Santa Catarina, a produção de salames atingiu a cifra de 10,15 mil toneladas, bastante representativa no contexto nacional (Brasil, 1990).

Dada a importância do setor, são fundamentais os investimentos para que pesquisas que visem ao aperfeiçoamento de técnicas, venham a orientar e melhorar os processos industriais.

O uso de nitrito de sódio é responsável por características típicas de produtos cárneos curados como a formação da cor, desenvolvimento de "flavour" de carne curada, retardamento da rancidez e prevenção da formação da toxina do *Clostridium botulinum* (Kumar, 1982).

A restrição ao uso de nitrito em formulações de produtos cárnicos, reside no fato de que resíduos de nitrito, juntamente com resíduos de proteínas, formam as nitrosaminas e nitrosamidas, compostos cancerígenos. Entretanto, a formação desses compostos pode ser em níveis toleráveis se a taxa de nitrito residual for controlada.

O presente estudo tem como objetivos utilizar diferentes culturas "starter" com concentrações variáveis que irão promover diferentes quedas de pH e conseqüentemente, diferentes velocidades de decomposição do nitrito. Ao mesmo tempo serão estudadas variáveis como cloretos, pH, acidez em ácido lático, Aa, perda de peso e umidade (também influenciadas pelo processo fermentativo).

2 - REVISAO DE LITERATURA

2.1 - Histórico

O processo de fabricação de salames foi provavelmente uma das primeiras formas de processamento de carne. A primeira menção sobre os produtos foi no século IX a.C., na Odisséia de Homero. A palavra "salami" foi, provavelmente, originária do produto feito em Salamis, ilha de Chipre, uma cidade destruída em 449 a.C. Linguiças eram consumidas por babilônios, gregos e romanos que não tinham dúvidas em fermentar e desidratar produtos cárnicos. As várias regiões do Mediterrâneo desenvolveram linguças características, representadas pelos salames conhecidos como Gênova, Milano e Lombardo. Os países mediterrâneos consomem produtos cárnicos classificados como latinos não defumados e de cura longa (Haymon, 1982).

Os países do Norte Europeu desenvolveram um tipo de salame romano levemente temperado, fortemente defumado, úmido e

com grande conteúdo de sal. Este salame é muitas vezes referido como o tipo germânico (Haymon, 1982).

Há indícios de que, na antigüidade, a ação de cura se realizava instintivamente com salitre, sal comum impurificado ou por meio do uso de cinzas de plantas ricas em nitratos. Um dos primeiros documentos em forma escrita sobre a ação da cura em carnes com salitre, data do ano de 1744. Os primeiros fundamentos científicos foram publicados por Haldane em 1901 (apud Prandl, 1981). Em 1933, Jones (apud Prandl, 1981) reportou que o nitrito foi usado clandestinamente nas fábricas de carne norte-americanas (Prändl, 1981).

No início do século XX, descobriu-se que as bactérias são responsáveis pela produção de ácido láctico e redução de nitratos em salames. Jensen & Paddock, 1940 (apud Haymon, 1982), usaram diversas espécies de bactérias lácticas para padronizar e melhorar as características dos salames e emitiram a primeira patente norte-americana para fermentação dos mesmos. É demonstrado nesta patente que várias espécies de lactobacilos podem ser usados como culturas "starter". Jensen, 1942 (apud Haymon, 1982), declarou que a característica picante, ácida e também agradável do salame tipo Thuringer é formada pelas várias espécies de *Lactobacillus* e *Leuconostoc*. Niinivaara, 1955 (apud Haymon, 1982), isolou uma cultura para carne, o *Micrococcus aurantiacus* (M-53), o qual reduz nitrato a nitrito e demonstrou a inibição de outros microrganismos da carne. Deibel & Niven, 1957 (apud

Haymon, 1982), reportaram o uso de espécies bacterianas, o *Pediococcus cerevisiae*, como cultura "starter" para salame de verão semi-seco. *Pediococcus cerevisiae* é uma bactéria láctica pertencente à família *Streptococcaceae*, a qual difere substancialmente dos outros cocos gram-positivos desta família. Por volta de 1958, foram desenvolvidas culturas liofilizadas de *Pediococcus cerevisiae*, as quais atuaram satisfatoriamente sob condições de industrialização nos Estados Unidos da América. Assim sendo, foram aprovadas pelo Departamento de Agricultura daquele país. Esta cultura foi primeiro comercializada sob o nome "Accel". A primeira cultura "starter" comercializada na Europa, foi o "Bactoferment" (*Micrococcus aurantiacus*). Foi melhorada pela cultura chamada de "Duploferment", uma mistura de *Lactobacillus plantarum* e *Micrococcus aurantiacus*, em 1966. Em 1976, uma patente americana foi lançada pelos mesmos para um concentrado bacteriano, o qual manteve viabilidade a -18°C por longos períodos de estocagem. Este produto foi comercializado sob a marca de "Lactacell" (Haymon, 1982).

2.2 - Processo de Fabricação

O salame italiano tem como matérias-primas, as carnes suína e bovina, toucinho e materiais secundários: sal nitritado, alho, pimenta branca, açúcar, vinho e culturas "starter" (Ghinelli, 1977).

2.2.1 - Matérias-Primas

A carne geralmente apresenta a seguinte composição química: 55-78% de seu peso como água, 15-22% como proteína, 1-15% como lipídio e pequenas quantidades (menos do que 4% do seu peso total) de carboidratos, minerais e outros compostos orgânicos (Goll et alii, 1977).

As proteínas da carne podem ser divididas em três grandes grupos: proteínas sarcoplasmáticas, proteínas miofibrilares e proteínas do estroma.

a) Proteínas sarcoplasmáticas - constituem de 30-35% da proteína total no músculo esquelético e um pouco mais que isto no músculo cardíaco. Estas proteínas são solúveis em soluções com forças iônicas igual ou menor que 0.1M e pH neutro. Contém cerca de 100-200 proteínas diferentes, sendo as mais importantes: o miogênio A, miogênio B, globulina α ou mioalbumina. A fração de proteína sarcoplasmática contém todas as enzimas associadas com a glicólise, síntese de proteínas e carboidratos.

b) Proteínas miofibrilares - estas proteínas que formam a miofibrila; estão presentes numa proporção de 52-56% da proteína total no músculo esquelético, e apenas 45-50% no músculo cardíaco. Apesar da grande força iônica requerida para romper a miofibrila, muitas das proteínas miofibrilares são solúveis em H₂O,

uma vez que foram extraídas da miofibrila. Exemplos de proteínas miofibrilares: α actina, β actina e miosina. Aproximadamente 97% da capacidade de retenção da água é devido às proteínas miofibrilares. Enquanto que 90% da capacidade de emulsificação total da carne é devido às mesmas proteínas. A maciez da carne também tem relação com as proteínas miofibrilares e é inversamente proporcional ao conteúdo de tecido conectivo da amostra. O conteúdo de aminoácidos essenciais é relativamente alto nestas proteínas.

c) Proteínas do estroma (tecido conectivo e membranas celulares) - estas proteínas são insolúveis em solventes aquosos neutros. Constituem de 10-15% da proteína total no músculo esquelético e um pouco mais que isto no músculo cardíaco. Fazem parte desse grupo: lipoproteínas e mucoproteínas das membranas celulares, assim como as proteínas do tecido conectivo. Apesar de que a porcentagem exata pode variar dependendo da fonte do músculo, o colágeno corresponde à 40-60% da proteína total do estroma e a elastina a 10-20% da proteína total do estroma (Goll et alii, 1977).

A água não é só o constituinte mais abundante dos alimentos, mas também, contribui para as qualidades próprias e desejáveis dos mesmos; é a causa da natureza perecedora dos alimentos; dirige a velocidade de muitas reações químicas e também é a causa dos efeitos indesejáveis do congelamento. Está associada aos componentes não aquosos dos alimentos, de forma tão complexa, que se por algum motivo - desidratação ou congelamento, por e-

xemplo - as ligações protéicas forem rompidas, não voltam a recuperar-se por completo (Fennema, 1977).

Existem três estados da água nos sistemas protéicos: água constitucional, interfacial ou vicinal e da fase principal, de acordo com Fennema (1977).

a) água constitucional - localizada no interior da molécula de proteína em sítios específicos ou simplesmente em regiões intersticiais. As energias de ligação proteína-água e água-água dentro da célula são muito maiores que as existentes na água normal. Em uma solução protéica a 20%, esta fração corresponde a 0,1% da água total.

b) água interfacial ou vicinal - localizada na superfície da proteína ou em pequenos poros ou fendas. A água vicinal tem suas propriedades influenciadas pela natureza da superfície protéica. As superfícies hidrofílicas e hidrofóbicas das proteínas reduzem a mobilidade e alteram a estrutura da água vicinal se comparada à água normal. Em uma solução protéica a 20%, esta fração corresponde a 5-10% da água total.

c) água da fase principal - constitui a maior porção da água contida nos sistemas celulares e em suspensões protéicas diluídas. Nos sistemas celulares, esta água é fisicamente "sequestrada" de modo similar à encontrada em géis. Muitas propriedades desta água são similares às da água normal ou da solução

salina diluída (Fennema, 1977).

Os grupos protéicos envolvidos na ligação da água são: hidrofílicos - hidroxil, amino, carbonil, amida e imino, através de pontes de hidrogênio; hidrofóbicos - em muitas proteínas, de 20 a 30% dos aminoácidos tem cadeias hidrofóbicas, como os grupos metil da alanina, o isopropil da valina, o isobutil da leucina, o mercapmetil da cisteína e o benzil da fenilalanina (Fennema, 1977).

A ligação da água com proteínas parece ser mais afetada pelos sais do que por outros fatores. Os fatores que deveriam afetar substancialmente a quantidade de água ligada às proteínas, são: o processo de "rigor mortis", homogeneização do músculo e desnaturação protéica (Fennema, 1977).

Na carne, a água da fase principal é "sequestrada" em uma matriz de filamentos de uma maneira similar aos géis. A carne contém cerca de 75% de água, os quais, talvez, 5% é água ligada e quase todo o resto é água da fase principal "sequestrada". A habilidade da carne em reter água da fase principal durante a aplicação de vários "stresses" como pressão, aquecimento, trituração, etc., é referida como WHC (capacidade de retenção da água). Contrariamente ao procedimento da água ligada, a capacidade de retenção da água da carne é influenciada por uma variedade de fatores, incluindo: "rigor mortis", estocagem, aquecimento, desidratação e congelamento, acredita-se que

uma expansão da matriz protéica resulte em aumento da capacidade de retenção da água, enquanto o encolhimento da mesma resulte em queda da capacidade de retenção da água. A menor capacidade de retenção da água ocorre com pH próximo de 5,0, o ponto isoelétrico da actomiosina, a maior proteína do músculo "post-rigor", o "rigor mortis" da carne (um dia de "post-mortem") é associado com um substancial declínio do pH para aproximadamente 5,5, uma diminuição na solubilidade das proteínas miofibrilares e uma considerável diminuição na capacidade de retenção da água (Fennema, 1977).

A capacidade de retenção da água da carne destinada à fabricação de embutidos secos é considerada ótima quando a cinética de sua evaporação (secagem do embutido seco) é igual à cinética de difusão da água no centro até a periferia do embutido (Pezacki, 1981).

Em todas as formulações tradicionais se recomenda utilizar carne de animais adultos, princípio este que continua válido, já que a carne de animais jovens geralmente é mais pálida e proporciona embutidos de tonalidade mais clara e uma menor capacidade de conservação da cor. Apenas serve para a produção de embutidos, a carne de animais saudáveis e que estiveram em repouso antes do sacrifício. As reses fatigadas ou enfermas proporcionam carne de pH elevado, resultando frequentemente maturações deficientes, devido a queda insuficiente de pH (Frey, 1985).

A sequência de etapas químicas da conversão do glicogênio em ácido lático é essencialmente a mesma no "post-mortem" e em "in vivo", quando a taxa de oxigênio é temporariamente insuficiente para cobrir a demanda energética do músculo. A menos que a reserva muscular do glicogênio seja pequena, devido a inanição ou exercício, no período imediatamente anterior ao abate, a conversão de glicogênio em ácido lático não cessa até que se alcance um pH capaz de inativar as enzimas responsáveis pela desnaturação protéica. Nos músculos dos mamíferos, este pH é de aproximadamente 5,4 - 5,5 (Lawrie, 1967).

Também é importante que a carne destinada como matéria-prima para embutidos seja utilizada após alguns dias do abate. O pH deve estar na faixa de 5,5 - 5,8 (Frey, 1985).

A importância do pH da carne está baseada no fato de que o mesmo influi significativamente sobre as propriedades e fatores qualitativos da mesma. O pH tem influência direta ou indireta sobre a cor, a firmeza do produto, o sabor, a capacidade de fixação de água e a conservabilidade. O pH do músculo vivo se encontra um pouco acima do ponto neutro (pH 7,2). Após o abate (etapa de "post-mortem"), ocorrem processos de degradação bioquímica, onde a substância energética do músculo, o glicogênio, é degradado a ácido lático, sob a ação de diferentes enzimas (glicólise). Devido a formação de ácido, diminui o pH da carne. No músculo do porco, a glicólise se desenvolve lentamente e o pH diminui no transcurso de 24 horas a um pH final de 5,8 ou menos

(até 5,3). Entretanto, se a glicólise se desenvolver muito rapidamente e o pH chegar, dentro de 45 minutos a valores inferiores a 5,8, então é indício de geração de carne PSE (pale, soft and exudative), que possui uma má fixação na água. Por outro lado existem casos nos quais, devido a uma deficiência de glicogênio, se produz somente uma pequena diminuição de pH na carne "post-mortem". Se neste caso o pH permanece ainda depois de 24 horas acima de 6,2, então nos encontramos evidentemente frente à carne DFD (dark, firm and dry), a qual contrariamente à carne PSE, caracteriza-se por uma elevada capacidade de fixação da água, cor escura e uma escassa conservabilidade. A velocidade de queda do pH até a aparição de características PSE e DFD da carne dependem também dos fatores genéticos, além do "stress" dos animais antes e durante o abate. A refrigeração retarda e o congelamento detém as modificações "post-mortem" na carne. Os embutidos secos e os cozidos apresentam uma conservabilidade muito pequena quando se emprega somente carne DFD. Por isso, deveriam ser processados conjuntamente com carne normal. A matéria-prima apropriada para embutidos secos deve apresentar o pH entre 5,3 e 5,9 (Hofmann, 1988).

O toucinho, como componente dos embutidos secos, também se encontra passível, sobretudo durante a armazenagem, a diversas modificações. O quadro destas modificações está caracterizado principalmente pela oxidação da gordura (rancificação) durante a armazenagem prolongada em embutidos secos. Se não forem empregados antioxidantes na elaboração dos embutidos secos de conser-

vação prolongada, podem ser utilizadas as seguintes medidas preventivas que contribuem para a redução da rancificação: a) o emprego das camadas de toucinho mais profundas, não aquelas que se encontram mais próximas à pele, e sim aquelas que possuem maior quantidade de ácidos graxos saturados; b) moagem de toucinho congelado ($-12 < T < -8^{\circ}\text{C}$) empregando um "cutter" rápido, em substituição ao moedor. Mediante o uso do "cutter", ocorre o impedimento da trituração do toucinho e, portanto, evita-se o recobrimento dos lados do cubo do toucinho por uma película de gordura; c) defumação a frio, mediante a qual penetram os fenóis da fumaça na massa do embutido, atuando como antioxidante (Pezacki, 1981).

Além da carne magra, tem grande importância na elaboração dos embutidos crus, a escolha do toucinho adequado. É particularmente indicado o toucinho dorsal. A utilização do toucinho demasiado macio, pode proporcionar múltiplos defeitos. O toucinho macio contém mais ácidos graxos insaturados, o que acelera a rancificação e conseqüentes alterações de sabor, menor capacidade de conservação e deficiência na cor (Frey, 1985).

2.2.2. Materiais Secundários

Durante a fermentação se formam na massa, devido à adição de hidratos de carbono, principalmente ácido lático, além de outros ácidos orgânicos (como por exemplo, ácido pirúvico e áci-

do acético) e compostos químicos não ácidos (por exemplo, álcool etílico e compostos com grupos carbonílicos). Os produtos de fermentação dos açúcares atuam, seja na forma desejada ou não, praticamente sobre todas as características de qualidade dos embutidos secos. Quando a quantidade de ácido láctico, por exemplo, for demasiado elevada e não existir uma interferência de outros produtos da fermentação, a qualidade sensorial dos embutidos secos é afetada. Os embutidos secos, semi-duros, do tipo "Cervelat", obtinham o melhor resultado sensorial quando o conteúdo de açúcar de beterraba era de 0,4 - 0,8% (Pezacki, 1981).

Além de melhorar o sabor, os hidratos de carbono servem como doadores de energia para os microrganismos presentes na massa do embutido cru, os quais desdobram os açúcares até ácidos. Como monossacarídeo (açúcar simples), se utiliza a dextrose, que pode ser desdobrada rapidamente em ácidos por quase todos os microrganismos. Também são empregadas: lactose, sacarose, assim como produtos açucarados do tipo amido, composto por monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos. A adição de açúcar não deve exceder os valores de 0,8 - 1,0% (Frey, 1985).

Os carboidratos com estrutura química parecida com a da glicose fermentam mais rápido do que açúcares com estruturas próximas do amido, quando a quantidade de ácido formado é menor. O *Lactobacillus pentosaceus* produz a 30°C em 12 horas; 0,98% de ácido láctico quando é utilizado 1% de glicose; 0,86%

de ácido lático quando é utilizado 1% de sacarose e apenas 0,54% de ácido lático quando é utilizado 1% de maltodextrina (HA-LA do Brasil, 1991).

Na produção de embutidos crus, o sal exerce influência sobre múltiplas reações do processo de maturação e dessecação. Assim, com a adição de sal, é reduzido o valor de Aa (atividade da água), restringindo as condições de desenvolvimento de alguns microrganismos indesejáveis. A quantidade de sal adicionado na República Federal da Alemanha é de 28 a 30 gramas por quilo. Em outros países, são correntes adições mais altas (por exemplo, na Dinamarca, é habitual adicionar 40 a 50 gramas de sal por quilo) (Frey, 1985).

O sal possui uma ação bem conhecida sobre o desenvolvimento dos microrganismos no embutido. Afeta a capacidade de retenção da água da carne e através da desidratação do protoplasma, inibe a multiplicação da maioria das bactérias. Durante a maturação, o embutido vai perdendo água e diminui a Aa e a concentração salina se eleva em 3 a 4%. A menor atividade da água e o aumento do conteúdo de sal, juntamente com a queda do pH, diminuem o crescimento microbiano e favorecem, em consequência, a maior conservação do embutido. Para obter um sabor agradável, deve-se adicionar sal na proporção 2 a 2,2% (Schiffner et alii, 1978).

É muito importante a concentração inicial do sal (cloreto de sódio) na massa. Se for adicionado pouco sal à massa (menos de 1%), é produzido um melhor desenvolvimento da biota aromatizante (o aroma destes embutidos é excelente), mas o sabor não é bom. É demasiado suave, acidulado e pobre em sal. Facilmente também encontra-se espaços ociosos na massa do embutido. Portanto, a proporção mínima de sal deve ser da ordem de 2,5% em relação ao peso total da massa (Pezacki, 1981).

O cloreto de sódio inibe o crescimento microbiano pelo aumento da força iônica da fase aquosa da carne curada. O principal responsável pelo "stress" osmótico da bactéria não halofílica é o aumento da concentração dos solutos compensados - geralmente glutamato ou compostos similares, prolina e α -aminobutirato. Com respeito ao metabolismo de energia da célula, com o acúmulo de aminoácidos durante a osmorregulação, quer pela síntese ou pelo transporte ativo, representa um dreno sobre os meios de energia do organismo e que desfavoravelmente afeta o crescimento. A produção do glutamato é a primeira etapa na síntese destes compostos e é catalisada pela enzima glutamato desidrogenase (Woods et alii, 1987).

Measures, 1975 (apud Woods et alii, 1987), fundamentou que esta enzima é lisada nas células de *Escherichia coli*, *Klebsiella aerogenes*, *Bacillus subtilis* e *Staphylococcus aureus* pela estimulação do íon potássio. Ele propôs que esta estimulação era um mecanismo geral para a acumulação de solutos compensa-

dos, desde que a concentração intracelular dos íons potássio aumenta durante o "stress" osmótico.

O sal solubiliza as proteínas sarcoplasmáticas e miofibrilares, as quais coagulam e formam um gel ao redor da gordura e das partículas de carne após a acidificação. O pH necessário para coagulação aumenta com o aumento da concentração de sal e atinge 5,3 quando a concentração de sal é de 3% (Demeyer et alii, 1986).

O efeito preservativo em salames é obtido com a combinação da redução de pH, presença de sais e secagem. Como atualmente as tendências do consumidor são de preferir produtos com menor quantidade de sal, a redução de pH aparece como parâmetro mais importante na produção de embutidos com boa vida de prateleira (HA-LA do Brasil, 1991).

O uso mínimo de 3% de sal na formulação (resulta em 6 a 6,5% no produto final) é recomendado como fator de segurança nos produtos formulados com culturas microbianas (HA-LA do Brasil, 1987).

O embutido cru, pronto para o consumo, deve exibir uma cor avermelhada, atrativa e estável. Para isto se utilizam o nitrato potássico (salitre) ou nitrito potássico sob a forma de sal curante de nitrito. A mistura de sal comum e nitrito com um conteúdo de nitrito de 0,4 a 0,5%, é encontrado no comércio com o

nome de sal curante de nitrito. Quando for utilizado o sal curante de nitrito, não há problema de queda excessivamente rápida do pH, nos primeiros dias, não produzindo a redução até nitrito. As reações posteriores de avermelhamento são principalmente de natureza química. Para que ocorram as reações de cor, é desejável um pH mais baixo, já que as reações de redução ocorrem com maior rapidez e, por sua vez, é conferida uma maior estabilidade de cor (Frey, 1985).

Os nitritos são adicionados aos produtos cárnicos principalmente para estabilizar a cor, embora simultaneamente se obtenha efeitos como inibição de microrganismos potencialmente perigosos à saúde. Desenvolvimento de sabor típico de carne curada. Efeito antioxidante que mantém os pigmentos cárnicos em estado reduzido prevenindo a ação catalítica dos mesmos sobre os lipídios. A cor dos produtos cárnicos deve-se à mioglobina, pigmento altamente instável e que pode adotar diferentes formas químicas, dependendo do pH e do potencial redox do meio (Crespo & Millan, 1978).

Os fatores que influenciam a quantidade de nitrito livre dosado em produtos cárnicos são de duas ordens: a) os fatores que modificam a quantidade de nitrito livre; e b) os que modificam os resultados de análise de nitrito livre. O pH ácido, exposição à luz e temperatura elevada, favorecem o desaparecimento. A análise do nitrito livre pode dar informações precisas sobre as condições de estocagem do produto (Rougie et alii, 1980).

A adição de nitritos ou nitratos e nitritos apresenta resultados positivos tanto do ponto de vista microbiológico, como do organolético. Segundo Paleari et alii, 1981 (apud Simonetti et alii, 1984) e Cantoni et alii, 1981 (apud Simonetti et alii, 1984), a ação inibidora do nitrito se deve à sua combinação com os radicais SH⁻ e mediante inibição de catalases. Os autores recomendam o uso de 200 mg de nitrito por Kg de massa.

Em salames secos com pH neutro, a cor dos mesmos é determinado por nitroso heme e heme compostos. A cor dos curados crus é devida a compostos diferentes para cada faixa de pH (Cantoni et alii, 1980).

Após 12 horas do início da cura, os salames elaborados sem sais de cura (nitrato e/ou nitritos), apresentam coloração acinzentada (Dominici et alii, 1981).

O uso de nitrito de sódio é responsável por características típicas de produtos cárneos curados como a formação de cor, desenvolvimento de flavour de carne curada, retardamento da rancidez e prevenção da formação da toxina do *Clostridium botulinum* (Kumar, 1982).

De acordo com Hotchkiss (1988), Polenski (1891) observou que o nitrato era reduzido a nitrito pela ação bacteriana, e Lehman, 1899 (apud Hotchkiss, 1988) estabeleceu que a cor rósea da carne curada era devido ao nitrito e não ao nitrato.

