

**ERALDO COELHO**

**METODOLOGIA PARA ANÁLISE E PROJETO  
DE SISTEMA INTENSIVO DE PRODUÇÃO DE LEITE  
EM CONFINAMENTO TIPO BAIAS LIVRES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2000

**ERALDO COELHO**

**METODOLOGIA PARA ANÁLISE E PROJETO  
DE SISTEMA INTENSIVO DE PRODUÇÃO DE LEITE  
EM CONFINAMENTO TIPO BAIAS LIVRES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

APROVADA: 31 de agosto de 2000

---

Prof. Fernando da Costa Baêta  
(conselheiro)

---

Prof. José Carlos Pereira  
(conselheiro)

---

Prof. Ilda de Fátima Ferreira Tinôco

---

Eng<sup>o</sup>. Aloísio Torres de Campos

---

Prof. Antônio Cleber Gonçalves Tibiriçá  
(orientador)

Esta conquista é especialmente dedicada  
aos meus pais, irmãs e companheira por  
acreditarem na minha capacidade.

## AGRADECIMENTO

Agradeço a todos que contribuíram direta e indiretamente para a realização desta pesquisa, em especial a Fábio Soares Coelho, Maria de Lourdes Fialho Coelho, Edna Maria Coelho Dela Bruna e Enilce Maria Coelho, por terem aberto meus caminhos e inspirado a força necessária para vencer as dificuldades e as resistências.

À arquiteta e urbanista Gerusa Ribeiro Borges, por tamanha dedicação e trabalho empregado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos para a efetiva realização desta pesquisa.

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente aos Departamentos de Engenharia Agrícola, Zootecnia e Arquitetura e Urbanismo, pelo exemplo de trabalho multidisciplinar.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola, em especial à secretária Edna, pela dedicação e carinho dispensados.

Aos professores Fernando da Costa Baêta, Ilda de Fátima Ferreira Tinôco e José Carlos Pereira, pelo direcionamento técnico e viabilização da pesquisa.

Ao engenheiro agrônomo Aloísio Torres de Campos e à EMBRAPA gado de leite, pelo interesse e comprometimento profissional.

Ao orientador, professor Antônio Cleber Gonçalves Tibiriçá, por tantas provas de compreensão, amizade e paciência, provenientes apenas de pessoas que realmente se preocupam com o desenvolvimento intelectual da sociedade.

Aos proprietários e responsáveis técnicos das fazendas Cachoeira (Caeté/MG), Maracujá (Barbacena/MG), Minas Gerais (Ressaquinha/MG) e Nosso Rancho (Pedro Leopoldo/MG) pela acolhida e transmissão de suas experiências profissionais.

A Deus, pela fé, que me deu a confiança para o cumprimento do meu dever e a certeza de atingir um objetivo.

## **BIOGRAFIA**

ERALDO COELHO, nascido em 30 de dezembro de 1969, em Viçosa, MG, filho de Fábio Soares Coelho e Maria de Lourdes Fialho Coelho, é Arquiteto e Urbanista formado pela Universidade Federal de Santa Catarina, em agosto de 1995.

Obteve o título de Especialista em Planejamento Municipal pela Universidade Federal de Viçosa, em convênio com a Technical University of Nova Scotia – Halifax, Canadá, em julho de 1997.

Foi professor substituto do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Viçosa, em 1997 e 1998.

Em março de 1998, iniciou o Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração Construções Rurais e Ambiente, pela Universidade Federal de Viçosa.

## CONTEÚDO

LISTA DE QUADROS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xii
RESUMO.....	xv
ABSTRACT.....	xvii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1. Sistema intensivo de confinamento com estabulação tipo baias livres.....	5
2.2. Exigências arquitetônicas .....	10
2.2.1. Instalações para animais .....	11
2.2.1.1. Galpão para confinamento.....	11
2.2.1.2. Baias.....	14
2.2.1.3. Cama.....	16
2.2.1.4. Cocho para alimentação.....	17
2.2.1.5. Bebedouro e reservatório de água.....	19
2.2.1.6. Corredores.....	19
2.2.1.7. Piquetes e bezerreiro.....	20
2.2.1.8. Curral de espera.....	21
2.2.1.5. Bebedouro e reservatório de água.....	38
2.2.2. Instalações para coleta e armazenamento do leite.....	22
2.2.2.1. Sala de ordenha.....	22
2.2.2.2. Sala de leite.....	23
2.2.2.3. Sala de máquinas.....	24
2.2.3. Instalações para armazenamento.....	24
2.2.3.1. Silo.....	26
2.2.3.2. Fenil.....	26
2.2.3.3. Depósito de cama.....	27
2.2.3.4. Depósito de dejetos.....	27

2.2.4. Instalações de apoio.....	31
2.2.4.1. Escritório e vestiário.....	31
2.2.4.2. Almoxarifado.....	31
2.2.4.3. Farmácia e tronco.....	31
2.2.4.4. Garagem e oficina.....	33
2.3. Exigências ambientais.....	33
2.3.1. Temperatura.....	34
2.3.2. Umidade relativa.....	36
2.3.3. Radiação solar.....	37
2.4. Exigências zootécnicas.....	38
2.4.1. Fatores fisiológicos.....	38
2.4.1.1. Temperatura corporal.....	38
2.4.1.2. Ritmo respiratório.....	39
2.4.1.3. Ingestão de alimentos e ganho de peso.....	40
2.4.1.4. Ingestão de água.....	41
2.4.1.5. Alterações hematológicas.....	42
2.4.1.6. Pelagem.....	42
2.4.1.7. Produção e composição do leite.....	43
2.4.2. Fatores comportamentais.....	43
2.4.2.1. Hierarquia.....	43
2.4.2.2. Descanso.....	44
2.4.2.3. Movimentação.....	44
2.5. Modelo de procedimento para identificação, visualização e classificação de atividades funcionais: SLP.....	45
2.5.1. O SLP e a agregação de valor no planejamento de arranjos físico.....	46
2.5.2. Fundamentos básicos do SLP.....	47
2.5.3. Fases do planejamento do arranjo físico .....	47
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	51
3.1. Identificação e caracterização das unidades de produção pesquisadas.....	51
3.2. Produção de leite: arranjo físico das instalações pelo SLP.....	53
3.3. Instrumentação e medições ambientais.....	65
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
4.1. Levantamento e caracterização das instalações.....	67
4.1.1. Instalações destinadas à permanência dos animais.....	67
4.1.1.1. Galpão para confinamento.....	67
4.1.1.2. Maternidade.....	84
4.1.1.3. Piquete para novilhas e vacas secas.....	84
4.1.1.4. Bezerreiro.....	85
4.1.1.5. Isolamento.....	85
4.1.1.6. Curral de espera.....	86
4.1.2. Instalações destinadas a coleta e tratamento do leite .....	87
4.1.2.1. Sala de ordenha.....	87
4.1.2.2. Sala de leite.....	89

4.1.2.3. Sala de máquinas.....	90
4.1.3. Instalações destinadas ao tratamento sanitário dos animais.....	90
4.1.3.1. Farmácia e tronco.....	90
4.1.4. Instalações destinadas ao armazenamento de alimentos volumosos.....	91
4.1.4.1. Silo.....	91
4.1.4.2. Fenil.....	91
4.1.5. Instalações destinadas ao armazenamento de cama e dejetos.....	91
4.1.5.1. Depósito de cama.....	91
4.1.5.2. Depósito de dejetos.....	92
4.1.6. Instalação destinada à administração do sistema de produção.....	92
4.1.6.1. Escritório.....	92
4.1.7. Instalações destinadas aos funcionários e máquinas .....	93
4.1.7.1. Almoxarifado e vestiário.....	93
4.1.7.2. Garagem e oficina.....	94
4.1.8. Áreas externas de apoio .....	95
4.1.8.1. Culturas para produção de silagem.....	95
4.1.8.2. Acesso principal e estacionamento.....	95
4.2. Caracterização do corpo técnico e manejo .....	96
4.2.1. Quadro de funcionários .....	96
4.2.2. Características do manejo .....	97
4.3. Arranjo físico das instalações.....	99
4.3.1. Carta de fluxo ou processo. ....	99
4.4. Caracterização das condições ambientais.....	115
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	122
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	130

## LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1. Espaço requerido por animal.....	15
2. Dimensões de baias livres individuais.....	15
3. Distribuição de tempo de permanência das vacas, para diferentes materiais de cama para baias ao longo de 138 horas.....	16
4. Distribuição de tempo de permanência das vacas, na posição deitada ao longo de 59 horas.....	16
5. Distribuição de tempo de permanência das vacas, por posição ao longo de 138 horas.....	17
6. Dimensões dos silos modelo trincheira.....	25
7. Produção diária de esterco.....	28
8. Produção média de dejetos (kg/dia) de bovinos de leite, com 454kg de peso vivo.....	29
9. Dimensões para o lava-pés.....	32
10. Dimensões para o pedilúvio.....	33
11. Valores de ITGU e considerações de conforto térmico.....	35
12. Temperatura ótima em instalações leiteiras.....	36
13. Efeito da temperatura e da umidade do ar na produção de leite.....	37
14. Consumo médio diário de água em função da temperatura ambiente.....	41
15. Fases do planejamento do arranjo físico.....	48
16. Conceitos básicos para planejamento de arranjos físicos.....	48
17. SLP (Systematic Layout Planning).....	50
18. Símbolos e ações usados na confecção da carta de fluxos.....	55
19. Códigos e magnitude utilizados na confecção da carta de fluxos.....	55

20.	Convenções para diagramação das inter-relações entre atividades.....	56
21.	Símbolos para identificação de atividades e áreas, usados na confecção do diagrama de inter-relações.....	57
22.	Número de identificação das instalações necessárias ao sistema de produção, utilizado na confecção do diagrama de inter-relações.....	57
23.	Códigos da razão para importância da proximidade relativa desejada.....	58
24.	Possibilidades de emparelhamentos em instalações para produção de leite, que motivam a razão de proximidade para o grau de inter-relação absolutamente necessário (A).....	59
25.	Possibilidades de emparelhamentos em instalações para produção de leite, que motivam a razão de proximidade para o grau de inter-relação muito importante (E).....	60
26.	Possibilidades de emparelhamentos em instalações para produção de leite, que motivam a razão de proximidade para o grau de inter-relação importante (I).....	61
27.	Possibilidades de emparelhamentos em instalações para produção de leite, que motivam a razão de proximidade para o grau de inter-relação pouco importante (O).....	62
28.	Possibilidades de emparelhamentos em instalações para produção de leite, que motivam a razão de proximidade para o grau de inter-relação indesejável (X).....	63
29.	Número de baias e relação m <sup>2</sup> /animal alojado em baias no galpão de confinamento.....	111
30.	Áreas de cochos e bebedouro em m <sup>2</sup> /animal alojado em baias.....	112
31.	Tempo de funcionamento, área da sala de ordenha e relação m <sup>2</sup> /animal alojado em baias no galpão para confinamento.....	112
32.	Área para a sala de máquinas, a sala de leite e o curral de espera relativamente ao total de baias.....	113
33.	Previsão de áreas para sistemas intensivos de confinamento tipo baias livres, com base nos levantamentos realizados nas Fazendas A, B, C e D.....	114
34.	Condições ambientais de exposição ao calor, à luz e ao ruído na Fazenda A.....	115
35.	Condições ambientais de exposição ao calor, à luz e ao ruído na Fazenda B.....	116
36.	Condições ambientais de exposição ao calor, à luz e ao ruído na Fazenda C.....	116
37.	Condições ambientais de exposição ao calor, à luz e ao ruído na Fazenda D.....	117

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Preenchimento da matriz triangular (diagrama de inter-relações.....	58
2.	Representação esquemática das instalações da Fazenda A.....	69
3.	Representação esquemática das instalações da Fazenda B.....	70
4.	Representação esquemática das instalações da Fazenda C.....	71
5.	Representação esquemática das instalações da Fazenda D.....	72
6.	Contenção dos galpões para confinamento nas Fazendas A, C e D.....	75
7.	Contenção do galpão para confinamento na Fazenda A.....	75
8.	Contenção do galpão para confinamento na Fazenda B.....	75
9.	Contenção dos galpões para confinamento nas Fazendas B e D.....	76
10.	Baias do galpão para confinamento na Fazenda A.....	76
11.	Baias do galpão para confinamento na Fazenda B.....	77
12.	Baias do galpão para confinamento na Fazenda C.....	77
13.	Baias do galpão para confinamento na Fazenda D.....	78
14.	Cocho para alimentação na Fazenda A.....	79
15.	Cocho para alimentação na Fazenda B.....	79
16.	Cocho para alimentação na Fazenda C.....	80
17.	Modelo anterior do cocho para alimentação na Fazenda D.....	80
18.	Modelo do cocho para alimentação encontrado na Fazenda D.....	81
19.	Bebedouro de alvenaria na Fazenda A.....	82
20.	Bebedouro de plástico na Fazenda B.....	82
21.	Bebedouro de alvenaria na Fazenda C.....	83
22.	Bebedouro de alvenaria na Fazenda D.....	83
23.	Cocho para volumoso e feno utilizado em piquetes na Fazenda B.....	85