O fisiologista Haldane, 1901 (apud Hotchkiss, 1988) afirmou que a cor rósea resultava da reação de óxido nítrico com pigmentos de carne. A tecnologia de cura foi enormemente aperfeiçoada durante os anos 50 e 60. Automação foi desenvolvida e agentes redutores (como ascorbato ou eritorbato) foram utilizados para acelerar o processo de cura (Hotchkiss, 1988).

Para contar com a segurança microbiológica dos embutidos secos de maturação rápida, é importante também que a massa contenha nitrito em quantidade suficiente no início da maturação. Assim, não se deve adicionar quantidades inferiores a 2,5% de sal com nitrito para a cura, aproximadamente 100 a 125 mg de nitrito de sódio por Kg de massa (Lücke, 1988).

Segundo a legislação brasileira em vigor, o máximo permitido é 150 mg de nitrito de sódio ou de potássio por Kg de massa (Brasil, 1980).

Na República Federal da Alemanha, não é permitido o uso de nitrato para estes produtos e, inclusive, é contra produtor, pois o nitrato favorece o desenvolvimento e a sobrevivência de bactérias gram-negativas (por exemplo, as *Salmonellas*) no início da maturação do embutido seco. Além disso, com uma rápida queda do pH, se dispõe de pouco tempo para a redução microbiológica do nitrato, originando falhas na cor (Lücke, 1987).

Para ser assegurada a formação da cor de "curado" e sabor do mesmo, tem-se indicado como suficientes 20 mg/Kg de nitrito para a cor, e 50 mg/kg de nitrito para o sabor de curado. Por motivos higiênicos, são indispensáveis 100 mg/Kg de nitrito. No caso de produtos cárnicos crus, o efeito bactericida sobre microrganismos indesejáveis se origina pela ação combinada de nitrito e queda de pH, eventualmente queda do valor de Aa e aumento da concentração do sal (Prändl, 1981).

Até 1980, o salame húngaro era elaborado com adição de nitrato, mas a modificação das regulamentações alemãs possibilitou a elaboração de salames com nitrito em lugar de nitrato. Para isto se emprega sal com nitrito para a cura, o qual é "rebaixado" com sal comum. Desta maneira, se pode garantir que os valores máximos de nitrito ou nitrato não excedam os 100 mg/Kg no produto curado (Incze, 1987).

Além do pH e Aa baixos, o nitrito produz uma defesa adicional contra a toxina de *Clostridium botulinum* e de acordo com Genegeorgis, 1978 (apud Demeyer et alii, 1986), 50 ppm de nitrito é suficiente para prevenir o desenvolvimento de *Clostridium botulinum* quando culturas "starters" e dextrose são usados.

O conteúdo residual de nitrito nos produtos cárnicos (expresso como nitrito sódico), não deve exceder os 100 ppm; os presuntos crus de grande tamanho, podem conter até 150 ppm (Leistner, 1983).

Segundo o artigo 367, capítulo VI, do título VII do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, entende-se por condimento, substâncias aromáticas, sápidas, com ou sem valor alimentício, empregadas com a finalidade de temperar as conservas (Brasil, 1980).

As especiarias usadas "in natura" estimulam o crescimento das bactérias lácticas, enquanto que a oleorresina das mesmas não altera o crescimento (Nes & Skjelkvale, 1982).

De acordo com El Khateib (1988), o efeito inibidor do alho e cebolas sobre as salmonelas tem sido relatado frequentemente; Pasteur, 1858 (apud El Khateib, 1988), já havia observado as propriedades antibacterianas da cebola e do alho e também Gans, 1914 (apud El Khateib, 1988) e Kalibin, 1935 (apud El Khateib, 1988), informaram sobre o efeito bactericida do alho sobre diferentes espécies bacterianas; Johnson e Vaughn, 1969 (apud El Khateib, 1988), estudaram o efeito do pó de alho e cebola reidratado sobre *Salmonella typhimurium* e *Escherichia coli*; Al Delaimy e Ali, 1970 (apud El Khateib, 1988), Karaioannoglou et alii, 1977 (apud El Khateib, 1988) e Montes, 1979 (apud El Khateib, 1988), com provaram que os extratos de alho e cebola apresentavam um efeito bacteriostático; Sirnin, 1983 (apud El Khateib, 1988) informa que o alho em uma concentração de 0,5% inibe parcialmente o crescimento de *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Salmonella enteritidis* e *Pseudomonas fluorescens*, entretanto, a inibição total destes microorganismos se obtinha rapida-

mente com concentrações de alho de 2,5% ou mais.

Segundo Zimber (1978), as especiarias que foram analisadas apresentaram níveis de contaminação elevado, oscilando entre 2×10^6 e 14×10^6 UFC, incluindo coliformes. Estes valores elevados foram encontrados em produtos de qualidade, isentos de infestação por insetos com grãos inteiros e livres de impurezas como terra e areia. Uma consulta à literatura mostra que estes valores não são em absoluto extraordinários. Entre os microrganismos cuja presença foi constatada em especial, temos: bactérias lácticas, estreptococos, *Pseudomonas*, *Staphylococcus aureus*, enterobactérias, *Escherichia coli* e similares, além de bolores e leveduras. O alto teor de contaminação das especiarias é resultado do seu processamento. A pimenta preta é colhida antes de amadurecer e secada em terreiros ao ar; a pimenta branca é a pimenta madura, socada em água, e também secada ao ar em terreiros. A pimenta vermelha é moída e secada ao ar. Mesmo mantendo padrões higiênicos relativamente bons, todo o processo envolvido na obtenção de especiarias favorece a contaminação. Uma forma de evitar o problema, seria utilizar somente os óleos essenciais. A solução não é a melhor possível, uma vez que as especiarias tem um sabor mais completo que os óleos isolados, além do aspecto visual que estas proporcionam ao produto. A obtenção de especiarias esterilizadas é, portanto, uma questão importante (Zimber, 1978).

Segundo o informe técnico dos laboratórios Griffith, a es-

terilização de especiarias é feita com dióxido de etileno, devido ao fato que o processo não extrai e não modifica os aromas do condimento ao mesmo tempo em que elimina seguramente os microrganismos contaminantes (Griffith do Brasil S/A, 1988).

Para a elaboração de embutidos secos (duros e semi-duros), deve-se empregar, imprescindivelmente, tripas permeáveis ao vapor de água e gás. Esta necessidade está fundamentada no seguinte: durante a elaboração, maturação e armazenagem do embutido seco, ocorre um intercâmbio ativo de ar (oxigênio) e dióxido de carbono. O dióxido de carbono é eliminado e simultaneamente é admitida uma quantidade equivalente de oxigênio. Este intercâmbio ocorre especialmente durante a segunda etapa da secagem (pós-maturação) e está ligado também com o desejado crescimento intenso da microflora degradadora de açúcar. Este intercâmbio de gás nos embutidos secos, diminui marcadamente durante o tempo de defumação e armazenagem. A eliminação do dióxido de carbono da massa do embutido não deve ser impedida, já que o acúmulo deste propicia espaços ociosos no embutido. Durante a armazenagem seria conveniente diminuir ou evitar totalmente a permeabilidade da tripa, pois, junto com o vapor de água e o dióxido de carbono se desprendem também substâncias aromáticas e saborizantes (compostos químicos aromáticos voláteis, ácidos graxos e compostos químicos com grupos carbonilas). A perda destas substâncias contribui em grande parte para redução de qualidade do produto final (Pezacki, 1981).

2.2.3 - Memorial Descritivo do Processo de Fabricação

Uma solução salina permite a extração das proteínas miofibrilares, as quais se ligam simultaneamente através de radicais hidrófilos aos lipofílicos da gordura (Baldini et alii, 1981).

O ponto isoelétrico das proteínas da carne está entre pH 5,1 e 5,5. Neste intervalo, ocorre a gelificação das proteínas extraídas, o que determina um aumento da coesão entre as partículas da massa que adquire assim a consistência (Schiffner et alii, 1978).

O uso de gorduras fundidas pelo excesso de calor devido à temperatura de trabalho ou ao excesso de trabalho mecânico da moagem causa no embutimento uma deposição de gel de gordura logo abaixo da tripa, formando uma parede de vapor que dificulta a evaporação e interage ainda com as proteínas miofibrilares alterando a consistência tradicional do produto. O uso de toucinho congelado diminui as possibilidades de fusão, mas determina a queda da temperatura da massa, o que dificulta a extração das proteínas miofibrilares requerendo maior trabalho mecânico de mistura. O processo de extração das proteínas depende também da composição das massas, todas as substâncias que se ligam à água desfavorecem a formação da solução salina, razão pela qual existe a necessidade de uma ordem de mistura para açúcares, amido e outras substâncias, quando seu uso está em taxas elevadas. O sal deve ser o primeiro ingrediente adicionado à mistura. A conser-

vação dos salames é determinada por vários fatores que se complementam, em particular dois dentre estes, a Aa e o pH, condicionam o crescimento bacteriano nos primeiros dias e dependem da qualidade das matérias-primas e insumos usados. A Aa de massas simples é determinada essencialmente pela relação sal/água, daí a importância da quantidade de cloreto de sódio e de carne magra (o tecido adiposo não apresenta umidade relevante) (Baldini et alii, 1981).

No embutido seco tem lugar um processo microbiológico de fermentação e aromatização, no qual influi a ação microbiana, denominada "maturação". Durante este período de fermentação deve ser diminuído o conteúdo de água do embutido de uma forma uniforme. Isto é obtido mediante um manejo de temperatura, umidade relativa do ar, circulação do ar e tempo de tratamento. A circulação de ar deve ser homogênea em todas as regiões da câmara, pois, caso contrário pode haver diferenças na eliminação da água entre os diferentes embutidos ou produzir-se uma secagem irregular nas camadas externas. A velocidade de ar na primeira etapa da maturação (2-4 dias) deve ser de 0,4 a 0,8 m/s, diminuindo conforme vai transcorrendo o tempo à 0,1 m/s (Stiebing & Rodel, 1988).

É possível subdividir esquematicamente a maturação em três fases: a) estufagem ou pré-secagem - os salames são submetidos à temperaturas semelhantes ou superiores à ambiente e com umidade relativa alta; b) secagem - durante a qual ocorre a maior desi-

dratação; c) maturação ou cura propriamente dita - em condições de lenta desidratação, geralmente à temperaturas controladas e inferiores à ambiente, ocorrendo processos enzimáticos e microbiológicos, o salame adquire características organoléticas finais. A metodologia da estufagem, secagem e cura são múltiplas e diferem pela temperatura, umidade relativa ambiente e duração (Baldini et alii, 1981).

a) Estufagem ou pré-secagem - nos primeiros dias, em temperaturas mais elevadas, ocorre uma certa diminuição de pH em consequência da formação de ácidos orgânicos derivados do metabolismo de açúcares. Esta, contudo, não é a função única dos açúcares, mas também dos métodos de elaboração e constitui um fator que caracteriza a qualidade e conservabilidade dos salames. A velocidade de queda do pH final de maturação está entre os índices mais significativos do processo de maturação: a elasticidade da fatia e o desenvolvimento da cor depende da variação do pH e, por outro lado, os ácidos orgânicos formados inibem o desenvolvimento da flora danosa. É possível fabricar em poucos dias, salames que sejam fatiáveis, de boa coloração e estáveis do ponto de vista microbiológico, se na massa estiverem presentes quantidades suficientes de açúcares e número elevado de bactérias lácticas, e se as condições ambientais favorecerem a sua multiplicação (salame de cura rápida). O fator limitante para a aceitabilidade dos salames de cura rápida é o aparecimento de sabores ácidos não agradáveis. É possível acidificar salames adicionando glucona-delta-lactona (GDL) que se hidroliza em poucas

horas em ácido glucônico; a variação do pH é proporcional à quantidade usada e pode modificar a evolução normal da flora microbiana (Baldini et alii, 1981).

As vezes, quando do processo de estufagem também participa a defumação, esta é efetuada não tanto para obter maior conservabilidade do produto, quanto para conferir-lhe odor e sabor característicos, devido aos princípios aromáticos da fumaça. Quando se trata de embutidos para consumo crus, procede-se uma defumação à frio, realizada a uma temperatura constante entre 20 e 25°C, de ação lenta e profunda, prestando-se para conservação de longo tempo (Ghinelli, 1977).

Pelos novos conhecimentos acerca da maturação e estabilização dos embutidos crus, sabe-se que nem a defumação nem a eliminação da água garantem por si só, a conservabilidade. Os agentes conservantes presentes na fumaça utilizada na defumação como os ácidos acético e fórmico, a acetona, o fenol, cresol, guaiacol e formaldeído, não podem, por sua escassa concentração, exercer uma ação conservadora eficaz no embutido (Schiffner et alii, 1978).

A defumação apresenta propriedades que determinam a melhor conservabilidade dos alimentos defumados: 1) o calor da defumação desidrata o produto baixando a A_w ; 2) a ação antibacteriana é atribuída parcialmente ao ácido acético e ao metanol, sendo mais importante, porém, a atividade dos cresóis e do formaldeído

por metro cúbico; 3) a ação antioxidante atribuída parcialmente aos pirogalóis; 4) a ação corante devido aos fenóis e aos derivados carboxílicos; 5) ação saborizante devido principalmente a compostos que conferem paladar e aroma como fenóis, especialmente o metil-guaiacol e os meta e para-cresóis; 6) ação cancerígena, devido ao 3,4-benzopireno (Ghinelli, 1977).

b) Secagem - ao término da estufagem, os salames são submetidos à desidratação para reduzir a Aa e, assegurar a conservação. O ar ambiente em umidade relativa, preferivelmente baixa, envolve o salame secando as tripas e a camada imediatamente inferior que, por sua vez, absorve umidade das camadas mais profundas. Assim que a velocidade de evaporação superficial supera a capacidade de migração da água do interior para a superfície da peça, é possível uma excessiva concentração de sal na proximidade da tripa, com a conseqüente desnaturação das proteínas de superfície, formando, assim, a "crosta". Este fenômeno aumenta com a capacidade da carne de reter água e com a velocidade do ar, e diminui com o aumento da umidade da peça e da umidade relativa. A "crosta" dos salames causa um retardamento na desidratação das camadas internas da peça, nas quais a Aa permanece elevada mais tempo, favorecendo a fermentação por enterobactérias e lactobacilos. Caso a esterilização do salame já tenha ocorrido por abaixamento do pH e da Aa, acontecem somente danos na apresentação, caso contrário, ocorrem fenômenos de acidificação excessiva pelos lactobacilos e putrefação pelas enterobactérias. Para reduzir a desnaturação das proteínas su-

perficiais, é necessário trabalhar com uma umidade relativa próxima do ponto de equilíbrio com a Aa do produto, o que não é sempre possível, devido a desuniformidade das massas e da dificuldade de manter a câmara com umidade relativa exata. É recomendado alterar períodos de desidratação com períodos de alta umidade relativa (Baldini et alii, 1981).

c) Maturação ou cura propriamente dita - nas câmaras de cura, a umidade relativa é suficientemente alta para impedir a desidratação excessiva da superfície. Nestas condições ocorre crescimento massivo de fungos. Deve-se acertar as condições de umidade relativa e temperaturas em que as várias cepas de fungos produzem toxinas para evitar, pelo menos, a formação destas substâncias. A temperatura de cura varia segundo o tipo e a qualidade dos salames. Para aqueles de "granatura" fina, em que é maior o perigo de desenvolvimento de sabores ácidos, é aconselhável uma temperatura de 10 - 12°C. Para produtos de "granatura" grossa, é recomendada que as câmaras de cura sejam menos frias (12 - 14°C) (Baldini et alii, 1981).

Os embutidos logo após o embutimento, ainda não desenvolveram suas características de cor, odor, sabor e textura, e o tempo necessário para que aconteçam estas manifestações é chamado de tempo de cura. A maturação pode ocorrer em ambiente natural ou em ambiente artificial, em câmaras com ar condicionado (Ghinelli, 1977).

Existem locais famosos por seus produtos de salames, especialmente na Província de Parma, das quais os produtos tomaram o nome. A indústria e a técnica modernas tem sabido criar artificialmente condições climáticas necessárias à maturação. A temperatura, a umidade relativa do ar e a velocidade do fluxo da circulação do ar são controladas. O processo de maturação é condicionado à fatores diversos, entre os quais, lembramos a natureza da massa, as características do invólucro, o tamanho e a forma do embutido, a temperatura, a ventilação do ambiente, o grau de umidade e a iluminação solar. No período de pré-cura permanecem, nos embutidos, numerosos microrganismos de espécies diferentes, provenientes das tripas ou do ambiente em que as carnes permanecem ou foram elaboradas. No início do período de cura, o número de microrganismos está distribuído homogeneamente, aumenta muito na superfície e permanece estável no centro da peça. A medida que, a cura avança o número de microrganismos diminui, principalmente na parte central. No final da cura, na região central do embutido, são encontrados apenas alguns "cocos" e raros esporulados comuns. Rossi et alii (apud Ghinelli, 1977), demonstraram que os embutidos após uma maturação de 10 meses, tornam-se estéreis. O aumento da acidez da carne é normalmente de 0,22% . Com a adição de 3,0% de sal e algum açúcar, nota-se um aumento (0,227% no 30 dia; 0,436% após o 80 dia e 0,343% após 12 dias) da acidez, sendo notável obstáculo ao crescimento de bactérias putrefativas. Além dos fenômenos bacterianos, devem ser notados como importantes, os fenômenos da autólise de albuminóides e gorduras e os fenômenos físicos de desidratação e do

frio que auxiliam no controle da infecção do produto. Os processos fermentativos ao encargo dos hidratos de carbono são, sem dúvida, limitadores porque estes constituintes estão escassamente presentes na carne a menos que sejam adicionados (Ghinelli, 1977).

O salame curado corretamente é um produto estável por evitar a multiplicação de microrganismos danosos, mas são possíveis modificações de sabor, ligadas a uma excessiva desidratação e as oxidações de tecido adiposo, que podem ocorrer, principalmente na superfície. É por isso, aconselhável maturar os salames em condições corretas e, em seguida, estocá-los em condições que não alterem suas características organoléticas e seu conteúdo aquoso (todos os processos dependem da temperatura e são novamente retardados se esta está próxima a 0°C) (Baldini et alii, 1981).

A possibilidade de estocar salames por longo tempo, está ligada à tecnologia do produto e às suas características (Baldini et alii, 1981).

2.2.4 - Fermentação

A carne e seus derivados são extremamente perecíveis, portanto, devem ser tomados cuidados especiais na sua manipulação e processamento. Durante as etapas de abate, desossa e armazenamento, a carne sofre uma contaminação de microrganismos desejáveis e indesejáveis, em proporções aleatórias de maiores ou menores níveis dependendo dos padrões higiênicos sanitários adotados nesta fase. Esta flora natural de microrganismos influenciará de maneira decisiva no produto final, principalmente em produtos onde, nos processos de fabricação empregados, não pode ou não se deve usar um tratamento térmico/químico que os reduzam ou eliminem do produto (HA-LA do Brasil, 1987).

Nos embutidos produzidos sem o recurso de culturas bacterianas existem muitos microrganismos, alguns indesejados, outros necessários para um desenvolvimento apropriado na maturação. Tanto em embutidos sem defeitos, como nos alterados, se isolam com frequência, micrococcos, sarcinas, enterococcos, lactobacilos, *Leuconostoc*, *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Aerobacter*, bacilos, poucos anaeróbios estritos, leveduras e mofos (Schifnner et alii, 1978).

Os microrganismos mais importantes para a elaboração de embutidos secos e presunto cru, pertencem aos gêneros *Lactobacillus*, *Staphylococcus* e *Micrococcus*. Os lactobacilos são bactérias em forma de bastonetes, que reagem de maneira positiva frente à

coloração de Gram, não podem formar esporos e geralmente são imóveis. Os lactobacilos utilizam muito pouco o oxigênio do ar como fonte de energia e, por conseguinte, não têm possibilidade de degradar totalmente as substâncias orgânicas (por exemplo, os açúcares), o CO₂ e a água. Estas bactérias fermentam hidratos de carbono à ácido lático. Um subgrupo dos lactobacilos, as chamadas cepas heterofermentativas ou "betabactérias", formam além do ácido lático, também grandes quantidades de ácido acético, etanol e CO₂. As bactérias do gênero *Staphylococcus* e *Micrococcus* são gram positivos e com a forma de cocos. Geralmente as cepas de *Staphylococcus* possuem maior capacidade de desenvolvimento na forma anaeróbica que as cepas de *Micrococcus*. Os ácidos formados pelas bactérias lácticas a partir dos açúcares, contribuem em grande medida à supressão das bactérias indesejáveis no embutido seco. Os ácidos se apresentam também no sabor, naqueles embutidos secos maturados muito rapidamente que possuem poucas substâncias aromáticas de outra origem microbiana. O pH decresce para valores de 5,3 devido à produção do ácido, diminuindo também a solubilidade da proteína cárnica, retendo a água de tal maneira que os produtos se tornam mais firmes e o processo de secagem se efetua mais rapidamente. Durante a maturação do embutido seco, forma-se ácido lático DL e aproximadamente uns 10% de açúcares é transformado no embutido cru a ácido acético. As espécies de *Lactobacillus* podem produzir também em pequenas proporções, produtos de fermentação não ácida no embutido seco, como por exemplo, o etanol, a acetoína e a diacetila. As duas últimas substâncias podem influir por sua vez sobre o aroma do em-

butido seco. A glicose e a sacarose são fermentadas rapidamente pela maioria dos lactobacilos, entretanto, a lactose e os polissacarídeos (como o amido), são degradados muito lentamente ou não o são (Lücke, 1987).

As bactérias lácticas produzem compostos antibacterianos, como o peróxido de hidrogênio, antibióticos e proteínas (Demyer et alii, 1986).

Um grande número de componentes contribuem ao aroma e sabor específicos dos embutidos secos e presuntos crus maturados. Alguns são adicionados como o sal, componentes das especiarias e fumaça do defumado, outros se originam sem a participação direta de microrganismos como os produtos da oxidação de gorduras e muitos são provenientes da degradação microbiana. Os lactobacilos são os responsáveis pela formação do composto aromático ácido do embutido seco, que predomina nos produtos maturados rapidamente. Entretanto, sua capacidade da degradação de gorduras e proteínas é restrita. Na liberação de ácidos graxos das gorduras no começo da maturação, contribuem, evidentemente, as lipases presentes na carne e também as enzimas das bactérias sensíveis ao sal, sendo especialmente ativos os micrococos e, no caso dos produtos maturados com fungos, também as leveduras e os fungos. Logo, os ácidos graxos livres reagem com o oxigênio do ar originando peróxidos, depois aldeídos, cetonas e ácidos graxos voláteis. Estas substâncias possuem um aroma muito intenso, se encontram nos embutidos secos de maior qualidade submetidos a uma

maturação prolongada. Nos embutidos em maturação, se dissocia em parte também a proteína cárnica solúvel por meio das proteases microbianas, fundamentalmente. Por isso, aumenta-se o conteúdo de aminoácidos livres durante a elaboração de embutidos secos defumados e em maior parte ainda nos "secados ao ar". A partir dos aminoácidos podem originar-se também ácidos graxos voláteis e aldeídos que contribuem ao aroma. Aqui se formam também aminoácidos e aminas, aumentando, portanto, de certa forma, o pH no transcurso da secagem dos embutidos (Lücke, 1987).

Os microrganismos que contribuem à maturação "espontânea" dos embutidos secos, segundo Lücke (1987), são os seguintes :

- a) Bactérias lácticas: *Lactobacillus sake*, *Lactobacillus curvatus* e *Lactobacillus plantarum*;
- b) Bactérias catalase positivas: *Staphylococcus* sp (*S. xylo-*
sus, *S. carnosus*, *S. saprophyticus* e outros), *Micrococcus* sp
(*M. varians* e outros);
- c) Leveduras (sobretudo em produtos não defumados) - *Debaryomy-*
ces sp;
- d) Fungos (sobretudo em produtos não defumados ou somente leve-
mente defumados) - *Penicillium* sp .

Assim como as culturas "starter" são requeridas para a produção de fermentados lácteos, também são requeridas para a preparação de produtos cárnicos fermentados, como o salame. A flora bacteriana inicial da carne fornecida para a produção de salames é mais variável hoje devido aos métodos modernos de

transporte, pré-tratamento e abate dos animais. As culturas "starters" utilizados são misturas de lactobacilos e estreptococos para a produção de ácido láctico, o qual atua como um preservativo, e micrococos. As atividades redutoras de nitrato e nitrito dos micrococos convertem mioglobina até nitroso-mioglobina; o último é essencial para a formação da cor avermelhada (Primrose, 1987).

As culturas iniciadoras ou "starter" se podem definir como culturas individuais ou mistas de cepas de microrganismos selecionados com uma determinada atividade enzimática e que são adicionadas em quantidades definidas para a produção da desejada transformação do substrato. A qualidade de um cultura iniciadora se avalia em função da espécie, do número de microrganismos, da inexistência de microrganismos indesejáveis, da apatogenicidade, da inexistência de toxinas e da atividade. As diferenças das distintas culturas iniciadoras oferecidas atualmente se fundamentam na obtenção de bactérias ou combinações bacterianas e na possibilidade de fazê-las comerciais e também da sua adequação ao tipo de embutido desejado para o correspondente fabricante, obtendo assim, o resultado requerido. Sobre resultado requerido, se entende uma fabricação segura, o aspecto e o sabor do produto de qualidade homogênea, inobjetable desde o ponto de vista higiênico-sanitário e que seja capaz de competir com respeito ao preço (Liepe, 1983).

Foram selecionados para os ensaios dois microrganismos comumente utilizados na produção de culturas "starter": a seguir algumas características morfológicas e fisiológicas dos mesmos. O *Pediococcus pentosaceus* caracteriza-se por células esféricas; as divisões ocorrem em dois planos, alternadamente, em ângulos retos que formam tétrades. São gram-positivos e imóveis. Não formam esporos. Anaeróbios facultativos. Catalase positiva e pH ótimo para crescimento entre 6,0 e 6,5 (Garvie, 1986).

O *Lactobacillus plantarum* caracteriza-se por células que podem ser longas e delgadas, às vezes bastões curvos e pequenos e muitas vezes se apresentam como cocobacilos. É comum formar cadeias. São gram-positivos e geralmente imóveis. Não formam esporos. São microaerófilos, geralmente crescem em anaerobióse ou pressão de oxigênio reduzida com 5 - 10% de CO₂. Ocasionalmente, algumas linhagens exibem atividade pseudo catalásica, especialmente se crescem sob limitação de glicose. O pH ótimo para crescimento se situa entre 5,5 e 6,2 (Kandler & Weiss, 1986).

Todas as bactérias lácticas empregadas como culturas "starter" para os produtos cárnicos, são homofermentativas, ou seja, formam principalmente ácido láctico a partir de glicose e outros açúcares empregados na elaboração de produtos cárnicos. O *Pediococcus pentosaceus* e o *Lactobacillus sake* degradam o ácido glucônico, o qual se torna indesejável nos embutidos elaborados com glucona-delta-lactona, uma vez que a partir do ácido glucônico se origina ácido acético (Lücke, 1988).

As culturas microbianas possuem atividades catalásicas na presença de mioglobina (catalase positiva), reduzem o índice de peróxido de hidrogênio livre no produto e evitam desta forma este tipo de oxidação, agindo como um antioxidante complementar ou auxiliar (HA-LA do Brasil, 1987).

As distintas espécies de microrganismos são multiplicadas em escala industrial, sendo concentrados logo a um pequeno volume. Para a elaboração de preparados a partir de diferentes cepas, se misturam concentrados de diferentes culturas antes e depois da liofilização. A maioria das culturas são liofilizadas e após adiciona-se uma substância suporte (açúcar). Isto facilita o manejo das culturas "starter" no estabelecimento, já que 10^{12} bactérias liofilizadas (quantidade para inocular aproximadamente 100 Kg de massa de embutido seco) pesam menos de 1 grama. Os microrganismos das culturas "starter" não devem provocar enfermidades nem formar toxinas e não devem produzir antibióticos. As culturas, tampouco, devem apresentar um excesso de microrganismos contaminantes. Além disso, o fabricante deve ser responsável pela efetividade das suas culturas "starter". Por exemplo, em um preparado de bactérias lácticas e de *Micrococccae*, se o número de bactérias for tão baixo que ao ser utilizado de acordo com as indicações do fabricante, forem encontradas menos de 10^6 células aptas para desenvolverem-se em 1 grama de massa de embutido seco, então surgirão dúvidas a respeito do efeito deste preparado. Na República Democrática Alemã, atualmente ainda se transportam culturas "starter" na forma líquida,

refrigerada, desde o estabelecimento elaborador até o frigorífico. Mas essa forma de distribuição é problemática já que as culturas "starter" perdem rapidamente sua efetividade, se contaminam facilmente com microrganismos estranhos e se degeneram com facilidade, vale dizer, que perdem importantes características. Por isso, as culturas "starter" são distribuídas congeladas ou liofilizadas; entretanto, alguns fabricantes fornecem, se desejado, culturas frescas, refrigeradas. A distribuição das culturas congeladas ou liofilizadas depende naturalmente de uma cadeia ininterrupta de frio e requer por isso, um maior custo. Por outro lado, as bactérias armazenadas desta maneira apresentam em geral, uma fase inicial (lag) mais curta. Para um armazenamento prolongado se recomenda temperaturas de -18°C ou inferiores (Lücke, 1988).

O uso de Lactacel 75 inibe o crescimento de *Staphylococcus aureus* em 42% e 67% quando associado a BHA e BHT (antioxidantes) comparativamente a ensaio sem a cultura "starter" (Raccach, 1981).

2.2.5 - Fenômenos que ocorrem durante o processo de fabricação

A carga bacteriana inicial por grama de massa de embutido vem a ser de 10^3 a 10^6 microrganismos/grama, predominando os bacilos gram-negativos, os micrococcos e as bactérias aeróbicas esporuladas. Após a desidratação parcial dos embutidos, esta situação sofre uma grande mudança: as bactérias gram-negativas diminuem em número e as aeróbias esporuladas passam a predominar. A quantidade de lactobacilos chega a 10^3 - 10^9 microrganismos/grama. A composição da microflora se altera quando se prolonga a permanência dos embutidos na câmara de maturação. Nas duas primeiras semanas, o conteúdo em lactobacilos permanece quase constante (10^3 - 10^9 microrganismos/grama) e logo diminui. Quando se conserva os embutidos por 3 meses, pode-se quantificar os lactobacilos entre 10^3 - 10^4 microrganismos/grama. Durante este período, também diminui a quantidade de outros microrganismos (Schiffner et alii, 1978).

A composição da microflora da massa fresca de embutido seco depende essencialmente do tratamento prévio que tenha sido dado à carne e à gordura. A carne fresca obtida sob condições higiênicas, apresenta em geral, menos de 10^4 microrganismos por centímetro quadrado de superfície, principalmente do gênero *Micrococcus*. Durante a elaboração da massa do embutido seco, diminui a Aa (atividade da água) em função da adição de sais para cura a valores próximos de 0,96 e as bactérias são distribuídas

homogeneamente na massa de tal maneira que se vê dificultada a provisão de oxigênio para as células aeróbias. Quando é adicionada à massa mais de 0,4% de açúcar, o qual é transformado rapidamente pelos lactobacilos a ácido láctico (isto é válido para glicose e sacarose) e se efetua a maturação a temperaturas iniciais superiores a 20°C, então o pH geralmente diminui tão rapidamente a valores tão baixos que dificulta o desenvolvimento ou a subsistência de outros microrganismos no interior do embutido. Utilizando-se sal com nitrito para a cura, as concentrações iniciais elevadas de nitrito existente provocam também uma inibição destas bactérias (Lücke, 1987).

O pH é um importante parâmetro para determinar a maturação do embutido seco. A fermentação microbiana dos açúcares provoca uma diminuição do pH, o que influi sobre a estabilidade microbiana, a formação da cor de curado e a firmeza para o corte. Entretanto, freqüentemente, devido ao emprego de elevadas quantidades de açúcares e temperaturas de maturação muito altas, se origina uma diminuição do pH demasiado acelerada (após um ou dois dias se alcançam valores de pH próximos de 5,3). Devido a isto, se pode produzir a anulação de microrganismos importantes para a formação de aroma, cujos limites de atividade se encontram na faixa de pH ao redor de 5,5. Como consequência disto, se origina um sabor ácido, faltando assim o fino aroma do embutido. Mediante a escolha de diferentes açúcares fermentáveis e a adição de diferentes quantidades se pode exercer uma influência sobre a velocidade e intensidade da diminuição do pH. A temperatu-

ra de maturação possui também uma grande influência metabólica dos lactobacilos. Com o aumento da temperatura de maturação se acelera a velocidade de queda do pH. A lenta diminuição do pH à uma temperatura de maturação de 15°C se deve à restrição da atividade metabólica (fermentação dos lactobacilos). Devido ao simultâneo processo de secagem, a Aa do embutido diminui de tal maneira que após 10 ou 15 dias, os lactobacilos não encontram as condições de sobrevivência apropriadas, o que se manifesta ainda mais, conforme a diminuição do calibre do embutido seco. Por isso, é importante uma medição contínua do pH sobretudo nos primeiros 7 a 10 dias de maturação. Desta maneira, o programa de maturação poderia ser confeccionado de tal maneira que ao diminuir, por exemplo, o pH abaixo de 5,1, diminui-se também a temperatura na câmara de maturação dos 22°C aos 15°C. Aconselha-se efetuar uma medição contínua do pH somente nos primeiros 7 a 10 dias de maturação, segundo o calibre, pois, posteriormente, as modificações que se apresentam são escassas e já não influem sobre o pH através da modificação dos parâmetros analíticos (Rödel & Stiebing, 1989).

A acidificação produzida durante a maturação se deve, principalmente à formação de ácido lático e alcança seu máximo a um pH de 4,5 - 5,0. Além da queda na Aa, a acidificação da microflora limita as possibilidades de sobrevivência. Por exemplo, os agentes habituais da putrefação com pH ótimo de crescimento de 7,0 - 7,4, são afetados em seu desenvolvimento, como no caso do *Bacillus mesentericus* e do *Proteus*. Além disso, ao longo da ma-

turação, ao aumentar a concentração salina e diminuir o pH, a atividade enzimática das bactérias se detêm (Schiffner et alii, 1978).

Collins-Thompson et alii (1984), observaram que as mudanças de pH são mais eficientes no controle de patogênicos do que a ação do nitrito de sódio.

Os valores de pH para os produtos cárnicos variam conforme o processamento aplicado, isto é, para o embutido seco maturado rápido, elaborado com uso de GDL (glucona-delta-lactona) ou com culturas "starter" e açúcar, o pH situa-se na faixa de 4,8 a 5,2; para o embutido seco maturado normal, entre 5,0 e 5,3; e para o embutido seco maturado lento entre 5,4 e 6,3 (Hofmann, 1988).

A atividade de água é um índice de água "livre" presente no alimento. Por água "livre", se entende a quantidade de água de que dispõem os microrganismos para suas atividades vitais. Quanto maior é a quantidade de substâncias dissolvidas na fração aquosa do alimento, maior é a concentração de certas substâncias dissolvidas na água, menor é a atividade hídrica, menor também a quantidade de água livre e mais disgenésicas são as condições que se encontram a maioria dos microrganismos para suas atividades vitais (Frey, 1985).

Para garantir o crescimento bacteriano contínuo, o valor de atividade de água não pode cair abaixo de 0,95. Este valor, como "conteúdo limite de água" ou "nível mínimo de hidratação", constitui um índice importante para o crescimento bacteriano e, em consequência, para o processo de maturação. A massa do embutido cru ainda fresco tem atividade de água de 0,98 a 0,99 (que corresponde a uma umidade relativa do ar em equilíbrio hídrico com o embutido de $a = 98-99\%$) (Schiffner et alii, 1978).

Nos procedimentos de elaboração que se utilizam "starters", se recomenda o seguinte esquema geral do trabalho: a atividade de água inicial do embutido deve ser 0,99 - 0,98. Adicionando uma mistura de 500 a 550 gramas de açúcares por 100 Kg de massa, a maturação se realiza a uma temperatura de 25°C e uma umidade relativa de $a \leq 95\%$ até alcançar o ponto isoelétrico (pH 5,2 - 5,3). Baixando-se a temperatura de 18 - 20°C e a umidade entre 85 e 90%, se estabelece um gradiente de difusão da água desde o centro do embutido até a câmara de maturação. Neste momento, a atividade de água do embutido situa-se em 0,95. O pH deve manter-se entre 5,3 e 5,1 o maior tempo possível para evitar que a água se difunda até a zona central da peça do embutido e que para o sistema enzimático nitrato-redutase se mantenha em atividade durante um período maior. Durante as duas fases, o movimento de ar da câmara deve ser o mais reduzido possível (Schiffner et alii, 1978).

Geralmente a perda de peso dos embutidos durante a maturação é indicada em porcentagem. O peso determinado no momento da obtenção da amostra relaciona-se com o peso inicial no dia da elaboração. A determinação da perda de peso, na realidade, indica uma medição indireta da água que é eliminada pelo embutido seco durante a secagem. Esta água pode provir da tripa, do toucinho, do tecido conectivo e, sobretudo, da carne. A perda de peso depende da temperatura e da umidade relativa reguladas na câmara de maturação e do tempo de maturação. Além dos elementos de regulação externa, influem sobre a perda de peso também os elementos de regulação interna, como por exemplo, a proporção de toucinho. Uma vez que o toucinho, em comparação com a carne, possui uma quantidade de água relativamente menor. Ao aumentar a proporção do mesmo, diminui a quantidade de água do embutido seco. Por isso, os embutidos secos com elevada proporção de gordura apresentam menores perdas de peso em um determinado tempo que os embutidos secos com uma menor quantidade de gordura (Rödel & Stiebing, 1989).

Similar a este efeito é a influência do grau de moagem da massa do embutido seco sobre a perda de peso. O calibre da tripa apresenta também uma importante influência sobre a perda de peso do embutido seco durante a maturação. Com o aumento do diâmetro, diminui em igual proporção, a perda de peso. Por isso, os embutidos secos com um maior diâmetro apresentam uma menor predisposição à formação de "gretas". O material da tripa possui uma influência sobre a perda de peso, sobretudo porque a proporção da

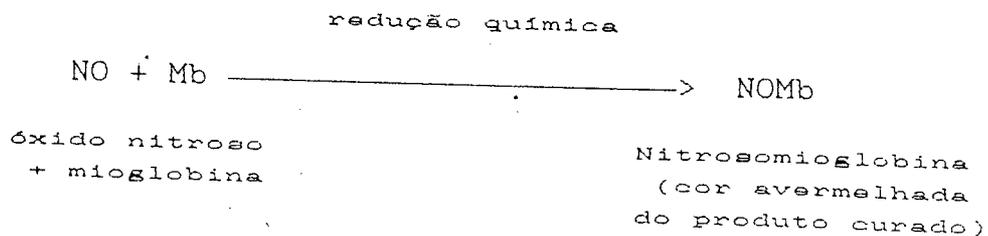
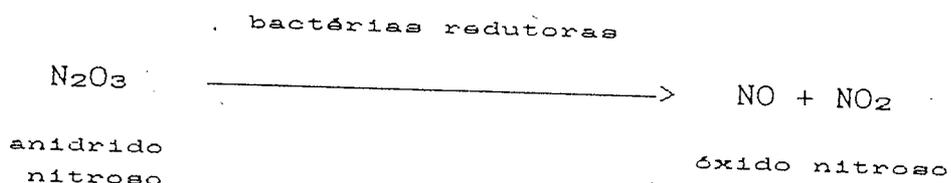
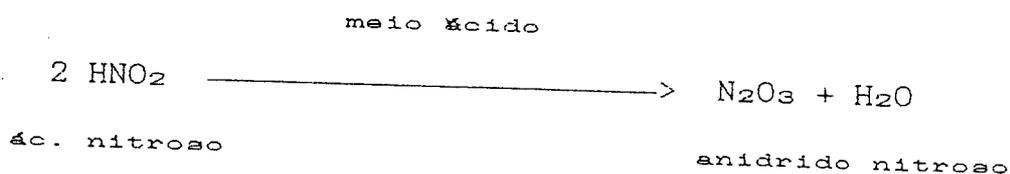
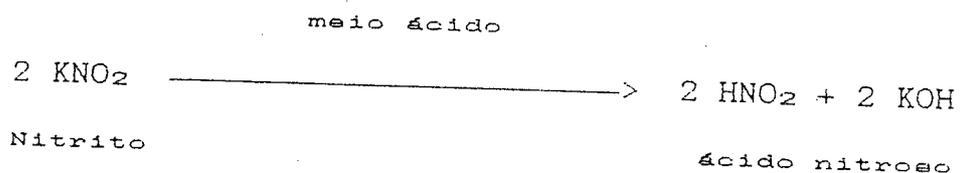
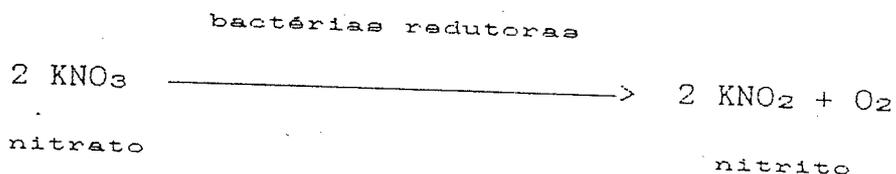
tripa natural no peso absoluto do embutido, geralmente é mais elevada que no caso do emprego de tripas de material semi-sintético ou sintético (Rödel & Stiebing, 1989).

O uso de nitrito de sódio é responsável por características típicas de produtos cárneos curados com a formação da cor de carne curada, desenvolvimento de flavour de carne curada, retardamento da rancidez e prevenção da produção de toxina pelo *Clostridium botulinum* (Kumar, 1982).

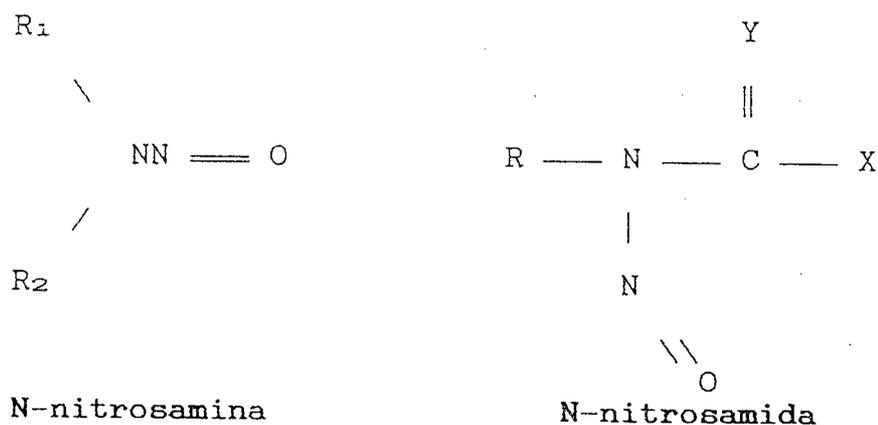
Em geral, a cura é acompanhada da adição de mistura de sal, nitrito, açúcar, especiarias e geralmente um agente redutor como ascorbato ou eritorbato (Hotchkiss, 1988).

O nitrito é um dos componentes químicos altamente reativo e quando é introduzido em um sistema cárnico complexo, muitas reações podem ocorrer. A observação de que o nível de nitrito adicionado decresce rapidamente abaixo da detecção analítica durante o processo de cura, leva a crer que este reage com os componentes da carne (Hotchkiss, 1988).

Ao empregar nitratos, o processo de avermelhamento (cura), se desenvolve segundo Niinivaara, 1955 (apud Schiffner, et alli, 1978) por este esquema de reação:



Os compostos nitrosos são divididos em duas classes: nitrosaminas e nitrosamidas. As primeiras são derivados N-nitrosos de aminas secundárias, enquanto que as posteriores são derivados de amidas substituídas e compostos relacionados. N-nitrosaminas são relativamente estáveis sob várias condições encontradas nos alimentos e não se decompõem durante o processamento dos alimentos. Nitrosamidas são muito menos estáveis, especialmente a pH neutro ou baixo (Hotchkiss, 1988).



Onde:

Y	X	<u>Composto</u>
O	alquil, aril	Nitrosoamida
O	NH ₂ , NHR, NR ₂	Nitroso uréia
O	RO-	Nitroso carbamato
NH	NH ₂ , NHR, NR ₂	Nitroso guanidina

FIGURA 1 - Estruturas generalizadas dos compostos nitrosos (Hotchkiss, 1988).

O nitrito não reage diretamente com as aminas, mas primeiramente é convertido a anidrido nitroso (N_2O_3). Conforme as duas primeiras equações da Figura 2, essa conversão é favorecida por condições ácidas. Entretanto, se as condições são excessivamente ácidas, a amina será protonada e não fica apta para reagir com anidrido nitroso (N_2O_3). Para as aminas mais comuns nos alimentos, o pH ótimo é pH 2,0 - 4,0. Alguns compostos catalisam nos alimentos reações de nitrosação, enquanto que outros inibem a nitrosação. Os mais importantes inibidores são ácido ascórbico (vitamina C) e tocoferol (vitamina E). O ácido eritórbito (ácido isoascórbico), o qual é inativo como vitamina C, também inibe a nitrosação. Estes inibidores reagem com os agentes de nitrosação, resultando na formação de óxido nitroso (NO), o qual é um agente de nitrosação muito fraco. A inibição pode não ser completa, porque o óxido nitroso pode reagir com o oxigênio molecular para formar outros óxidos de nitrogênio (NO_x), os quais são agentes de nitrosação (Hotchkiss, 1988).

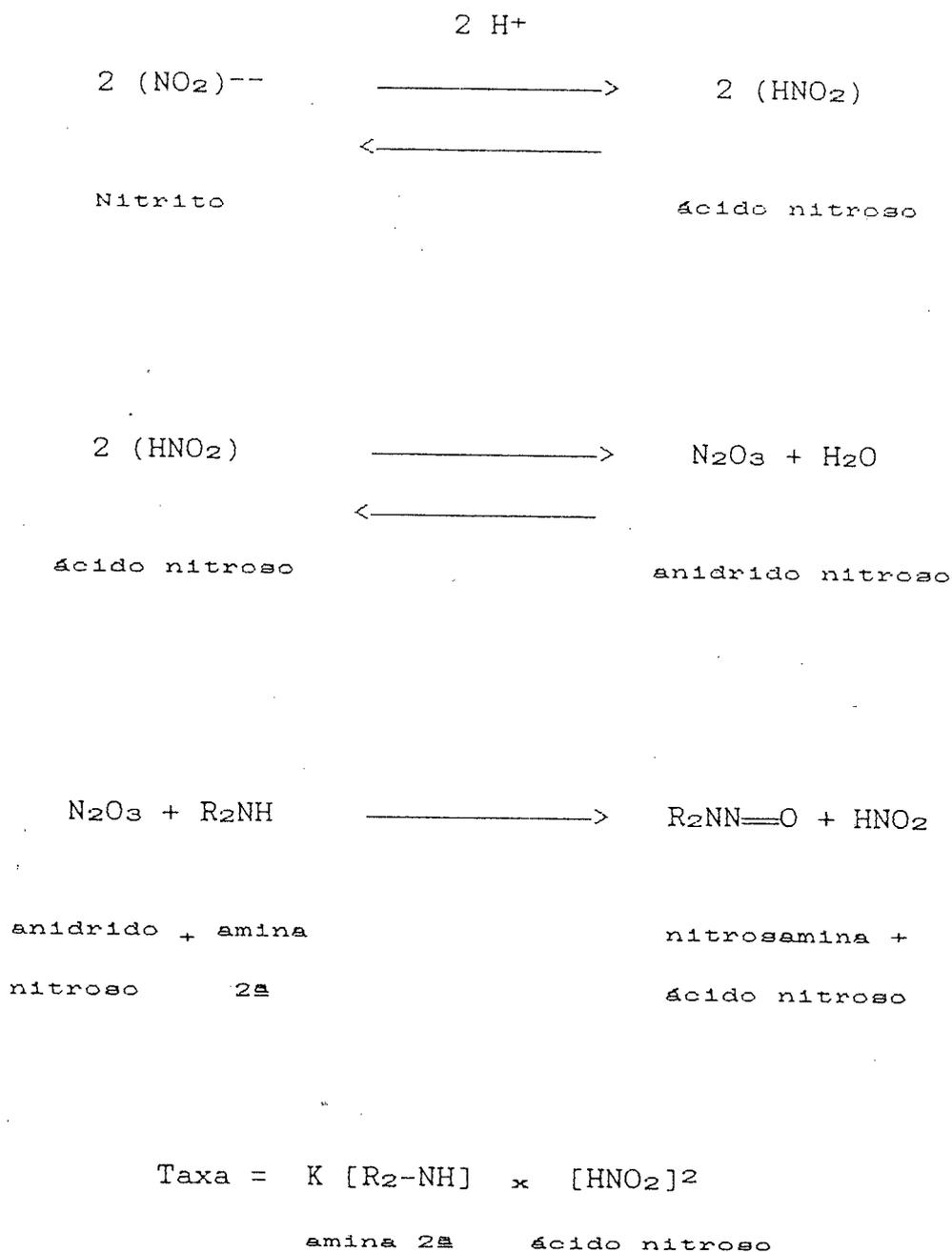


FIGURA 2 - Etapas da nitrosação de aminas secundárias à moderada acidez. A taxa constante K é independente do pH, mas as concentrações de amina e de ácido nitroso mudam com o pH (Hotchkiss, 1988).

A ocorrência de nitrosaminas em carnes curadas tem sido estudada em detalhes a uns 15 anos. Tem sido encontradas constantemente no bacon após a fritura. O bacon frito contém de duas a três nitrosaminas voláteis a concentrações de 1,0 - 20,0 mg/Kg para N-nitrosopirrolidina e 1,0 - 10,0 mg/Kg para N-nitrosodimetilamina. O bacon preparado em microondas sempre contém menos nitrosaminas que o bacon frito, porque o microondas não aquece o bacon até altas temperaturas como a fritura. Nitrosaminas não são encontradas rotineiramente em outros produtos curados, com exceção do bacon, já que não são normalmente submetidos à fritura para consumo (Hotchkiss, 1988).

Cal Andres (apud Vasconcellos, 1980), relata a necessidade de recursos adicionais solicitados pelo USDA do Governo Americano, no sentido de desenvolver trabalhos com respeito aos nitritos. Evidenciava dois objetivos: um, relativo ao contínuo controle analítico dos nitritos e possível formação de nitrosaminas, envolvendo a utilização de ácido láctico produzido por culturas bacterianas, tendo como finalidade a redução substancial do nitrito residual, contido no final do processo de produção de bacon. O outro, envolvendo equação matemática dos testes, usando computador para predizer ou avaliar as condições que irá apresentar o bacon após 21 dias, processado, congelado, cortado e empacotado.

Depois de extensiva pesquisa, o processo desenvolvido pela American Bacteriological and Chemical Research-Corporation

(ABC), Gainesville, Flórida, foi aprovado pela USDA (Federal Register, Feb. 13). Baseia-se no uso de culturas "starter" de microrganismos que incorporados ao sal de cura vem proporcionar a produção de ácido láctico. Durante a defumação, a cultura promove a diminuição do pH da carne, a qual em contrapartida, reduz o conteúdo residual de nitrito do produto, bem como a subsequente formação de nitrosamina, durante a fritura. Os microrganismos que são usados na cura do bacon são os lactobacilos, os quais vem sendo empregados intensamente a longo tempo no processamento de queijos, iogurtes, molhos, pickles, vinhos, etc. (Vasconcellos, 1980).

As nitrosaminas possuem uma semelhança entre sua estrutura e o órgão primário no qual se desenvolve o tumor, indiferente da via de administração. Por exemplo, no rato, as diacilnitrosaminas simétricas são primariamente carcinogênicas do fígado, enquanto que as diacilas não simétricas, sempre de mesmo peso molecular, são carcinogênicas do esôfago. Não se sabe se alguns órgãos podem ser afetados em seres humanos. As nitrosamidas, no entanto, são carcinogênicas diretas, as quais, não requerem ativação metabólica e formam tumores no local de aplicação (Hotchkiss, 1988).

2.3 - Defeitos do processo de fabricação

Em salames produzidos com massa corretamente elaborada, os possíveis defeitos decorrem sempre em função de fermentação incorreta, devido a pequenas populações iniciais das floras desejáveis ou ao grande número de microrganismos das floras nocivas, ou ainda, a inibição das floras desejáveis por fatores do ambiente de processamento, tais como, temperatura e umidade relativa, ou pela presença de bactericidas, ou bacteriostáticos nas matérias-primas (como os resíduos de antibióticos de potencialização de rações encontrados nas carnes).

Segundo Cantoni et alii (1985), os defeitos decorrentes da má fermentação são os seguintes: a) fermentação ácida, na qual ocorre um abaixamento excessivo de pH ($\text{pH} < 5,6$); b) massa não gelificada, este defeito caracteriza-se pela falta de liga da massa que permanece frouxa e esfarelada (massa não acidificada); c) fermentação gasosa, que se caracteriza pela presença de flora heterofermentativa produtora de gás (presença de cavernas e alteração de cor).

Os defeitos principais que são originários de uso inadequado de matérias-primas secundárias são os seguintes: avermelhamento e conservação de cor insuficientes, por seguir o pH um curso deficiente ou por ser o pH da matéria-prima excessivamente elevado; incapacidade de conservação da cor por insuficiência oxidativa, quando se emprega toucinho inadequado ou presen-

ça de número muito elevado de microrganismos indesejáveis; sabor um tanto ácido ao adicionar quantidades excessivas de carboidratos; consistência e avermelhamento deficientes, quando se adicionam doses demasiado escassas de culturas "starters" (poucos microrganismos vivos ou pequena capacidade multiplicativa) e maturação anormal por estarem presentes grandes quantidades de condimentos com cifras altas de microrganismos indesejáveis. Como consequência do embutimento inadequado, temos: surgimento de espaços ociosos no meio do embutido, quando se trabalha com pressões de embutimento demasiado baixas; descoloração da massa do embutido e aparecimento de manchas cinzas ou verdes quando a massa se molha (tripa mal escorrida ou manipulação da massa com as mãos úmidas). Quando a ventilação é demasiado intensa ocorre a formação de crosta seca superficial. Por ocasião da maturação e armazenamentos inadequados, temos: formação de crostas ressecadas periféricas, com todas as sequelas que isto leva consigo, como formação de espaços ociosos, trocas de cor, etc., como resultado de uma ventilação demasiado intensa; rancificação, por ação demasiado forte da luz e desprendimento das tripas artificiais de celulose, devido a infestações muito grandes de mofo (Frey, 1985).

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - AFERIÇÃO DOS TÍTULOS DOS CULTURAS "STARTER" UTILIZADOS NO EXPERIMENTO

3.1.1 - Procedência das culturas "starter" - o Lacto-Start 03 (*Lactobacillus plantarum*) e o Pedio-Start 40 (*Pediococcus pentosaceus*) foram obtidos do Laboratório HA-LA do Brasil - CHR Hansens Laboratorium A/S.

3.1.2 - Preparo das amostras - foram pesadas alíquotas de 25 gramas de cada cultura "starter" a ser utilizada. Em seguida, adicionou-se 225 ml de água peptonada 0,1%. Homogeneização por 2 minutos. A seguir, foram preparadas as diluições até 10^{-12} para Pedio-Start 40 e até 10^{-10} para Lacto-Start 03, a partir das diluições 10^{-1} preparadas anteriormente.

3.1.3 - Preparo das placas - foram preparadas placas em duplicata de ágar MRS (de Man, Rogosa e Sharpe) para o Pedio-Start 40, nas diluições de 10^{-8} à 10^{-12} . Também foram preparadas placas em duplicata do meio seletivo SL (meio acetato, de Rogosa, Mitchel e Wiseman - com adição de ciclohexemida para inibição de leveduras) para o Lacto-Start 03, nas diluições de 10^{-8} à 10^{-10} . A incubação foi feita a 28°C por 48 horas, sendo que os lactobacilos foram incubados em atmosfera anaeróbia.

3.2 - DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

Foi elaborada massa de salame tipo italiano, segundo uma formulação tradicional. A carne suína foi moída em máquina de moer carne (Incomaf) com disco de furos \varnothing 10 mm e para moagem da carne bovina foi usado disco de furos \varnothing 5 mm; enquanto que o toucinho foi picado em cubos de 0,5 cm de aresta, utilizando picador de toucinho (Incomaf). A seguir, foram misturados os ingredientes acima juntamente com os materiais secundários, seguindo a seguinte formulação:

carne suína	8 Kg
carne bovina	1 Kg
toucinho	3 Kg
sal nitritado	360 gr (concentração de 250 ppm de nitrito de sódio).
alho	12 gr
pimenta branca	12 gr
açúcar (sacarose)	60 gr
vinho tinto	60 ml

Após a homogeneização da massa, esta foi dividida em dez porções de 1,2 Kg cada, correspondendo a dez tratamentos. A uma porção não foi adicionada cultura "starter" (constituindo o grupo controle - o tratamento B). Enquanto que, às nove restantes foram adicionadas concentrações diversas de duas culturas "starter" liofilizadas, o Lacto-Start 03 e o Pedio-Start 40.

A ativação das culturas "starter" foi feita da seguinte forma: uma alíquota de 1 (hum) grama de cada cultura "starter" foi pesada em balança analítica (Sauter), e suspensa em 100 ml de água peptonada 0,1%, separadamente. Após 15 minutos de repouso, as suspensões foram inoculadas, seguindo o seguinte esquema de trabalho:

Tratamento LA - $2,5 \times 10^5$ UFC de *Lactobacillus plantarum* por grama de massa cárnica (5 ml).

Tratamento L_B - 5×10^5 UFC viáveis de *Lactobacillus plantarum* por grama de massa cárnica (10 ml).

Tratamento L_C - 10^6 UFC de *Lactobacillus plantarum* por grama de massa cárnica (20 ml).

Tratamento P_A - $2,5 \times 10^5$ UFC de *Pediococcus pentosaceus* por grama de massa cárnica (0,38 ml).

Tratamento P_B - 5×10^5 UFC de *Pediococcus pentosaceus* por grama de massa cárnica (0,75 ml).

Tratamento P_C - 10^6 UFC de *Pediococcus pentosaceus* por grama de massa cárnica (1,5 ml).

Tratamento LPA - $12,5 \times 10^4$ UFC de *Lactobacillus plantarum* (2,5 ml) e $12,5 \times 10^4$ UFC de *Pediococcus pentosaceus* (0,19 ml) por grama de massa cárnica.

Tratamento LP_B - $2,5 \times 10^5$ UFC de *Lactobacillus plantarum* (5 ml) e $2,5 \times 10^5$ UFC de *Pediococcus pentosaceus* (0,38 ml) por grama de massa cárnica.

Tratamento LP_C - 5×10^5 UFC de *Lactobacillus plantarum* (10 ml) e 5×10^5 UFC de *Pediococcus pentosaceus* (0,75 ml) por grama de massa cárnica.

Em seguida, as diversas porções foram embutidas em peças de aproximadamente 200 gramas cada, utilizando tripa artificial para salames de calibre \varnothing 58 mm - Nalo Faser Bak/T (Trifichel). A cura do salame foi realizada durante o período de 28 dias, em câmara de cura climatizada (Power) com temperatura de 18°C e umidade relativa do ar igual a 85%. Durante este período, foram realizadas as seguintes análises semanais: acidez com ácido láctico, pH, nitrito residual, perda de peso, cloretos, umidade e Aa (atividade de água).

3.3 - DETALHAMENTO DOS METODOS DE ANALISE

3.3.1 - Perda de peso - o peso determinado no momento da obtenção da amostra foi relacionado com o peso inicial no dia da elaboração. O resultado foi apresentado em porcentagem (Rodel et al, 1989).

3.3.2 - Umidade - foi determinada pelo método em estufa (Lanara, 1981).

3.3.3 - Aa - foi determinada pela concentração de sal na fase aquosa e pode ser calculada a partir do conteúdo de sal e água, incorporando uma correção para os valores de Aa inicial, devido a outros compostos do que o NaCl (cloreto de sódio) e à secagem. O uso destas hipóteses permitiu o desenvolvimento da seguinte fórmula:

$$Aa = 1,0014 - \frac{0,6039 \times \%NaCl_{(s)}}{\%H2O_{(s)}} \times 1 + \frac{0,0189 \times \%H2O_{(m)}}{\%NaCl_{(m)}}$$

onde: o índice "s" refere-se à salame e o "m" refere-se à massa inicial (Demeyer et alii, 1986).

3.3.4 - Acidez, em ácido láctico - foi determinada pelo método de acidez, em ácido láctico (Instituto Adolfo Lutz, 1985).

3.3.5 - pH - foi determinado pelo método potenciométrico (Instituto Adolfo Lutz, 1985).

3.3.6 - Nitrito residual - foi determinado pelo método de Griess-Ilosvay modificado (Lanara, 1981). Em seguida, os valores de absorvância foram inseridos numa equação de reta para calcular o nitrito residual em ppm.

3.3.7 - Cloretos - foram determinados pelo método de Mohr (Lanara, 1981).

3.4 - PREPARO DAS AMOSTRAS

As amostras foram imediatamente congeladas em freezer, após a retirada da câmara de cura. Foi utilizado filme de PVC transparente (Rolopac) para acondicioná-las. Por ocasião das análises pertinentes, as amostras retiradas do freezer foram trituradas e homogeneizadas, após alcançarem a temperatura ambiente.

3.5 - EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NAS ANALISES

- balança analítica (Sauter)
- potenciômetro (E-520, Metrom Herisau)
- espectrofotômetro (Spectronic 20, Bausch & Lomb)
- estufa de secagem (modelo 315 SE, Fanem)
- mufla (type A 1400, Thermolyne Corporation)

3.6 - DESCRIÇÃO DA CAMARA DE CURA CLIMATIZADA

Segundo Oliveira & Detoni (1984), trata-se de uma câmara de cura de carnes onde a maturação é acelerada por adição de "starters" de cultura adequada e o processo de desidratação é efetuado à temperatura e umidade controladas; a desidratação é efetuada pela condensação da água do meio em evaporador frigorífico, no ponto de orvalho, onde é drenada.

Suas características principais residem no fato de que a formação de paladar não é afetada, já que propicia as fermentações necessárias e possui acoplado um gerador de fumaça. A rapidez do processo de desidratação permite a redução do tempo de cura e reduz o espaço necessário à industrialização (Ver anexo I).

3.7 - ANALISE ESTATISTICA

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 4 repetições. As análises estatísticas foram feitas de acordo com o delineamento experimental acima; as comparações entre as médias foram feitas pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% .

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados acerca do comportamento das variáveis estudadas nos diversos tratamentos estão ilustrados nas tabelas 1 a 4 e nas figuras 3 a 16. A matriz de dados do experimento está ilustrada no anexo 2.

4.1. Resultados da aferição dos títulos das culturas "starter" utilizadas no experimento

O título do Pedio-Start 40 encontrado foi de 36×10^{11} UFC de *Pediococcus pentosaceus* em 50 gramas de Pedio-Start 40 (segundo o fabricante, a cultura "starter" contém 40×10^{11} UFC de *Pediococcus pentosaceus* em 50 gramas de cultura "starter").

O título do Lacto-Start 03 encontrado foi de $2,8 \times 10^{11}$ UFC de *Lactobacillus plantarum* em 50 gramas de Lacto-Start 03 (segundo o fabricante, a cultura "starter" contém 3×10^{11} UFC de *Lactobacillus plantarum* em 50 gramas de cultura "starter").

Tabela 1 - Comportamento das variáveis estudadas nos diversos tratamentos no tempo 7 (dias)

Variável estudada	Acidez em ácido láctico	Aa	Cloretos (%)	Nitrato residual (ppm)	Perda de peso (%)	pH	Umidade (%)
LA	0,78 ab	0,9151 ab	4,41 a	8,84 bc	28,67 e	5,31 cd	44,29 a
LB	0,72 c	0,9072 ab	4,55 a	5,30 de	34,63 a	5,21 ed	40,50 cd
LC	0,79 a	0,9211 a	4,37 a	3,34 e	30,14 de	5,10 d	42,81 abc
LPA	0,59 e	0,9120 ab	4,45 a	9,93 b	31,75 b	5,61 a	41,27 abc
LPB	0,74 bc	0,9119 ab	4,54 a	15,49 a	33,40 a	5,40 ab	41,25 abcd
LPC	0,71 c	0,9149 ab	4,49 a	9,23 b	33,47 a	5,38 bcd	43,82 ab
PA	0,65 d	0,9148 ab	4,30 a	6,85 cd	31,62 bc	5,51 ab	42,33 abc
PB	0,65 d	0,9210 a	4,19 a	8,74 bc	31,00 cd	5,58 ab	43,53 abc
PC	0,61 de	0,9162 ab	4,44 a	5,68 d	29,53 de	5,60 ab	41,03 bcd
B	0,59 e	0,9026 b	4,47 a	15,31 a	33,55 a	5,62 a	39,27 d

Nota : médias ligadas com uma mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (ao nível de significância de 5%)

Tabela 2 - Comportamento das variáveis estudadas nos diversos tratamentos no tempo 14 (dias)

Variável estudada	Acidez em ácido láctico	Aa	Cloratos (%)	Nitrato residual (ppm)	Perda de peso (%)	pH	Umidade (%)
LA	0,62 de	0,9011 a	4,69 a	9,36 bc	32,72 d	5,59 ab	42,59 a
LB	0,65 bcde	0,8930 a	4,66 a	6,07 def	37,28 b	5,47 ab	39,56 bc
LC	0,80 a	0,9055 a	4,71 a	4,12 f	37,52 b	5,20 b	37,81 cd
LPA	0,59 e	0,8961 a	4,79 a	5,78 ef	38,59 ab	5,57 ab	36,55 d
LPB	0,65 bcde	0,8956 a	4,83 a	8,04 cd	39,35 ab	5,66 a	36,43 d
LPC	0,71 b	0,8987 a	4,77 a	13,35 a	35,95 c	5,67 a	41,31 ab
PA	0,63 cde	0,9008 a	4,68 a	7,55 cde	37,87 b	5,66 a	36,64 d
PB	0,62 de	0,9090 a	4,55 a	8,83 bc	31,88 d	5,74 a	38,83 bcd
PC	0,68 bcd	0,9028 a	4,66 a	10,83 b	37,45 b	5,76 a	36,82 d
B	0,69 bc	0,8844 a	5,08 a	15,49 a	40,73 a	5,79 a	37,10 cd

Nota: médias ligadas com um mesmo letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (ao nível de significância de 5%)

Tabela 3 -- Comportamento das variáveis estudadas nos diversos tratamentos no tempo 21 (dias)

Variável estudada	Acidez em ácido láctico	Aa	Clarefas (%)	Nitrito residual (ppm)	Perda de peso	pH	umidade (%)
LA	0,60 de	0,8868 a	5,02 a	11,64 a	36,06 d	5,66 bad	40,95 a
LB	0,78 a	0,8768 a	5,26 a	6,95 bc	41,17 abc	5,51 de	36,35 bc
LC	0,80 a	0,8935 a	4,89 a	5,78 c	38,84 bad	5,42 e	35,30 bc
LPA	0,63 cd	0,8821 a	5,16 a	9,23 ab	41,87 ab	5,71 abc	35,00 c
LPB	0,72 b	0,8827 a	5,19 a	9,33 ab	41,45 ab	5,56 cde	33,87 c
LPC	0,72 b	0,8865 a	5,04 a	11,74 a	37,93 cd	5,65 bad	38,32 ab
PA	0,65 c	0,8878 a	4,97 a	9,33 ab	42,18 a	5,90 a	34,53 c
PB	0,56 e	0,8925 a	4,84 a	7,55 bc	36,22 d	5,82 ab	36,54 bc
PC	0,60 de	0,8866 a	4,93 a	11,13 a	42,26 a	5,74 abc	34,20 c
B	0,62 cd	0,8739 a	5,44 a	10,43 a	43,50 a	5,89 a	35,51 bc

Nota : médias ligadas com uma mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (ao nível de significância de 5%)

Tabela 4 - Comportamento das variáveis estudadas nos diversos tratamentos no tempo 28 (dias)

Variável estudada	Tratamento	Acidez em	Aa	Cloretos	Nitrato residual	Perda de peso	pH	umidade
		ácido láctico	(%)	(%)	(ppm)	(%)	(%)	(%)
	LA	0,60 c	0,8746 ab	5,42 ab	9,64 ab	40,57 e	5,69 bc	37,32 a
	LB	0,62 c	0,8613 ab	5,59 ab	7,25 abcd	46,09 ab	5,50 ad	34,62 bc
	LC	0,71 b	0,8821 a	5,25 b	2,81 e	41,55 e	5,45 d	34,11 c
	LPA	0,62 c	0,8664 ab	5,42 ab	8,74 abc	44,20 bcd	5,76 ab	34,16 c
	LPB	0,78 a	0,8655 ab	5,53 ab	9,23 ab	45,82 abc	5,69 bc	34,14 c
	LPC	0,78 a	0,8685 ab	5,46 ab	7,55 abcd	46,12 ab	5,53 ad	36,17 ab
	PA	0,54 d	0,8756 ab	5,34 b	4,90 de	43,55 d	5,91 a	33,67 c
	PB	0,62 c	0,8826 a	5,29 b	6,07 cd	43,93 ad	5,92 a	36,00 ab
	PC	0,71 b	0,8730 ab	5,32 b	6,86 bcd	42,41 de	5,82 ab	33,56 c
	B	0,55 d	0,8536 b	5,89 a	10,03 a	46,19 a	5,92 a	33,49 c

Nota : médias ligadas com uma mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (ao nível de significância de 5%)

4.2 - Avaliação das variáveis estudadas entre os diversos tratamentos

4.2.1 - Acidez, em ácido lático - o açúcar adicionado na formulação tem o objetivo de servir de substrato às bactérias acidificantes. O volume de açúcar vai sempre definir o volume final de ácido lático. As formulações européias utilizam 1,5% e no entanto utilizamos apenas 0,5% de açúcar para obtermos um produto enquadrado nos padrões nacionais (produto menos picante).

Até o tempo 7, os maiores incrementos de acidez ocorreram quando utilizamos culturas puras de *Lactobacillus plantarum* e misturas de *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus* (com exceção da menor concentração - tratamento LPA).

Até o tempo 14, os tratamentos Lc, LPc, Pc e B, continuaram a elevar suas taxas de ácido lático. Este fato ocorreu provavelmente por ser maior a taxa de formação de ácido lático do que a taxa de esterificação, provocada pela reação do ácido lático com aminas e aminoácidos. Nos demais tratamentos ou a taxa de ácido lático se estabilizou ou houve uma redução da mesma.

Até o tempo 21, os tratamentos LB, LPB, LPc, LPA e PA continuaram a aumentar suas taxas de ácido lático. O tratamento LC manteve-se constante, enquanto os demais tiveram um decréscimo.

Até o tempo 28, os tratamentos LP_B, LP_C, P_B e P_C continuaram a ter suas taxas de ácido láctico aumentadas pelo mesmo motivo anteriormente comentado.

Os melhores comportamentos de acidez, em ácido láctico são os tratamentos L_C, LP_B, LP_C e P_C (todos com valores superiores a 0,70% de acidez em ácido láctico). Provavelmente os tratamentos que continham *Pediococcus pentosaceus* e a mistura de *Pediococcus pentosaceus* e *Lactobacillus plantarum*, continuaram o incremento de acidez por estarem em valores de pH próximos de 6,0 (o qual favorece em muito o desenvolvimento de *Pediococcus pentosaceus*).

**FIGURA 3.- COMPORTAMENTO DA VARIÁVEL
ACIDEZ: Acidez em ácido láctico**

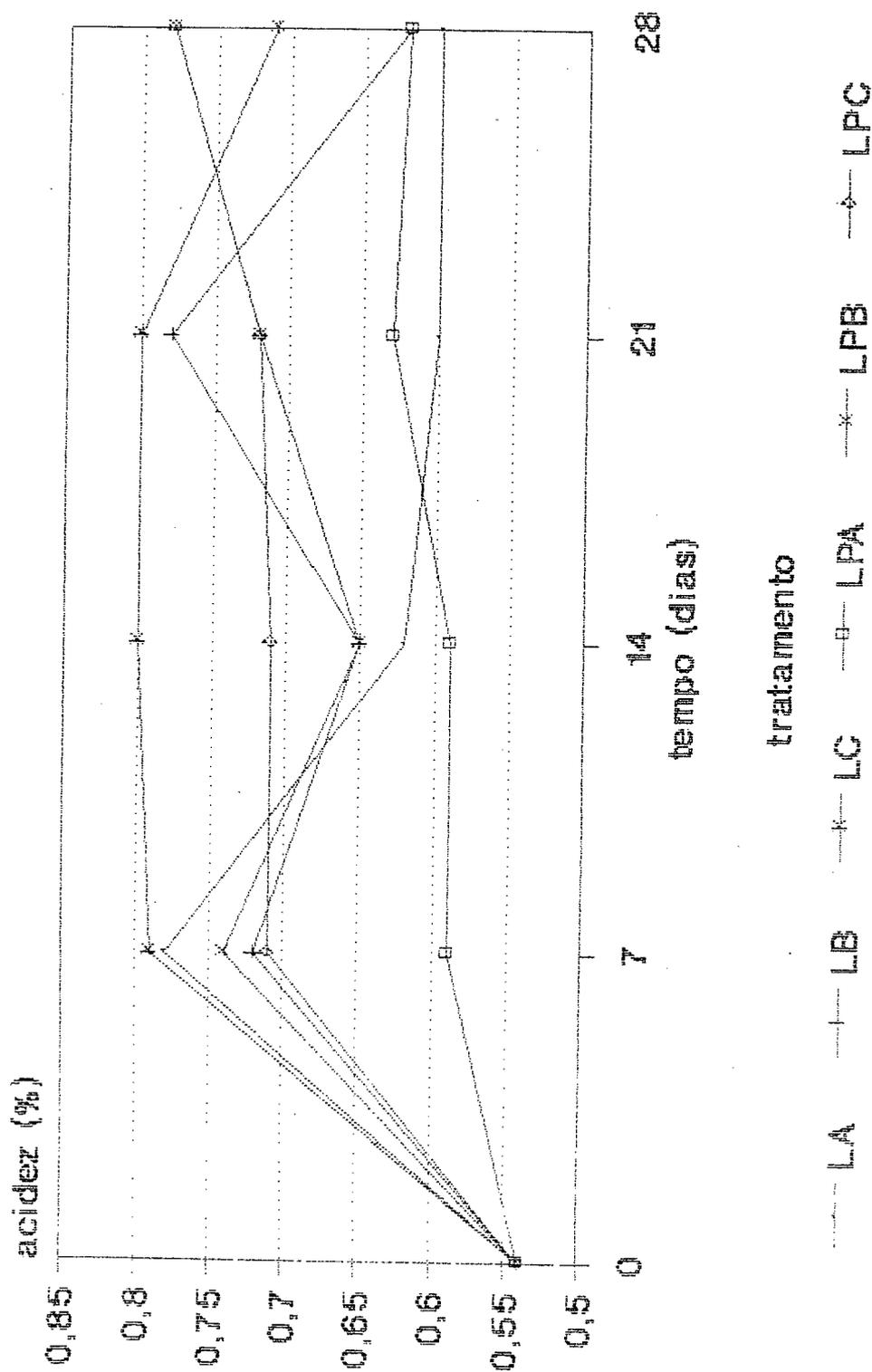
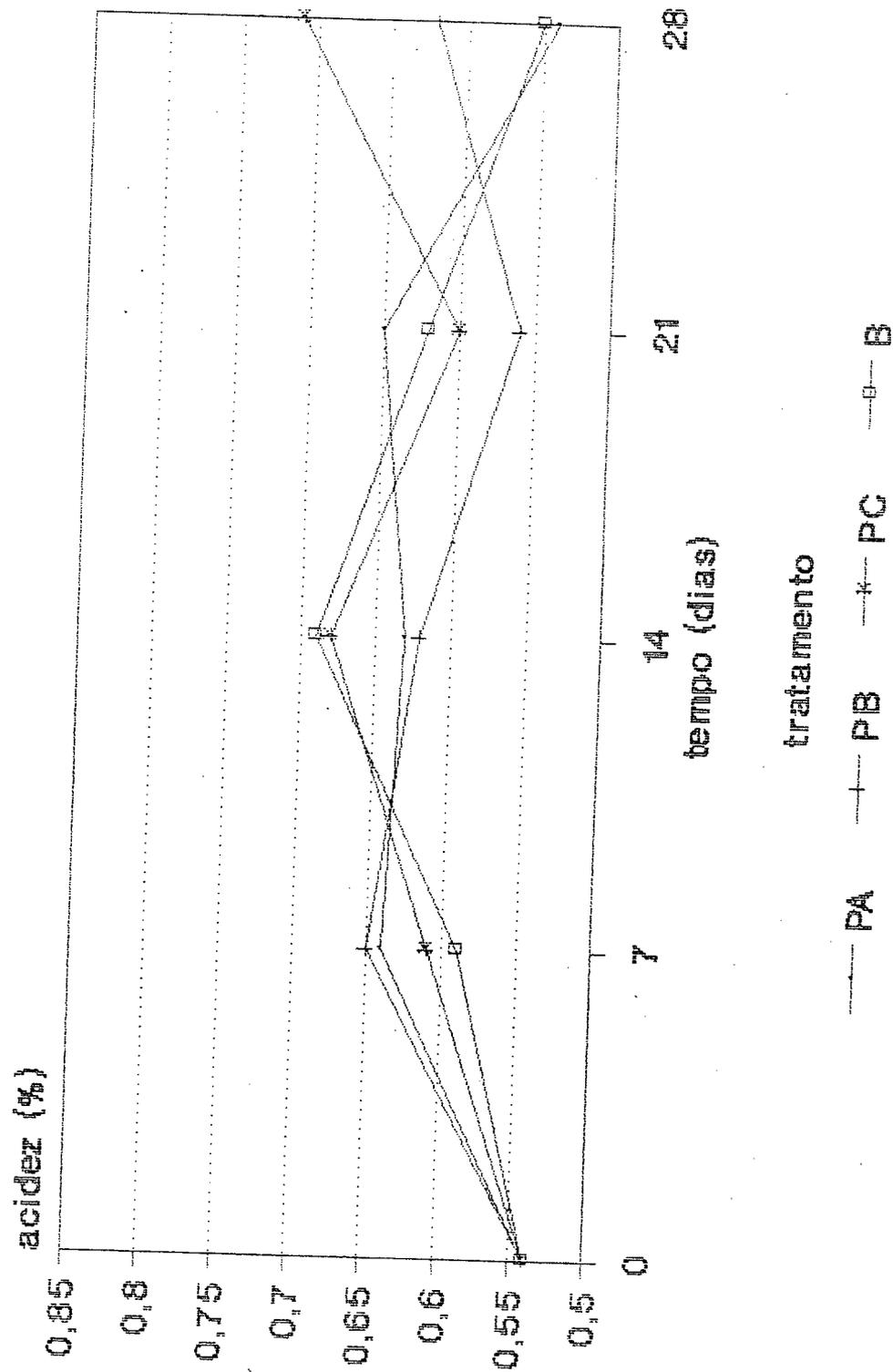


FIGURA 4.- COMPORTAMENTO DA VARIÁVEL
ACIDEZ: Acidez em ácido láctico



4.2.2 - Aa (atividade de água) - Rodel (1989) utilizando tripas de \varnothing 60 mm na fabricação de salames, obteve valores de Aa igual a 0,96 para a massa inicial; 0,948 para o tempo 7; 0,93 para o tempo 14; 0,905 para o tempo 21 e 0,878 para o tempo 28. A variável Aa formou uma curva descendente mais acentuada no tempo 7, já que a queda mais acentuada do pH ocorreu até o tempo 7 (5,1-5,62), quando é reduzida a capacidade de retenção de água, ocorrendo rápida desidratação e queda de Aa. Os valores mais elevados de Aa para os diversos tratamentos foram 0,8321 para o Lc e 0,8326 para o Pb (considerados iguais pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%). Estes valores são muito próximos aos citados por Rodel (1989), sob condições idênticas de trabalho. Os valores ótimos para crescimento de microrganismos estão entre 0,92 e 0,99, abaixo disto o crescimento microbiano diminui ou paralisa.

FIGURA 5.- COMPORTAMENTO DA VARIÁVEL Aa
Atividade de água

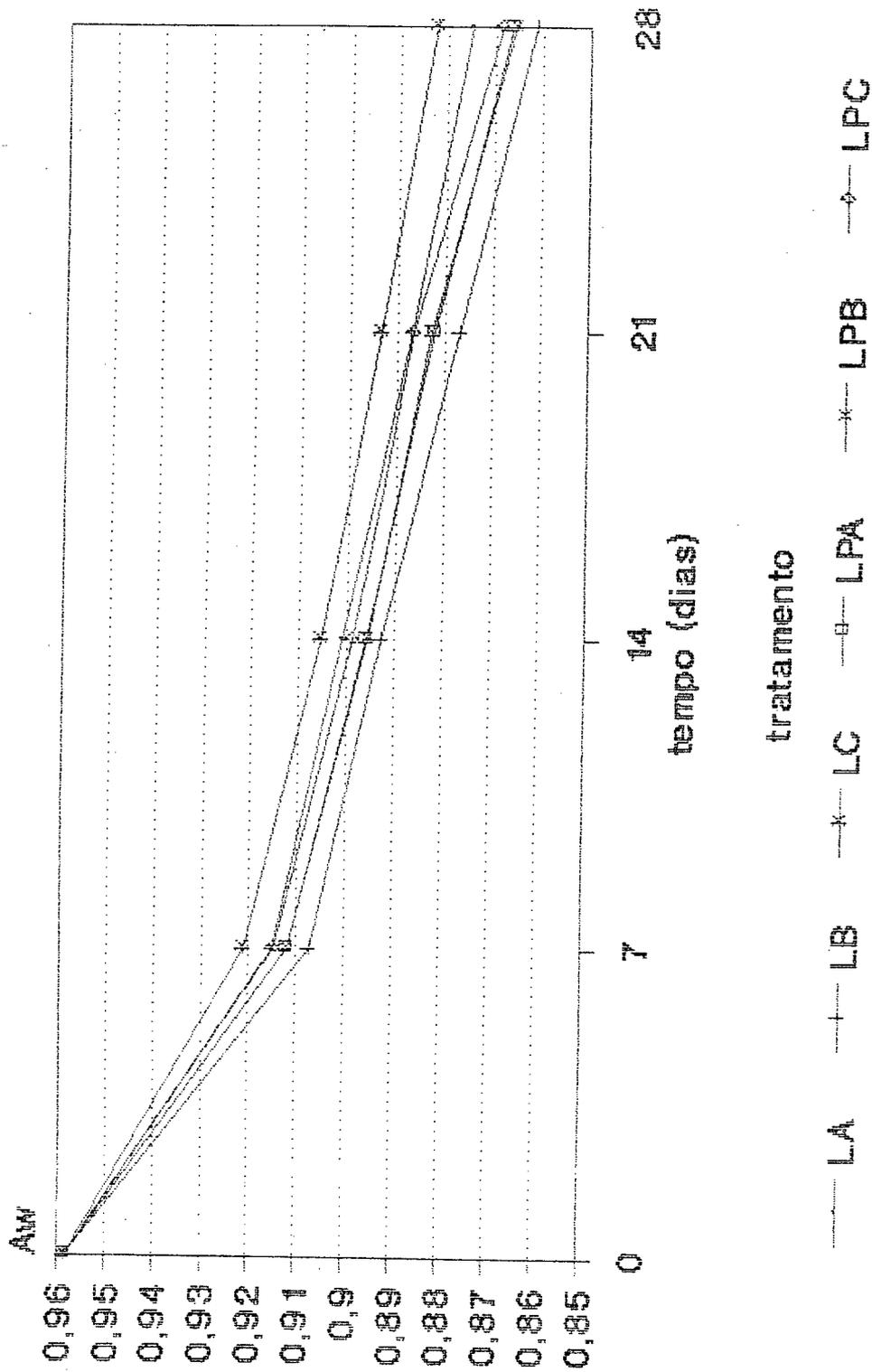
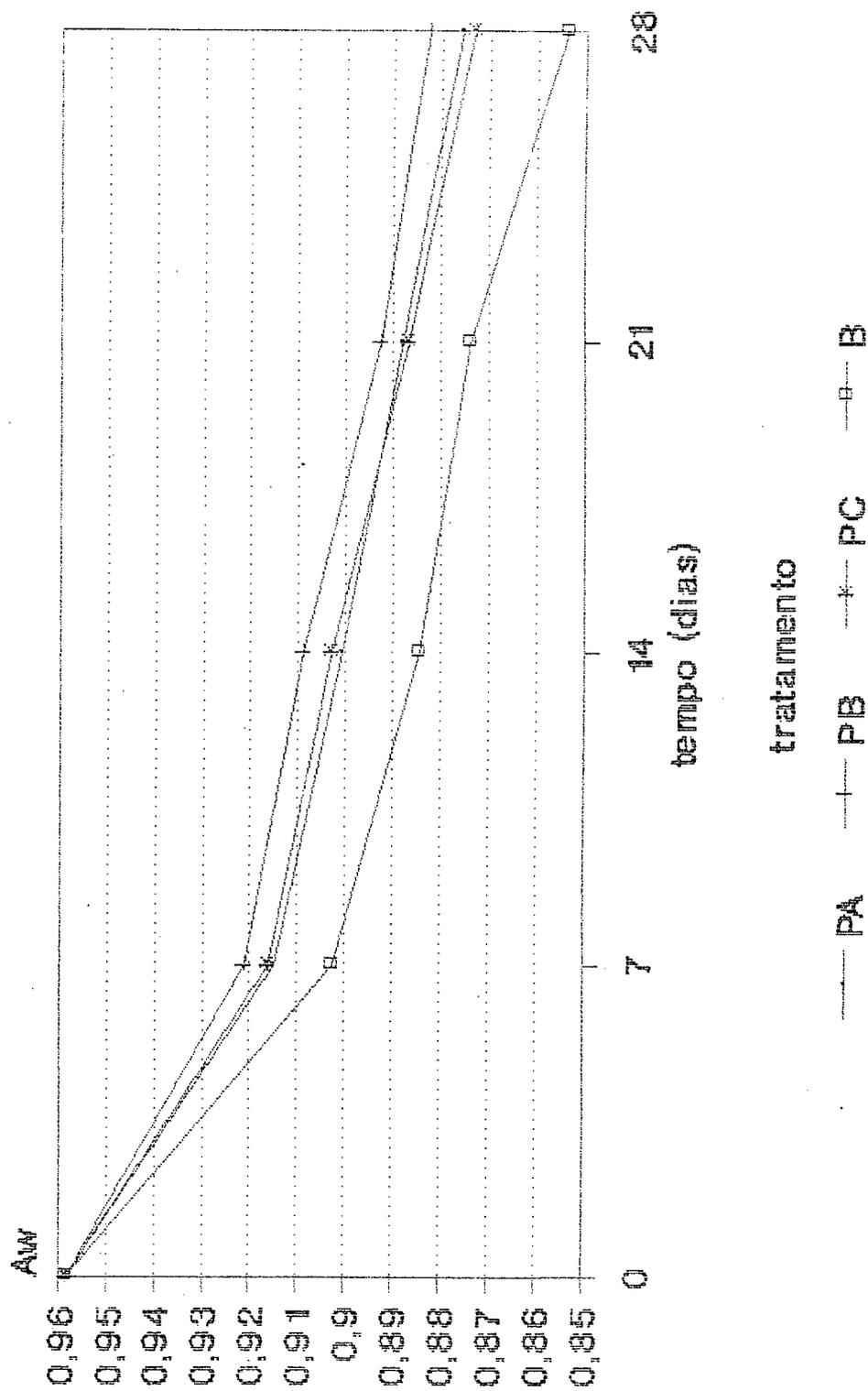


FIGURA 6.- COMPORTAMENTO DA VARIÁVEL Aa
Atividade de água



4.2.3 - Cloretos - o sal afeta a capacidade de retenção da água da carne e através da desidratação do protoplama, inibe a multiplicação da maioria das bactérias. Durante a maturação, o embutido vai perdendo água e altera desta forma a Aa e a concentração salina se eleva em 3 a 4% (Schiffner et alii, 1978). O incremento na concentração de cloreto de sódio foi mais rápido até o tempo 7, já que é até o tempo 7 que ocorre a queda do pH mais acentuada (5,1-5,62), quando é reduzida a capacidade de retenção da água, ocorrendo rápida desidratação e conseqüente aumento mais acentuado da concentração de sal.

No transcorrer do período de cura, há um aumento constante, mas um pouco mais suave com exceção do tratamento B, que alcança no tempo 28, 5,89% de cloretos. Segundo Martins et al. (1985), o teor de sal é normalmente de 4,0 a 5,5% nos embutidos fermentados brasileiros. Possivelmente o tratamento que se mostraria mais agradável ao paladar seria o Lc, com 5,25% de cloretos. Isto se torna importante, uma vez que as tendências atuais do consumidor são de preferir produtos com menor quantidade de sal.

FIGURA 7.- COMPORTAMENTO DA VARIÁVEL
CLORETOS

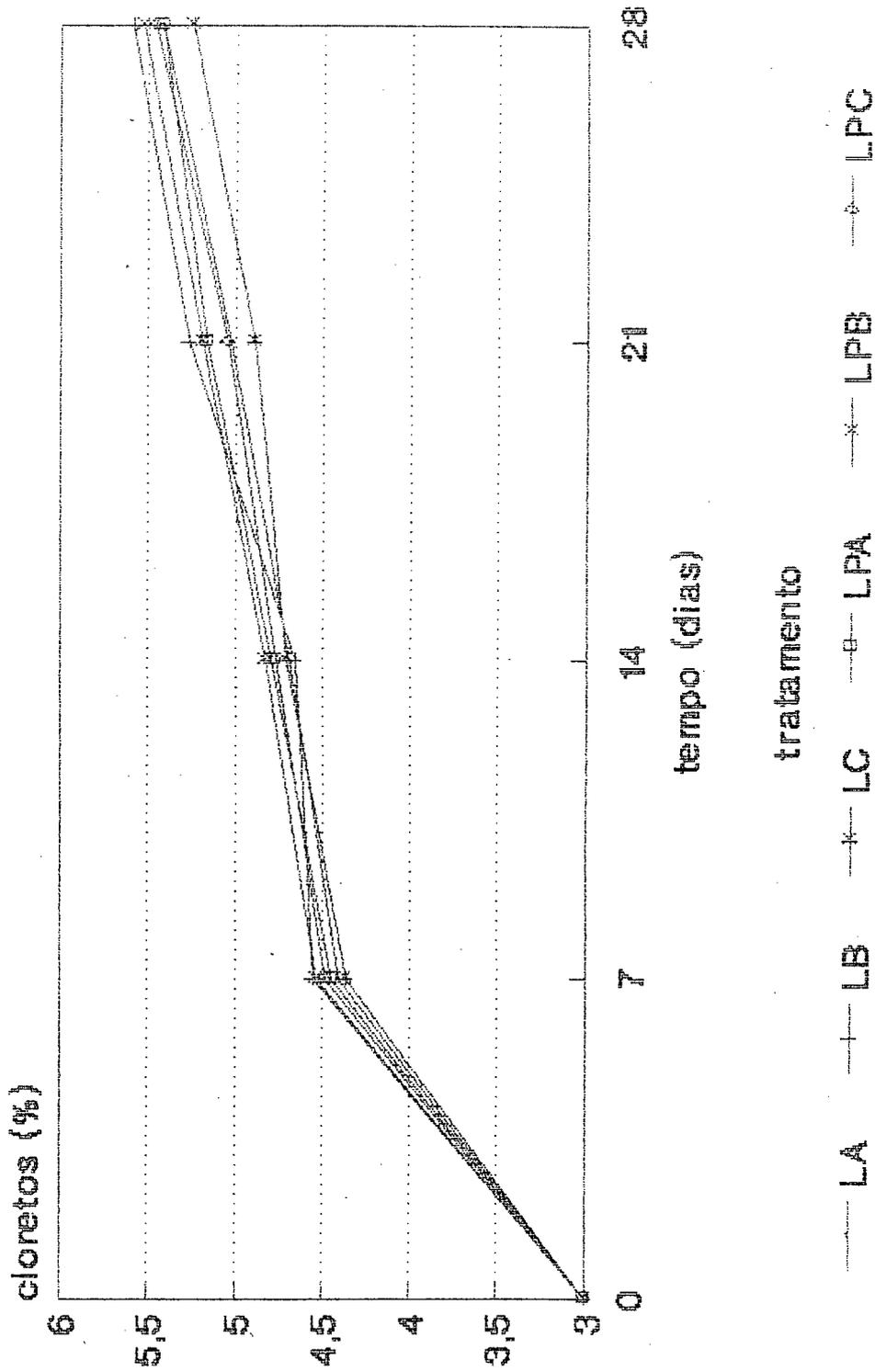
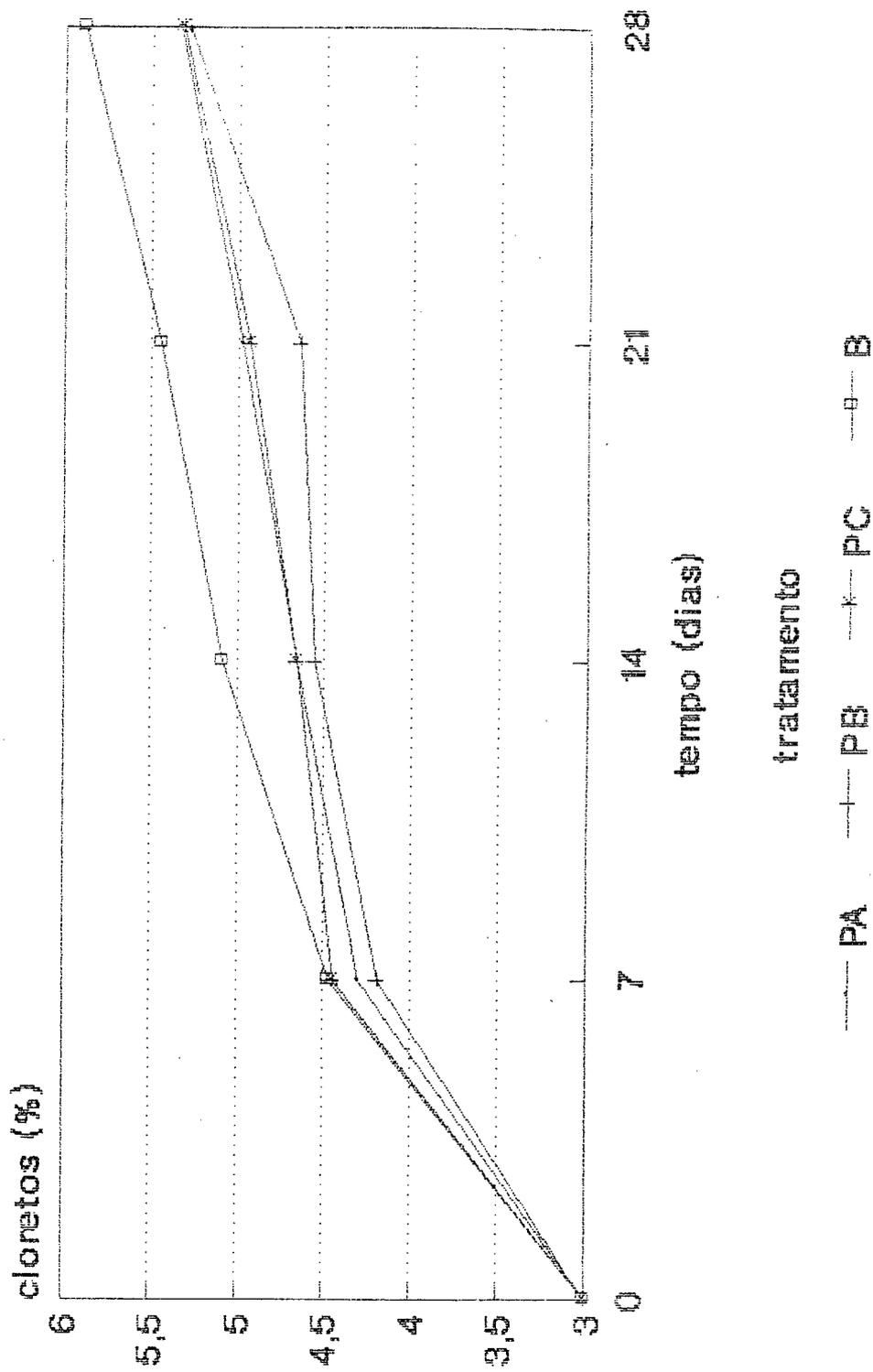


FIGURA 8.- COMPORTAMENTO DA VARIÁVEL
CLORETOS

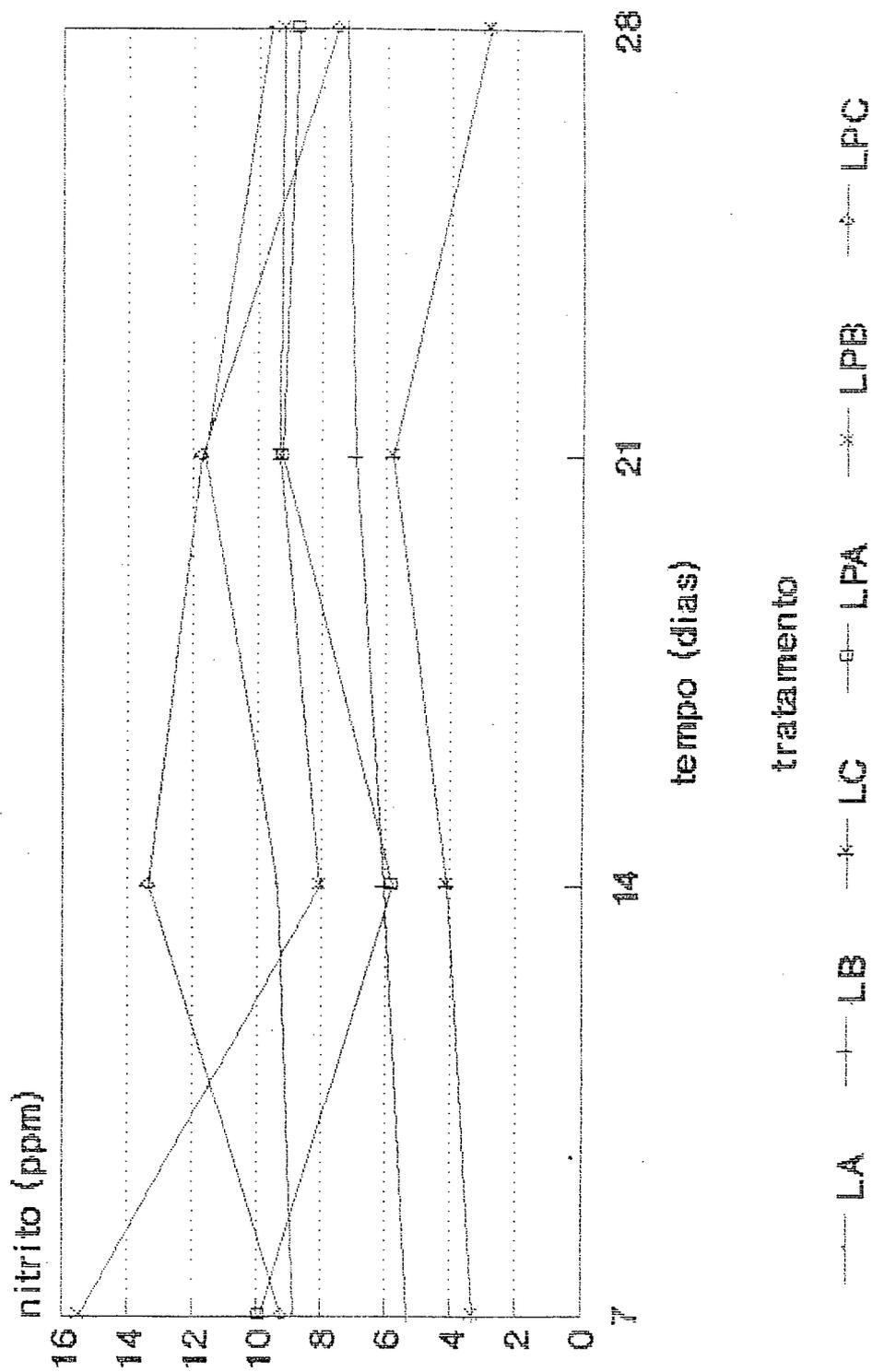


4.2.4 - Nitrito residual - até o tempo 7, todos os tratamentos já apresentavam valores adequados de nitrito residual se for levado em conta o que o Ministério da Agricultura prevê como sendo o máximo tolerável, 200 ppm para os produtos fermentados. A maior queda dos níveis de nitrito realmente ocorreu até o tempo 7, já que a redução do nitrito ocorre sob condições ácidas e é até o tempo 7 que ocorre a mais rápida acidificação do experimento.

No tempo 14, com exceção dos tratamentos LPA e LPB, todos os níveis de nitrito aumentaram (Fig. 9 e 10), tendo relação direta com os valores de pH que tiveram o mesmo comportamento (Fig. 13 e 14). Possivelmente, tenha ocorrido a reversão das reações de nitrosação (Fig. 2), ao invés de ocorrer uma redução ainda maior dos níveis de nitrito.

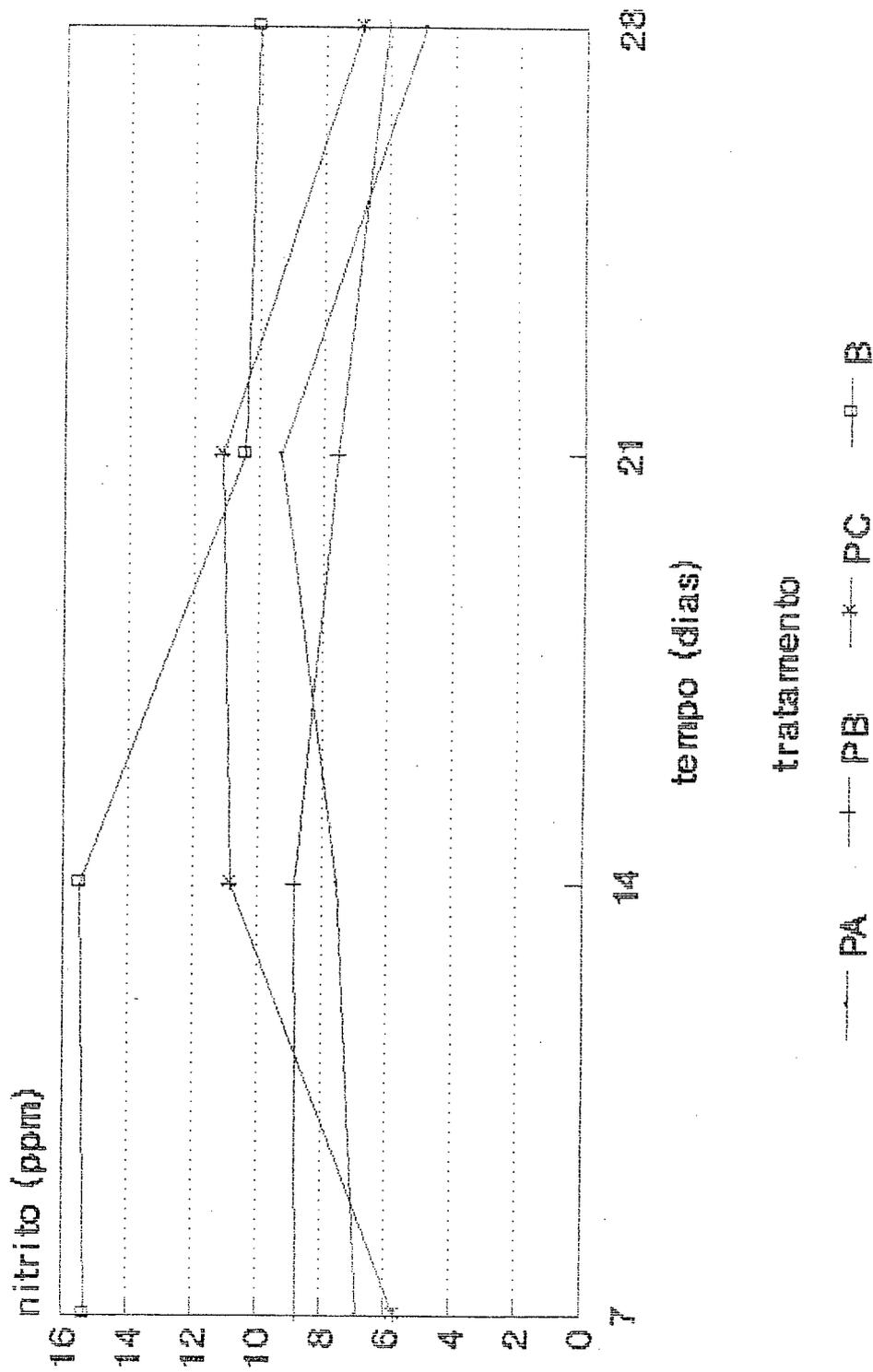
O nitrito é um importante inibidor de microrganismos indesejáveis durante a acidificação; posteriormente, é interessante que seja extinto, já que poderão surgir estruturas carcinogênicas a partir do nitrito residual e aminas. Os menores valores finais de nitrito residual obtidos foram LC (2,81 ppm) e PA (4,90 ppm), ficando bem próximos do ideal que é nitrito residual igual a "zero".

**FIGURA 9.- COMPORTAMENTO DA VARIÁVEL
NITRITO: nitrato residual**



Obs.: a concentração inicial de nitrato no tempo 0 é igual a 250 ppm.

**FIGURA 10.- COMPORTAMENTO DA VARIÁVEL
NITRITO: nitrato residual**



Obs.: a concentração inicial de nitrato no tempo 0 é igual a 260 ppm.

4.2.5 - Perda de peso - cabe ressaltar que a perda de peso mais acentuada ocorreu até o tempo 7, coincidindo com os menores valores de pH (5,1 - 5,62). Nesta faixa de pH ocorre uma diminuição na capacidade de retenção de água e conseqüentes maior desidratação e perda de peso. Nos tempos 14, 21 e 28, a curva de perda de peso foi crescente e bem mais lenta, com exceção do P_B. No tempo 28, no entanto, os resultados se apresentaram bastante semelhantes: entre 40,57 e 46,19%, os quais estão dentro da faixa de 40 a 60%, preconizada por Martins & Luchese (1985) para os embutidos fermentados brasileiros.

A perda de peso depende da temperatura e da umidade relativa reguladas na câmara de maturação e do tempo de maturação (Rödel & Stiebing, 1989). Esses fatores são apenas alguns dos que afetam a perda de peso e, possivelmente, os resultados obtidos foram bons em relação à faixa de perda de peso preconizada por Martins & Luchese (1985), por termos utilizado uma câmara de cura climatizada onde a temperatura (18°C) e a umidade relativa (85%) foram mantidas constantes.

FIGURA 11.- COMPORTAMENTO DA VARIÁVEL
PERDA DE PESO

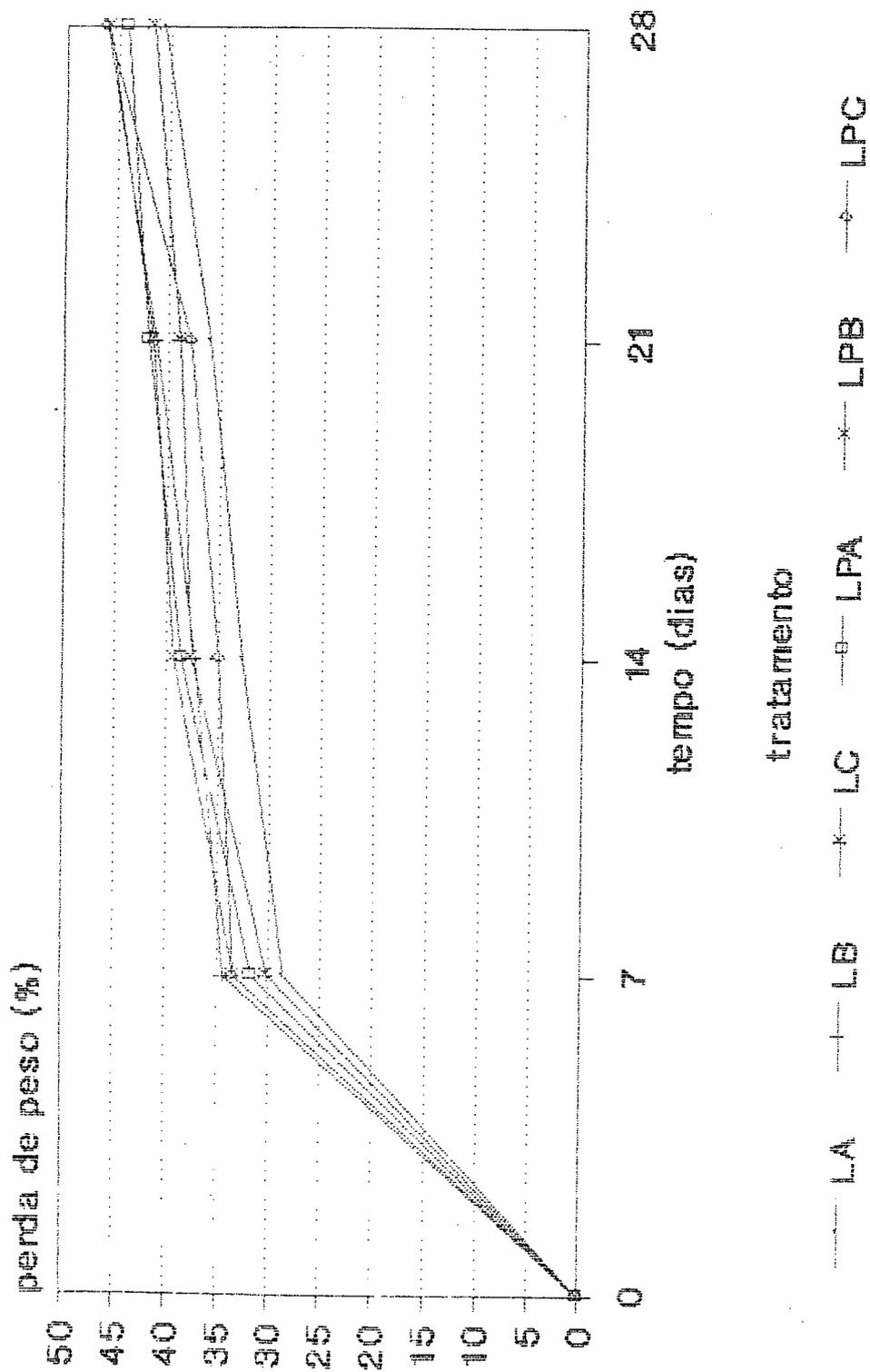
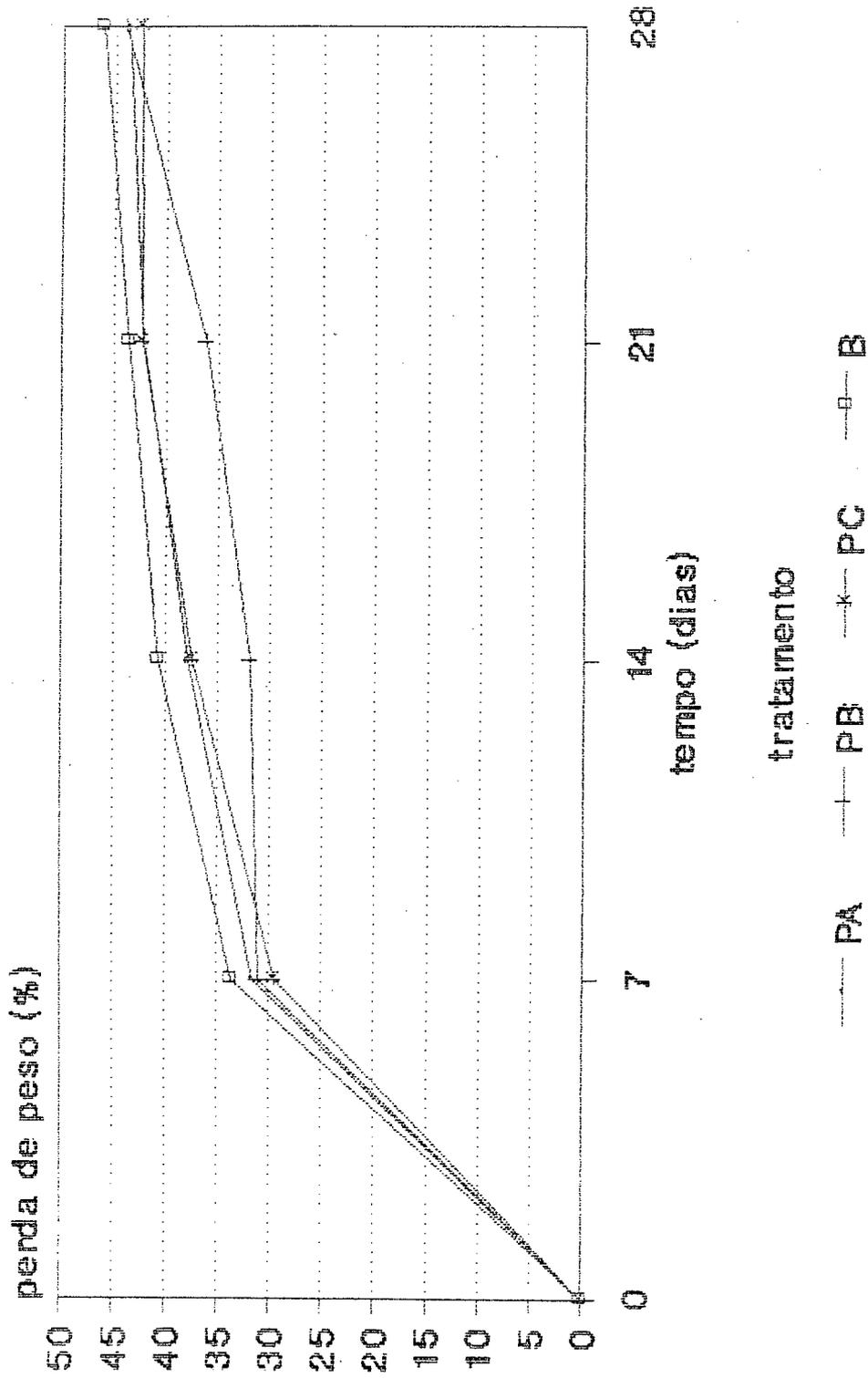


FIGURA 12.- COMPORTAMENTO DA VARIÁVEL
PERDA DE PESO



4.2.6 - pH - a queda mais acentuada dos valores de pH até o tempo 7, sendo que no tempo 14 houve um incremento nos valores. Os menores valores de pH ocorreram quando utilizamos culturas puras de *Lactobacillus plantarum* e a maior concentração da cultura mista de *Pediococcus pentosaceus* e *Lactobacillus plantarum* (LPC). Nem sempre ao aumentar a taxa de ácido láctico, há uma diminuição dos valores de pH. Isso ocorre por uma simples razão: "Se formam também aminoácidos e aminas, aumentando, portanto de certa forma o pH no transcurso da secagem dos embutidos" (Lücke, 1987). Os tratamentos que resultaram os menores valores de pH são o Lc, Lb e Lpc (5,45; 5,50 e 5,53, respectivamente), no tempo 28. Hofmann (1988) classificou os produtos cárnicos segundo os valores finais do pH: embutido maturado rápido (elaborado com uso de GDL (glucona-delta-lactona) ou com culturas "starter" e açúcar) - pH entre 4,8 e 5,2; embutido seco maturado normal - pH entre 5,0 e 5,3 e embutido seco maturado lento - pH entre 5,4 e 6,3. Obtemos produtos com valores de pH entre 5,45 e 5,92, o que significa estarem na classificação de embutidos secos de maturação lenta, ou seja, produtos de ótima qualidade. Podemos explicar este fato da seguinte forma: apesar de serem utilizadas culturas "starter" e açúcar, os valores finais de pH não foram tão baixos por ter sido utilizada uma câmara de cura climatizada. As variáveis temperatura e umidade relativa foram controladas nesta câmara, permitindo abreviar o tempo de cura sem provocar intensa acidificação. Possivelmente, em termos sen-

soriais, os produtos também estivessem de boa qualidade. Os microrganismos responsáveis pelo fino aroma dos embutidos tem como faixa ótima de pH ao redor de 5,5.

FIGURA 13.- COMPORTAMENTO DA VARIÁVEL pH

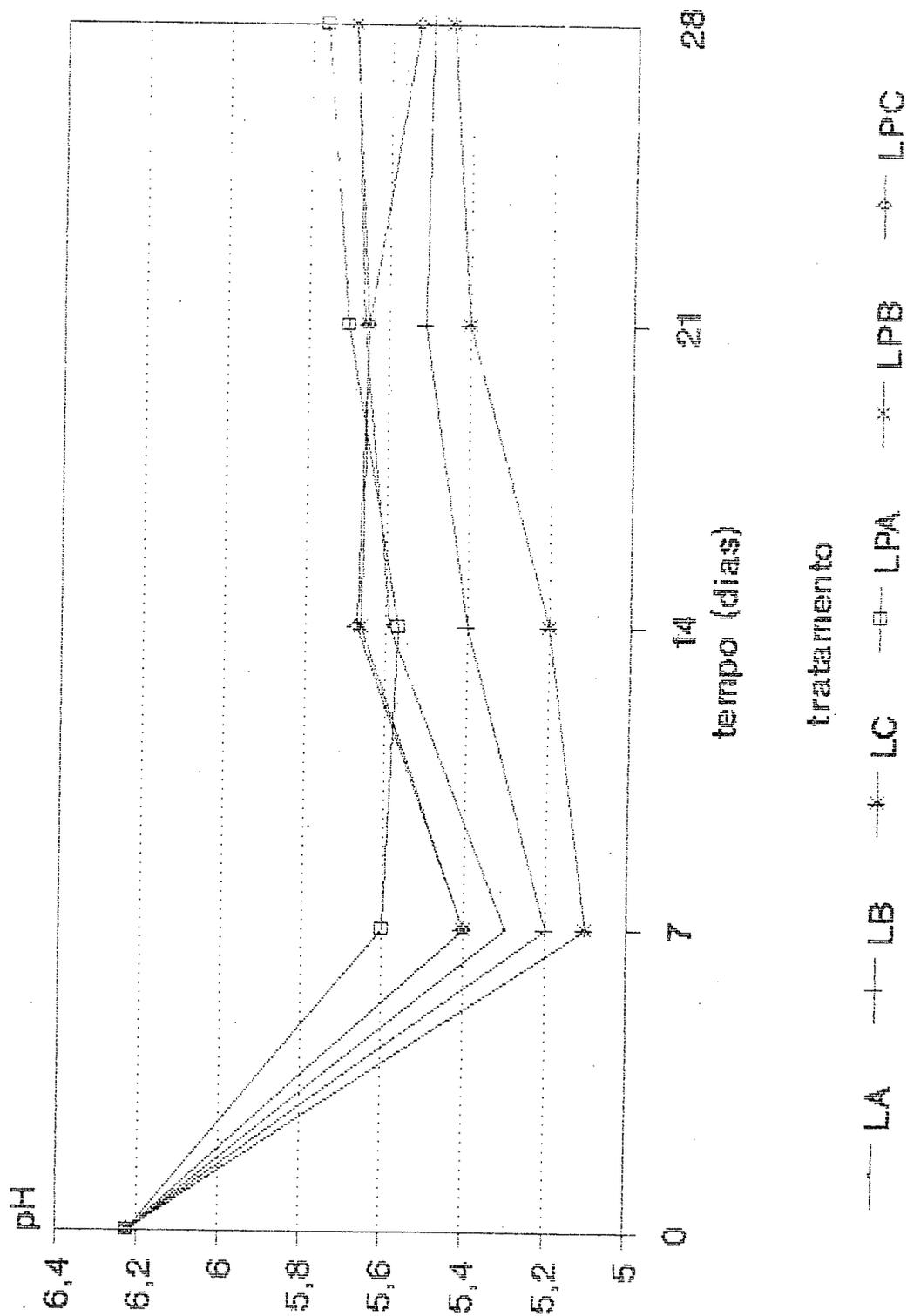
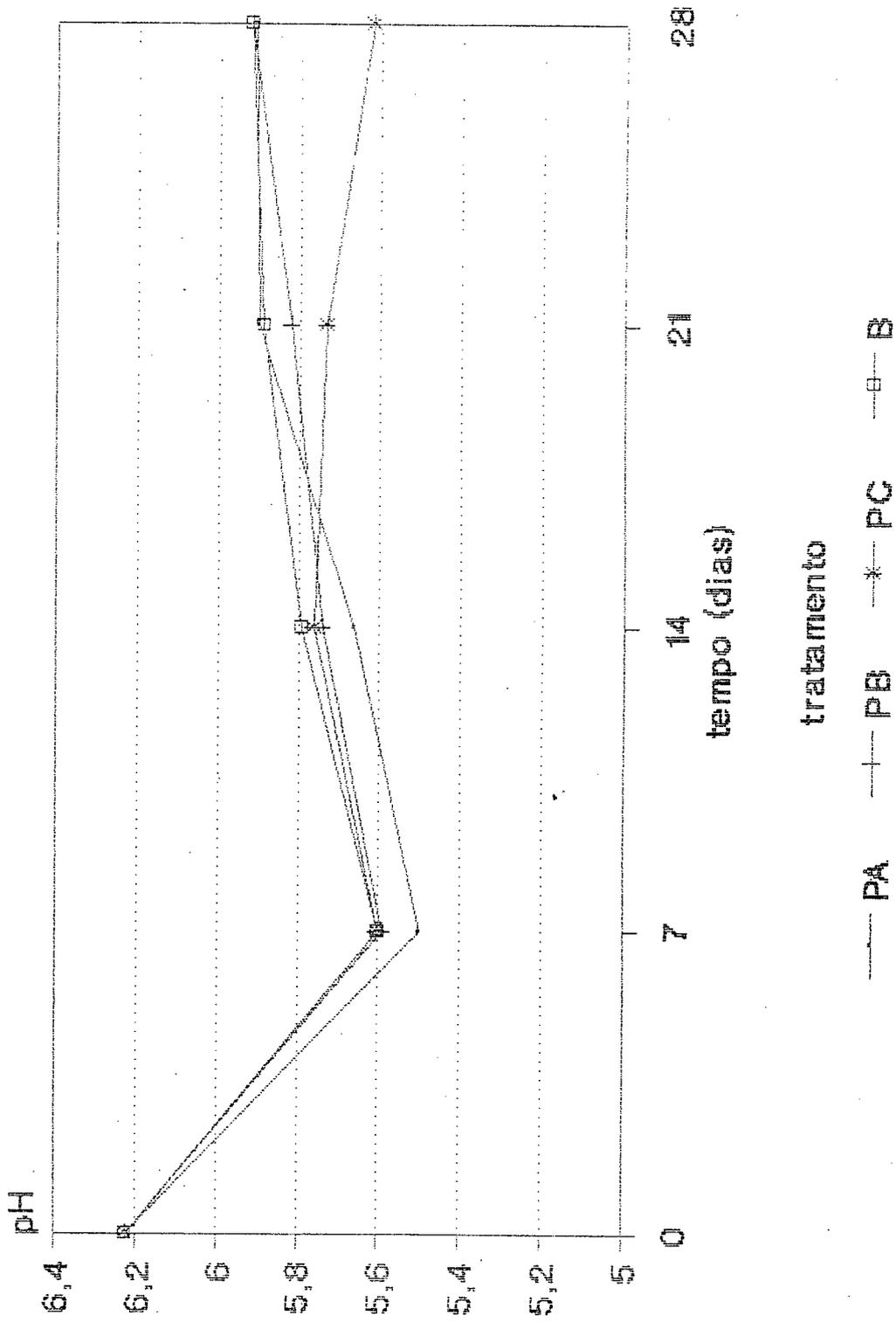


FIGURA 14.- COMPORTAMENTO DA VARIÁVEL pH



4.2.7 - Umidade - assim como a variável Aa, a umidade teve a sua queda mais acentuada até o tempo 7. O tratamento B (sem adição de cultura "starter") também apresentou a queda mais acentuada de umidade. Após o tempo 7, a curva de umidade (Fig. 15) foi mais suave, acompanhando a curva da Aa (Fig. 5 e 6) e os valores finais ficaram entre 33,49 e 37,32%. Segundo Martins & Luchese (1985), a umidade final resultante é de 25 a 40% em embutidos fermentados brasileiros. A umidade dos salames nacionais é bastante inferior aos estrangeiros, pelas próprias condições climáticas e mesmo de infra-estrutura industrial, que leva sempre a uma aceleração do processo de cura, desidratando mais os produtos.

FIGURA 15.- COMPORTAMENTO DA VARIÁVEL
UMIDADE

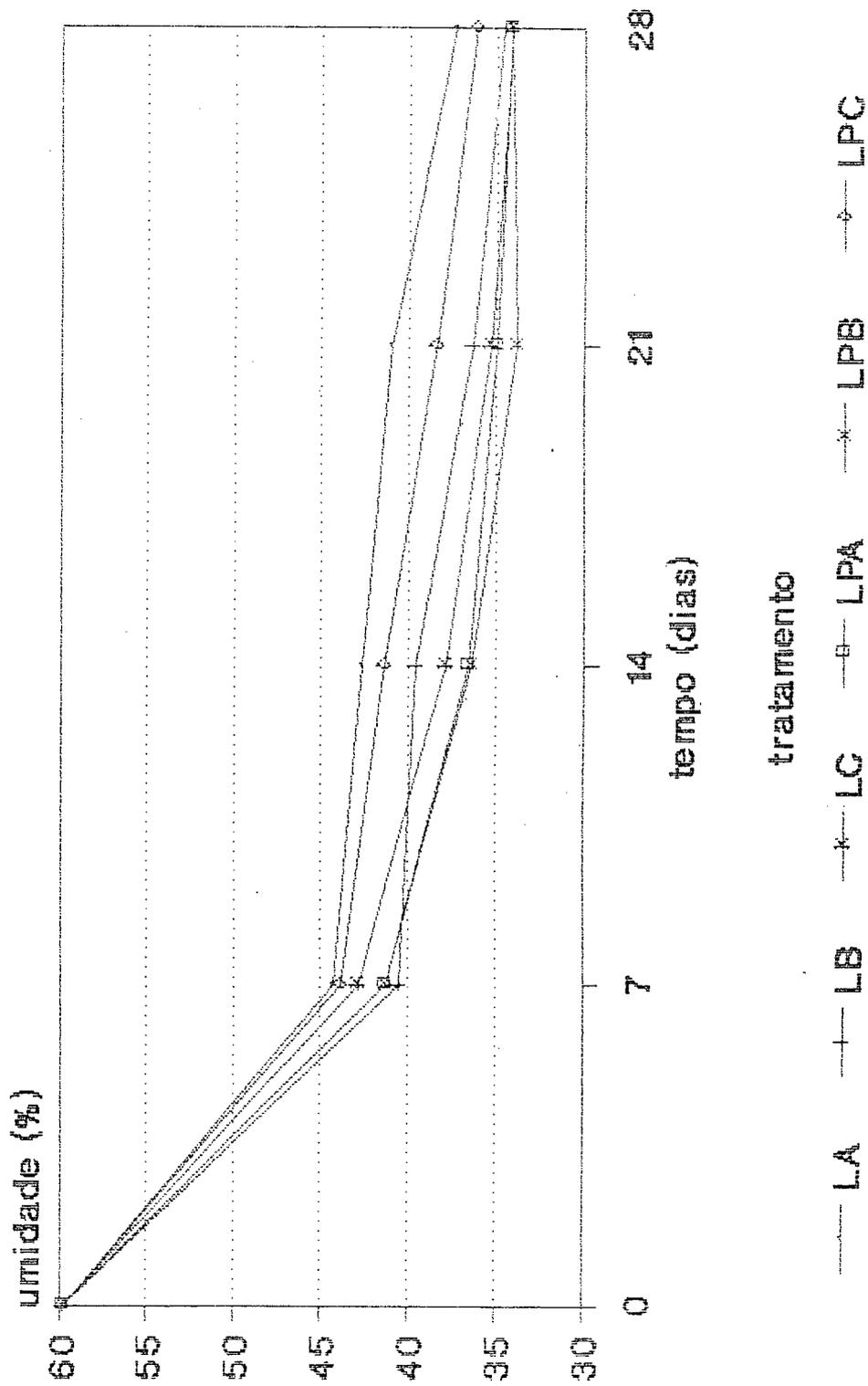
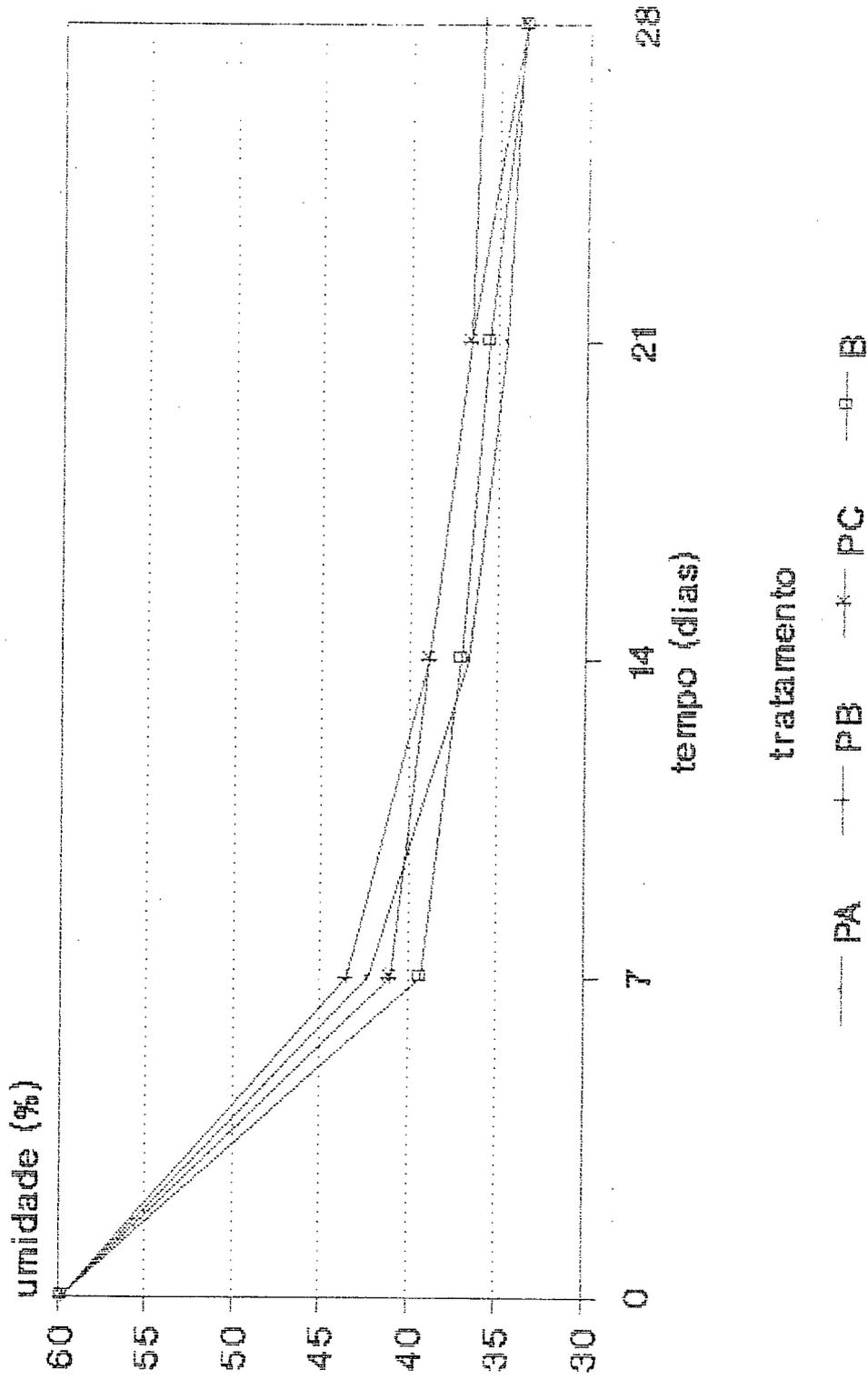


FIGURA 16.- COMPORTAMENTO DA VARIÁVEL
UMIDADE



5 - CONCLUSOES

a) o *Lactobacillus plantarum* é maior produtor de ácido láctico do que o *Pediococcus pentosaceus*. No entanto quando utilizamos culturas mistas de *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus*, a acidificação é bastante significativa, principalmente a valores de pH próximos de 6,0.

b) o nitrito residual em todos os tratamentos ficou abaixo do máximo permitido pela legislação em vigor. No entanto o tratamento Lc (10^6 UFC de *Lactobacillus plantarum* / grama de massa cárnica) foi o que apresentou o valor mais próximo de zero, ou seja, 2,81 ppm.

c) quanto ao nível de cloretos, o tratamento Lc foi o que apresentou a menor concentração de cloretos do experimento, ou seja, 5,25%.

d) o tratamento Lc foi o que apresentou o melhor desempenho quanto à variável Aa (atividade de água) com o valor igual a 0,8821, valor este suficientemente seguro com respeito à possíveis contaminações microbianas.

6 - REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 01 - BALDINI, P.; FARINA, G.; PALMIA, F. . Studi sulle tecniche di preparazione e stagionatura dei salami crudi: impiego di acido acetico e di nitrito sodico. Industria conserve, Vol. 56, nº 3, p. 204-212, 1981.
- 02 - BRASIL. Ministério da Agricultura. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, p. 65, 1980.
- 03 - BRASIL. Ministério da Agricultura. SERPA-SC, Boletim Técnico, 1990.
- 04 - BU'LOCK, J. & KRISTIANSEN, B. Biotecnologia Básica, Ed. Acribia S/A, Zaragoza, 557 p., 1991.

- 05 - CANTONI, C.; PALEARI BIANCHI, M.A.; BERETTA, G.; PERLASCA, M.
Il colori degli insaccati crudi stagionati. *Industrie alimentari*, Pinerolo, p. 214-215, marzo 1980.
- 06 - CANTONI, C., COMI, G., D'AUBERT, S., BAVASTRO, G. M. Alterazione di insaccati crudi stagionati: a) fermentazione acida; b) rammollimento dell'impasto; c) rigonfiamento. Cause e rimedi. *Industrie alimentari*, Pinerolo, p. 791-798, ottobre 1985.
- 07 - COLLINS-THOMPSON, D.L., KRUSKY, B., USBORNE, W.R., HAUSCHILD, A.H.W. The effect of nitrite on the growth of pathogens during manufacture of dry and semi-dry sausage. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.*, V. 17, n. 2, p. 102-106, 1984.
- 08 - CRESPO, F. L. & MILLAN, R. . Cambios químicos durante la maduración del salsichon. 2. Dinámica del nitrito y de los pigmentos carnicos. *Archivos de zootecnia*, V. 27, n. 105, p.9-19, 1978.
- 09 - DEMEYER, D.I., VERPLAETSE, A., GISTELINCK, M.. Fermentation of meat: an integrated process. *Belgian Journal of Food Chemistry and Biotechnology*, V. 41, n. 5, p. 131-139, 1986.

- 10 - DOMINICI, S., BERTOROTTA, G., VIZZANI, A., SEVERINI, M., DI ANTONIO, E. Influenza dell'aggiunta di nitrati e nitriti su alcuni parametri di conservabilità degli insaccati. *Industrie alimentari*, Pinerolo, p. 865-867, dicembre 1981.
- 11 - EL-KHATEIB, T., SCHMIDT, U., LEISTNER, L.. Efecto del ajo sobre as salmonelas en Kofta egipcio. *Fleisch wirtschaft*, Frankfurt (Main), n. 2, p. 50-52, 1988.
- 12 - FENEMMA, O. Water and protein hydration, in WHITAKER, J. R. & TANNENBAUM, S. R.. *Food Proteins*, AVI Publishing Co., USA, 603 p., p. 50-85, 1977.
- 13 - FREY, W.. *Fabricación fiable de embutidos*, Editorial Acribia, Zaragoza, 194 p., p. 1-39, 1985.
- 14 - GARVIE, E. I. *Pediococcus* in SNEATH, P. H.A.; MAIR, N. S.; SHARPE, M. E.; HOLT, J. G. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, V. 2, Willians & Wilkins, USA, p. 1075-1079, 1986.
- 15 - GHINELLI, I.. *Le carni conservati*, Ed. La Nazionale, Parma, 3 V., p. 210-225, 1620-1630, 1977.

- 16 - GOLL, D.; ROBSON, R. M.; STROMER, M. H. Muscle Proteins, in WHITAKER, J. R. & TANNEMBAUM, S. R. Food Proteins, AVI Publishing Co., USA, 603 p., p. 121-174, 1977.
- 17 - GRIFFITH do Brasil S/A. Informe Técnico, 1988.
- 18 - HA-LA do Brasil - CHR Hansen Ind. & Com. Ltda. Culturas microbianas para carne. Informe Técnico, Valinhos, 14 p., 1987.
- 19 - HA-LA do Brasil - CHR Hansen Ind. & Com. Ltda. Informativo HA-LA BIOTEC (Divisão Frigoríficos), Valinhos, n. 1, 4 p., 1991.
- 20 - HAYMON, L.W. Fermented sausage in PRESCOTT, S. C. & DUNN, C. G. Industrial Microbiology, AVI Publishing Co., USA, p. 237-245, 1982.
- 21 - HOFMANN, K.. O pH - una característica de calidad de la carne. Fleischwirtschaft, Frankfurt (Main), n. 1, p. 13-18, 1988.
- 22 - HOTCHKISS, J. H. Nitrate, nitrite and nitroso compounds in foods. Food Technology in Australia, V. 40, n. 3, p. 100-105, 1988.

- 23 - INCZE, K.. Tecnologia y microbiologia del salame húngaro. Tradición y actualidad. Fleischwirtschaft, Frankfurt (Main), n. 2, p. 52-54, 1987.
- 24 - INSTITUTO Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, V. 1, 533 p., 1985.
- 25 - KANDLER, O. & WEISS, N.. Lactobacillus in SNEATH, P.H.A.; MAIR, N. S.; SHARPE, M. E.; HOLT, J. G. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, V. 2, Williams & Wilkins, USA, p. 1209-1210, 1216, 1229, 1986.
- 26 - KUMAR, S.. Recent trends in use of nitrites in cured meats - a review. *Indian Food Packer*, Izatnagar, may/june, p. 84-91, 1982.
- 27 - LANARA (Laboratório Nacional de Referência Animal). Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes. Brasília, V. 2, 1981.
- 28 - LAWRIE, R.A. *Ciência de la carne*, Ed. Acribia, Zaragoza, 380 p., 1967.
- 29 - LEISTNER, L.. Regulamentación sobre el uso de nitrito en la República Federal de Alemania. Fleischwirtschaft, Frankfurt (Main), n. 1, p. 35-42, 1983.

- 30 - LIEPE, H.U. Empleo de cultivos iniciadores (starter). *Fleischwirtschaft*, Frankfurt (Main), n. 1, p. 32-34, 1983.
- 31 - LÜCKE, F.K. Processos microbiológicos en la elaboración de embutidos secos y jamones crudos. *Fleischwirtschaft*, Frankfurt (Main), n. 2, p. 39-46, 1987.
- 32 - LÜCKE, F.K. & HECHELMANN, A. Cultivos starter para embutido seco y jamón crudo - composición y efecto. *Fleischwirtschaft*, Frankfurt (Main), n. 1, p. 38-48, 1988.
- 33 - MARTINS, J. F. P. & LUCHESE, R. H.. Aspectos biotecnológicos do processamento de produtos cárneos fermentados, in *Curso sobre biotecnologia de processamento de salames e outros embutidos curados*, Universidade de Santa Maria (RS), p. 52,63-65, 1985.
- 34 - NES, I. & SKJELKVALE, R.. Effect of natural spices and oleoresins on *L. plantarum* in the fermentation of dry sausages. *Journal of Food Science*, Chicago, V. 47, p. 1618-1625, 1982.

- 35 - OLIVEIRA, F. & DETONI JR., C.. Processo para cura de carnes, BR. n. MU 6401687. 28 set. 1984; 04 out. 1984. Revista da Propriedade Industrial, Rio de Janeiro, n. 743, p.20, 15 jan. 1985.
- 36 - PEZACKI, W. Algunos conocimientos basicos en la elaboración de embutidos secos (crudos), *Fleischwirtschaft*, Frankfurt (Main), n. 2, p. 40-45, 1981.
- 37 - PRANDL, O.. Observaciones sobre problemas en el curado. *Fleischwirtschaft*, Frankfurt (Main), n. 1, p. 22-26, 1981.
- 38 - PRIMROSE, S.B. *Modern Biotechnology*, Blackwell Scientific Publications, Great Britain, 176 p., p. 66, 1987.
- 39 - RACCACH, M.. Control of *Staphylococcus aureus* in dry sausage by newly developed meat starter culture and phenolic type antioxidant. *Journal of Food Protection*, V. 44, p. 665-669, 1981.
- 40 - RODEL, W. & STIEBING, A.. Medición continua del processo de maduración en embutidos secos. *Fleischwirtschaft*, Frankfurt (Main), n. 1, p. 38-48, 1989.

- 41 - ROUGIE, P.; NOEL, P.; GOUTEFONGEA, R. Influence des conditions de stockage et de traitement des échantillons sur le "nitrite libre" des produits carnés. *Ann. Nutr. Alim.*, n. 34, p. 1009-1018, 1980.
- 42 - SCHIFFNER, E.; HAGERDORN, W.; OPPEL, K.. Cultivos bacterianos en las industrias cárnicas, Ed. Acribia, Zaragoza, 139 p., 1978.
- 43 - SIMONETTI, P.; CANTONI, C.; GASPARI, G.C. Funzione de nitriti nella maturazione degli insaccati crudi stazionati. *Industrie Alimentari*, Pinerolo, p. 320-327, aprile 1984.
- 44 - STIEBING, A. & RODEL, W.. Influenza de la humedad relativa ambiente sobre el desarrollo de la maduración en embutidos secos. *Fleischwirtschaft*, Frankfurt (Main), n. 2, p. 30-38, 1988.
- 45 - VASCONCELOS, G. S.. Importância de Laboratório Bromatológico no contexto da saúde pública do Estado de Santa Catarina, monografia apresentada no concurso para professor titular. UFSC, p. 80-81, 1980.
- 46 - WOODS, L.F.J.; NEAVES, P.; GIBBS, P.A. Curing salts in meat. *Soc. Appl. Bacteriol. Tech. Ser.* V. 22, p. 1-16, 1987.

- 47 - ZIMBER, K.. A esterilização de especiarias com óxido de etileno, in Curso de Tecnologia da Carne - III Ciclo de palestras sobre Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFSC, p. 1-6, 1978.

7 - ANEXOS

Anexo I

Relatório Descritivo da Patente de Modelo de Utilidade "PROCESSOS PARA CURA DE CARNES".

Trata-se de um processo térmico de desidratação de carnes. Destina-se a acelerar os processos de cura de carnes, tais como salames, copas, presuntos e outros. As etapas convencionais de processos de fabricação de carnes curadas, compreendem a salga, a condimentação, a adição de sal de cura; o embutimento; a defumação em câmara própria; a acidificação por ação de bactérias acidificantes selvagens ou inoculadas na salga; a desidratação em ambiente natural ou climatizado com circulação de ar natural ou forçado; a lavagem mecânica para retirada da camada de fungos acumulados nas superfícies das carnes na etapa de cura; a secagem; a impermeabilização e a embalagem.

Na etapa de desidratação é que o Modelo de Utilidade "PROCESSO PARA CURA DE CARNES" se insere. No atual estado da técnica, nos processos de desidratação em câmaras climatizadas, a água é retirada com auxílio de ar aquecido. Para recircular o ar usado é necessário retirar o vapor da água nele contido. Isto é feito num trocador de calor, usualmente o evaporador de uma unidade de

refrigeração do tipo mecânica. Neste processo a água de condensação extraída do ar se condensa na superfície do evaporador havendo a necessidade de degelos periódicos para limpar a superfície de troca de calor. O período de cura de carnes nos processos existentes varia conforme o equipamento usado, assim a cura de salame tipo italiano, embutido em tripas artificiais de diâmetro 60mm, é de 30 a 60 dias. Nos processos usuais, as carnes são colocadas em estaleiros próprios que se encontram no interior das câmaras de defumação e de cura, caracterizando-se pela necessidade de transporte entre câmaras.

O Modelo de Utilidade "PROCESSO PARA CURA DE CARNES", esta esquematizado na figura 1 e é constituído de uma câmara de cura (1) dotada de uma única porta de acesso munida de visor e iluminada internamente. As carnes já condimentadas e embutidas são colocadas em prateleiras no interior da câmara de cura (1). Através do duto de readmissão (7) é introduzida fumaça provinda do gerador de fumaça (8). A válvula (9), tipo "damper" ou similar, com comando manual ou eletromagnético permite o controle da vazão de fumaça, na etapa de defumação. Na etapa de cura ou desidratação o gerador de fumaça (9) é desativado e ocorre a circulação de ar dentro de um circuito fechado e acionado pelo ventilador (5). O ar úmido, retirado do interior da câmara (1) por um duto (2), é refrigerado até uma faixa de temperatura de 1°C a 8°C na troca térmica com evaporador (3) de um sistema convencio

nal de refrigeração mecânica por meio de vapor. Na figura 1 estão esquematizados os principais componentes deste sistema: o compressor (20), o condensador (21), a válvula de expansão (22) e o evaporador (3). O vapor d'água contido no ar se condensa, nesta etapa é retirado do circuito através de um separador inercial (4). O fluxo de ar que circula na entrada do separador (4) é controlado por válvulas de aletas (10) comandadas manual ou eletricamente. O ar desidratado ou seco recircula no duto de readmissão (7) pela ação do ventilador (5) passando por um trocador de calor (6) para ser reaquecido até uma faixa de temperatura de 13°C a 30°C e é então insuflado na câmara de cura (1). Ali o ar absorve a umidade das carnes e recomeça o ciclo. A umidade relativa do ar na câmara de cura (1) é controlada por meio de um higrostatô (15) que liga/desliga o comando (14) do ventilador (5). A temperatura do ar na câmara de cura é controlada por um termômetro de leitura direta (16) e um termostato (18) que liga/desliga o comando (19) do trocador de calor (6).

20 A figura 1, mostra ainda os principais elementos de comando dos equipamentos eletromecânicos que compõe o processo. O painel de comando possui uma chave elétrica (11) de bloqueio geral do processo; a chave elétrica manual (12) para ligar/desligar o compressor (20); a chave elétrica manual (13) para ligar/desligar o ventilador (5); a

25 chave elétrica manual (17) para ligar/desligar o trocador de calor (6); a chave elétrica manual (23) para li-

gar/desligar o gerador de fumaça (8).

O Modelo de Utilidade "PROCESSO PARA CURA DE CARNES" caracteriza-se por manter constante o gradiente entre a pressão do vapor d'água do produto que está sendo desidratado e o ar ambiente, acelerando o processo de cura.

Fundamenta-se na condensação do vapor d'água no "ponto de orvalho", sem que ocorra o congelamento. Os processos existentes, ou são de circuito aberto com a entrada de ar externo na câmara, ou pela fusão do gelo formando no congelamento da água condensada. O PROCESSO PARA CURA DE CARNES usa único ambiente para o desenvolvimento das etapas de defumação e cura. O processo não é influenciado pelas condições climáticas, permitindo a produção de carnes curadas em climas quentes, temperados ou frios. O processo impossibilita o ataque de parasitas e evita o crescimento de fungos em superfície do produto, dispensando as etapas de lavagem e secagem dos processos tradicionais. Todos os componentes e materiais que constituem o "PROCESSO PARA CURA DE CARNES" estão disponíveis no mercado transformando o presente Modelo de Utilidade em tecnicamente viável.

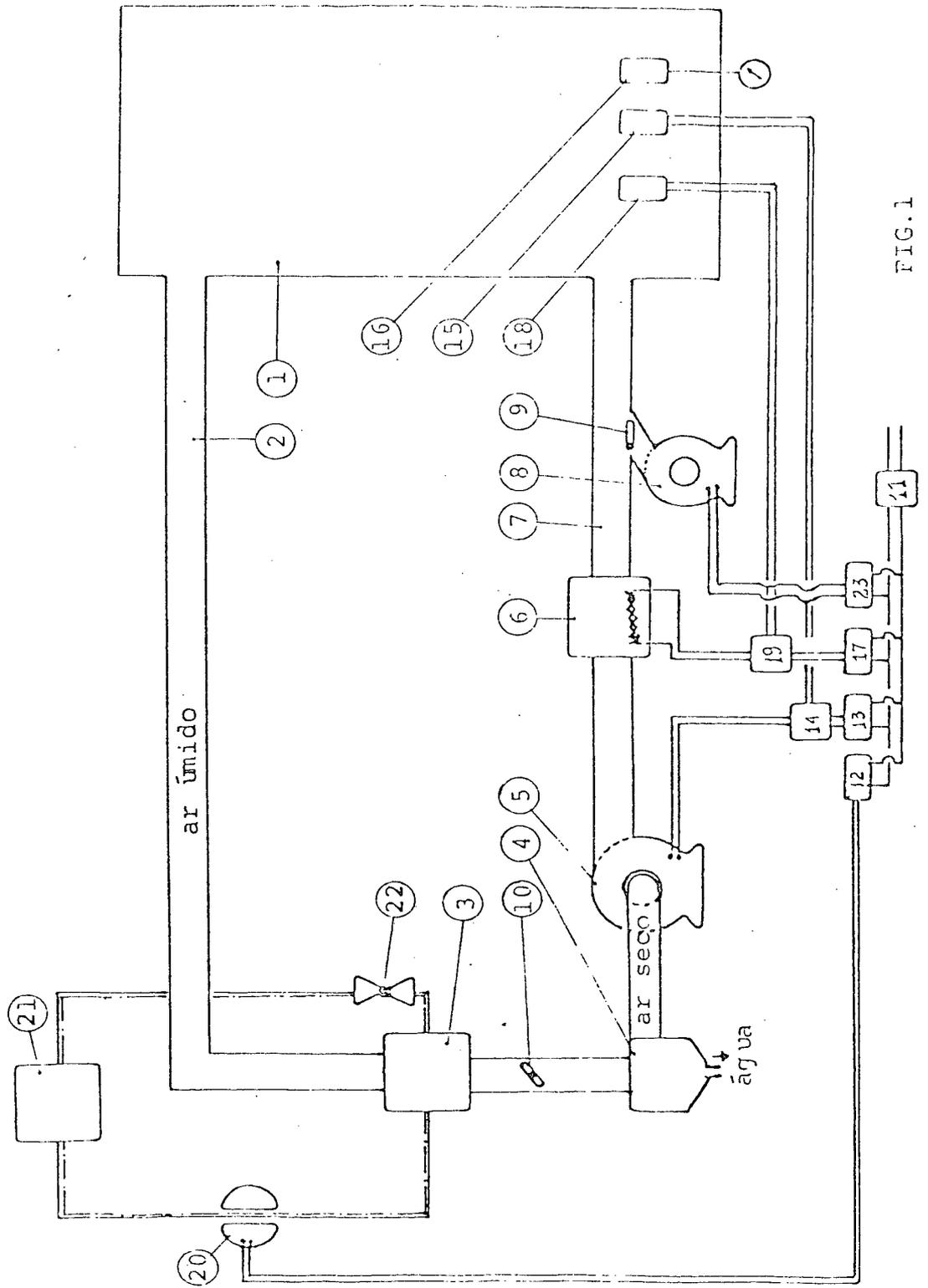


FIG. 1

Anexo II

TATAMENTO	REPETICAO	TEMPO dias	NITRITO ppm	CLORETO %	pH	ACIDEZ %	Aw	PERDA/PESO %	UMIDADE %
LA	1	0	250,00	3,00	6,10	0,54	0,9602	0,00	60,75
LA	2	0	250,00	3,00	6,30	0,54	0,9586	0,00	57,75
LA	3	0	250,00	3,00	6,30	0,55	0,9604	0,00	61,00
LA	4	0	250,00	3,00	6,20	0,54	0,9540	0,00	59,85
LB	1	0	250,00	3,00	6,10	0,54	0,9602	0,00	60,75
LB	2	0	250,00	3,00	6,30	0,54	0,9586	0,00	57,75
LB	3	0	250,00	3,00	6,30	0,55	0,9604	0,00	61,00
LB	4	0	250,00	3,00	6,20	0,54	0,9540	0,00	59,85
LC	1	0	250,00	3,00	6,10	0,54	0,9602	0,00	60,75
LC	2	0	250,00	3,00	6,30	0,54	0,9586	0,00	57,75
LC	3	0	250,00	3,00	6,30	0,55	0,9604	0,00	61,00
LC	4	0	250,00	3,00	6,20	0,54	0,9540	0,00	59,85
LPA	1	0	250,00	3,00	6,10	0,54	0,9602	0,00	60,75
LPA	2	0	250,00	3,00	6,30	0,54	0,9586	0,00	57,75
LPA	3	0	250,00	3,00	6,30	0,55	0,9604	0,00	61,00
LPA	4	0	250,00	3,00	6,20	0,54	0,9540	0,00	59,85
LPB	1	0	250,00	3,00	6,10	0,54	0,9602	0,00	60,75
LPB	2	0	250,00	3,00	6,30	0,54	0,9586	0,00	57,75
LPB	3	0	250,00	3,00	6,30	0,55	0,9604	0,00	61,00
LPB	4	0	250,00	3,00	6,20	0,54	0,9540	0,00	59,85
LPC	1	0	250,00	3,00	6,10	0,54	0,9602	0,00	60,75
LPC	2	0	250,00	3,00	6,30	0,54	0,9586	0,00	57,75
LPC	3	0	250,00	3,00	6,30	0,55	0,9604	0,00	61,00
LPC	4	0	250,00	3,00	6,20	0,54	0,9540	0,00	59,85
PA	1	0	250,00	3,00	6,10	0,54	0,9602	0,00	60,75
PA	2	0	250,00	3,00	6,30	0,54	0,9586	0,00	57,75
PA	3	0	250,00	3,00	6,30	0,55	0,9604	0,00	61,00
PA	4	0	250,00	3,00	6,20	0,54	0,9540	0,00	59,85
PB	1	0	250,00	3,00	6,10	0,54	0,9602	0,00	60,75
PB	2	0	250,00	3,00	6,30	0,54	0,9586	0,00	57,75
PB	3	0	250,00	3,00	6,30	0,55	0,9604	0,00	61,00
PB	4	0	250,00	3,00	6,20	0,54	0,9540	0,00	59,85
PC	1	0	250,00	3,00	6,10	0,54	0,9602	0,00	60,75
PC	2	0	250,00	3,00	6,30	0,54	0,9586	0,00	57,75
PC	3	0	250,00	3,00	6,30	0,55	0,9604	0,00	61,00
PC	4	0	250,00	3,00	6,20	0,54	0,9540	0,00	59,85

B	1	0	250,00	3,00	6,10	0,54	0,9602	0,00	00,75
B	2	0	250,00	3,00	6,30	0,54	0,9586	0,00	57,75
B	3	0	250,00	3,00	6,30	0,55	0,9604	0,00	61,00
B	4	0	250,00	3,00	6,20	0,54	0,9540	0,00	59,00
LA	1	7	8,84	4,16	5,30	0,81	0,9216	20,00	43,70
LA	2	7	7,25	4,63	5,30	0,78	0,8994	20,67	44,25
LA	3	7	9,63	4,23	5,35	0,77	0,9257	29,44	44,29
LA	4	7	9,63	4,64	5,30	0,77	0,9138	20,57	44,85
LB	1	7	4,90	4,36	5,20	0,72	0,9144	33,19	41,70
LB	2	7	6,50	4,55	5,30	0,72	0,9030	34,65	38,03
LB	3	7	4,90	4,67	5,35	0,72	0,9092	35,75	41,70
LB	4	7	4,90	4,63	5,20	0,72	0,9025	34,95	40,50
LC	1	7	3,34	4,31	5,00	0,81	0,9161	30,45	42,29
LC	2	7	2,56	4,59	5,10	0,79	0,9207	30,14	42,03
LC	3	7	4,90	4,22	5,20	0,81	0,9245	29,70	43,65
LC	4	7	2,56	4,30	5,10	0,77	0,9232	30,27	43,28
LPA	1	7	9,63	4,34	5,00	0,59	0,9150	30,59	41,94
LPA	2	7	10,03	4,43	5,45	0,59	0,9001	32,20	39,51
LPA	3	7	9,63	4,50	5,60	0,59	0,9126	32,54	42,48
LPA	4	7	9,63	4,46	5,60	0,59	0,9123	31,59	41,17
LPB	1	7	14,77	4,34	5,30	0,72	0,9150	33,40	41,96
LPB	2	7	15,49	4,48	5,50	0,74	0,9059	33,42	38,63
LPB	3	7	14,77	4,51	5,40	0,77	0,9154	33,49	43,16
LPB	4	7	16,93	4,04	5,40	0,74	0,9115	33,29	41,25
LPC	1	7	9,23	4,14	5,20	0,72	0,9228	33,47	43,95
LPC	2	7	9,63	4,48	5,60	0,71	0,9061	33,82	43,82
LPC	3	7	9,63	4,49	5,35	0,72	0,9162	33,19	43,06
LPC	4	7	0,44	4,07	5,40	0,68	0,9145	33,40	43,66
PA	1	7	7,25	4,00	5,50	0,68	0,9165	30,32	42,35
PA	2	7	6,05	4,43	5,40	0,63	0,9081	32,27	39,46
PA	3	7	7,25	4,40	5,65	0,65	0,9196	31,85	44,25
PA	4	7	6,06	4,38	5,50	0,63	0,9152	32,03	43,27
PB	1	7	9,63	4,32	5,70	0,63	0,9158	30,60	42,13
PB	2	7	7,25	3,85	5,50	0,65	0,9272	30,99	43,85
PB	3	7	0,44	4,37	5,55	0,68	0,9205	31,38	44,53
PB	4	7	9,63	4,21	5,60	0,63	0,9206	31,00	43,60
PC	1	7	5,60	4,43	5,00	0,59	0,9114	29,28	42,15
PC	2	7	4,90	4,00	5,35	0,65	0,9135	30,28	40,26
PC	3	7	4,90	4,22	5,65	0,61	0,9260	20,96	41,03
PC	4	7	7,25	4,32	5,60	0,59	0,9139	29,62	40,60
B	1	7	14,77	4,46	5,00	0,59	0,9102	32,82	40,00
B	2	7	14,77	4,66	5,50	0,59	0,8982	33,63	37,17
B	3	7	16,93	4,08	5,60	0,59	0,9005	33,55	39,84
B	4	7	14,77	4,67	5,60	0,59	0,9015	34,22	39,27
LA	1	14	9,36	4,50	5,40	0,62	0,9004	33,48	40,46
LA	2	14	0,83	5,22	5,75	0,63	0,8719	33,50	42,59
LA	3	14	9,63	4,35	5,60	0,63	0,9212	31,43	44,75
LA	4	14	9,63	4,69	5,60	0,59	0,9030	32,30	42,55
LB	1	14	7,25	4,77	5,35	0,68	0,8970	30,16	38,16
LB	2	14	6,07	5,12	5,70	0,63	0,8769	36,46	39,56
LB	3	14	4,90	4,75	5,45	0,68	0,9059	36,00	40,96
LB	4	14	6,06	4,00	5,40	0,63	0,8924	37,62	39,56
LC	1	14	4,12	4,00	5,10	0,81	0,8959	37,45	37,87
LC	2	14	2,56	4,59	5,20	0,80	0,9012	37,67	37,72
LC	3	14	4,90	4,00	5,30	0,81	0,9201	37,52	37,81
LC	4	14	4,90	4,59	5,20	0,77	0,9050	37,45	37,84

LFA	1	14	4,98	4,82	5,40	8,63	8,852	37,73	37,83
LFA	2	14	4,98	4,82	5,65	8,59	8,863	39,65	35,26
LFA	3	14	6,06	4,66	5,65	8,59	8,875	38,59	36,55
LPA	4	14	7,25	4,85	5,62	8,54	8,838	38,39	36,55
LPB	1	14	8,44	4,82	5,30	8,68	8,877	37,83	37,78
LPB	2	14	8,84	5,82	5,92	8,63	8,824	42,33	34,46
LPB	3	14	7,25	4,67	5,75	8,68	8,912	39,35	37,48
LPB	4	14	8,44	4,82	5,78	8,63	8,832	39,88	36,88
LPC	1	14	13,25	4,62	5,78	8,72	8,878	33,62	42,38
LPC	2	14	13,35	5,83	5,98	8,71	8,881	35,85	42,57
LPC	3	14	14,77	4,78	5,88	8,72	8,888	36,61	41,45
LPC	4	14	12,84	4,75	5,88	8,68	8,888	34,91	42,85
PA	1	14	8,44	4,77	5,58	8,63	8,872	37,42	38,26
PA	2	14	7,25	4,88	5,75	8,63	8,887	38,86	35,17
PA	3	14	7,25	4,43	5,78	8,63	8,9185	37,98	36,45
PA	4	14	7,25	4,72	5,78	8,63	8,888	37,23	36,68
PB	1	14	9,63	4,78	5,58	8,63	8,866	31,88	38,18
PB	2	14	8,83	4,35	5,75	8,62	8,9115	31,82	39,64
PB	3	14	7,25	4,45	5,65	8,63	8,9188	32,18	38,35
PB	4	14	9,63	4,62	5,85	8,59	8,888	31,65	38,97
PC	1	14	18,83	4,98	5,68	8,68	8,8915	38,64	37,26
PC	2	14	18,83	4,75	5,88	8,68	8,8939	36,93	36,42
PC	3	14	12,84	4,36	5,88	8,72	8,9229	36,45	36,79
PC	4	14	9,63	4,65	5,85	8,63	8,828	37,78	36,81
B	1	14	14,77	4,98	5,88	8,77	8,8875	39,85	36,58
B	2	14	15,49	5,22	5,88	8,69	8,8718	42,52	37,18
B	3	14	16,93	5,84	5,75	8,68	8,8939	42,47	38,65
B	4	14	14,77	5,18	5,88	8,63	8,8844	42,18	36,17
LA	1	21	12,84	4,85	5,65	8,59	8,8934	33,78	39,55
LA	2	21	18,83	5,68	5,75	8,68	8,8522	36,86	42,95
LA	3	21	11,64	4,63	5,68	8,63	8,9147	38,44	43,85
LA	4	21	12,84	4,99	5,65	8,59	8,8868	35,96	42,25
LB	1	21	8,44	5,18	5,48	8,81	8,8785	42,88	35,45
LB	2	21	6,86	5,61	5,68	8,78	8,8578	41,17	34,23
LB	3	21	7,25	5,82	5,55	8,77	8,8948	42,27	38,76
LB	4	21	6,86	5,24	5,58	8,77	8,8768	41,17	36,95
LC	1	21	6,86	5,28	5,48	8,81	8,8773	38,84	34,97
LC	2	21	4,98	4,85	5,55	8,77	8,8897	38,11	35,74
LC	3	21	4,98	4,66	5,35	8,81	8,9135	38,24	35,15
LC	4	21	7,25	4,87	5,48	8,81	8,8935	42,17	35,35
LPA	1	21	9,23	5,28	5,65	8,63	8,8774	42,28	35,68
LPA	2	21	8,44	5,27	5,88	8,63	8,8623	43,42	32,85
LPA	3	21	18,83	4,96	5,78	8,63	8,8988	39,85	37,55
LPA	4	21	8,44	5,23	5,78	8,63	8,8896	42,72	33,92
LPB	1	21	18,83	5,23	5,45	8,72	8,8768	42,64	34,85
LPB	2	21	8,44	5,45	5,65	8,72	8,8623	44,52	32,83
LPB	3	21	8,44	4,84	5,68	8,72	8,8823	38,87	33,41
LPB	4	21	9,63	5,26	5,55	8,72	8,8883	42,56	35,19
LPC	1	21	12,84	4,87	5,45	8,72	8,8828	38,36	37,42
LPC	2	21	18,83	5,46	5,75	8,72	8,8628	37,93	36,56
LPC	3	21	12,84	4,88	5,78	8,72	8,8839	37,58	42,34
LPC	4	21	12,84	5,82	5,78	8,72	8,8865	37,92	38,98
PA	1	21	18,83	5,14	5,85	8,65	8,8882	41,63	35,45
PA	2	21	8,44	5,24	6,88	8,68	8,8789	42,73	33,87
PA	3	21	8,44	4,69	5,98	8,63	8,9122	42,18	35,37
PA	4	21	9,63	4,88	5,85	8,63	8,8878	42,18	34,23

FB	1	21	6,06	5,17	5,75	0,56	0,8780	36,22	35,26
FB	2	21	8,44	4,62	5,90	0,59	0,8999	35,07	37,49
FB	3	21	8,44	4,74	5,85	0,56	0,9064	36,70	37,00
FB	4	21	7,25	4,84	5,80	0,54	0,8850	36,89	36,34
PC	1	21	12,04	5,32	5,65	0,63	0,8716	43,64	34,25
PC	2	21	9,63	5,05	5,80	0,59	0,8792	42,96	34,17
PC	3	21	12,04	4,50	5,70	0,60	0,9156	42,28	34,20
PC	4	21	10,03	4,86	5,80	0,59	0,8800	42,26	34,10
B	1	21	12,04	5,33	5,85	0,62	0,8709	43,75	34,10
B	2	21	10,43	5,59	5,95	0,63	0,8529	43,26	35,60
B	3	21	9,63	5,39	5,90	0,63	0,8630	43,50	36,00
B	4	21	9,63	5,46	5,85	0,59	0,8889	43,50	35,45
LA	1	28	8,44	5,00	5,55	0,59	0,8868	40,04	36,46
LA	2	28	9,64	5,73	5,65	0,63	0,8451	40,57	37,25
LA	3	28	12,04	5,69	5,85	0,59	0,8918	41,06	38,25
LA	4	28	8,44	5,27	5,70	0,59	0,8740	40,60	37,32
LB	1	28	7,25	5,34	5,40	0,62	0,8708	43,01	34,48
LB	2	28	6,86	5,69	5,50	0,59	0,8474	47,32	35,42
LB	3	28	7,25	5,68	5,50	0,63	0,8657	47,06	34,36
LB	4	28	8,44	5,66	5,60	0,63	0,8613	46,19	34,23
LC	1	28	3,73	5,36	5,40	0,72	0,8722	40,40	33,97
LC	2	28	2,56	5,00	5,40	0,71	0,8811	41,55	34,52
LC	3	28	3,73	5,45	5,45	0,72	0,8890	41,00	33,76
LC	4	28	1,21	5,18	5,55	0,68	0,8860	42,45	34,19
LPA	1	28	7,25	5,34	5,70	0,59	0,8704	43,07	34,65
LPA	2	28	9,63	5,46	5,80	0,62	0,8615	44,46	33,95
LPA	3	28	8,44	5,63	5,80	0,63	0,8674	44,28	34,57
LPA	4	28	9,63	5,26	5,75	0,63	0,8664	44,20	33,49
LPB	1	28	10,83	5,41	5,55	0,81	0,8670	44,57	33,69
LPB	2	28	7,25	5,69	5,75	0,78	0,8528	46,39	32,96
LPB	3	28	9,63	5,49	5,80	0,77	0,8738	45,41	35,42
LPB	4	28	9,23	5,55	5,65	0,77	0,8685	46,90	34,51
LPC	1	28	6,06	5,02	5,40	0,81	0,8857	46,32	36,23
LPC	2	28	7,25	5,69	5,60	0,77	0,8529	46,26	36,05
LPC	3	28	8,44	5,48	5,53	0,77	0,8743	45,79	35,52
LPC	4	28	8,44	5,66	5,60	0,77	0,8610	46,12	36,07
PA	1	28	3,73	5,30	6,00	0,54	0,8725	43,64	34,30
PA	2	28	4,90	5,46	5,90	0,54	0,8623	44,55	32,62
PA	3	28	6,06	5,26	5,90	0,54	0,8844	42,38	34,60
PA	4	28	4,90	5,36	5,85	0,54	0,8831	43,64	33,16
PB	1	28	6,07	5,30	6,00	0,59	0,8727	43,38	34,47
PB	2	28	7,25	4,95	5,90	0,62	0,8942	43,93	36,49
PB	3	28	4,90	5,37	5,90	0,63	0,8795	44,65	36,25
PB	4	28	6,06	5,54	5,90	0,63	0,8841	43,76	36,74
PC	1	28	6,06	5,45	5,85	0,71	0,8652	42,66	33,46
PC	2	28	4,90	5,23	5,80	0,68	0,8713	42,49	33,15
PC	3	28	7,25	5,23	5,80	0,72	0,8901	42,07	33,97
PC	4	28	8,44	5,37	5,85	0,72	0,8655	42,41	33,65
B	1	28	10,03	5,86	5,90	0,59	0,8647	45,06	33,35
B	2	28	9,63	5,86	5,90	0,54	0,8435	46,52	33,15
B	3	28	10,83	6,08	5,90	0,54	0,8450	47,00	32,60
B	4	28	9,63	5,76	6,00	0,54	0,8611	46,19	34,85