24.	Detalhe da canaleta hidráulica e do degrau separador de segurança, entre o piso elevado e o fosso na sala de ordenha.....	88
25.	Carta síntese de fluxos das atividades desempenhadas nas Fazendas A, B, C e D.....	100
26.	Carta síntese de inter-relações entre as instalações necessárias ao funcionamento de um sistema de confinamento tipo baias livres.....	102
27.	Diagrama 1 de inter-relações para o grau de proximidade absolutamente necessário (A) entre as instalações das Fazendas A, B, C e D.....	104
28.	Diagrama 2 de inter-relações para o grau de proximidade muito importante (E) entre as instalações das Fazendas A, B, C e D.....	105
29.	Diagrama 3 de inter-relações para o grau de proximidade importante (I) entre as instalações das Fazendas A, B, C e D.....	106
30.	Diagrama 4 de inter-relações para o grau de proximidade pouco importante (O) entre as instalações das Fazendas A, B, C e D.....	107
31.	Diagrama 5 de inter-relações para o grau de proximidade indesejável (X) entre as instalações das Fazendas A, B, C e D.....	108
32.	Diagrama síntese das inter-relações entre as instalações das Fazendas A, B, C e D.....	109
33.	Resultado das condições ambientais de exposição ao calor, à luz e ao ruído nos pontos de medição indicados na Fazenda A, sob condições de céu encoberto.....	118
34.	Resultado das condições ambientais de exposição ao calor, à luz e ao ruído nos pontos de medição indicados na Fazenda B, sob condições de céu parcialmente encoberto.....	119
35.	Resultado das condições ambientais de exposição ao calor, à luz e ao ruído nos pontos de medição indicados na Fazenda C, sob condições de céu encoberto.....	120
36.	Resultado das condições ambientais de exposição ao calor, à luz e ao ruído nos pontos de medição indicados na Fazenda D, sob condições de céu encoberto.....	121
37.	Proposta de setorização resultante do uso do SLP: estudo piloto para sistemas de confinamento com estabulação tipo baias livres, com capacidade para 150 animais em produção.....	128
38.	Proposta para cobertura das áreas setorizadas com o SLP, resultantes do estudo piloto para sistemas de confinamento com estabulação tipo baias livres, com capacidade para 150 animais em produção.....	129

## RESUMO

COELHO, Eraldo, M.S.; Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2000.  
**Metodologia para análise e projeto de sistema intensivo de produção de leite em confinamento tipo baias livres.** Orientador: Antônio Cleber Gonçalves Tibiriçá. Conselheiros: Fernando da Costa Baêta e José Carlos Pereira.

O sistema de confinamento tipo baias livres possibilita produzir leite em escala industrial, objetivando queda no custo do produto primário, aliado à alta qualidade e à eficiência do processamento. A execução de projetos para confinamento de gado de leite depende do conhecimento prévio das atividades desenvolvidas e das inter-relações entre os fatores que compõem o processo produtivo. A análise dos fatores envolvidos no processo de produção permite a modernização e a otimização do sistema produtivo, por meio do arranjo de áreas de trabalho, analisando os espaços, o que leva à racionalização e à simplificação das instalações. O estudo do posicionamento dos recursos produtivos, antes de sua implantação, agrega valor ao empreendimento, permitindo que todas as modificações se integrem segundo um programa global e coerente. Para isso, nesta pesquisa foi usado, como referencial de procedimento sistematizado para o arranjo físico de áreas de produção, o método SLP - Systematic Layout Planning, o qual consiste em uma estruturação de fases onde as diversas unidades, áreas ou atividades funcionais

são combinadas a um grande número de considerações, objetivos, fatores e elementos a serem alcançados. A pesquisa objetivou adaptar uma metodologia que permita orientar o estudo e o planejamento de sistemas intensivos de produção de leite em confinamento tipo baias livres para diferentes realidades espaciais das propriedades. Foi realizado um diagnóstico da situação deste sistema de produção em unidades produtoras de algumas regiões leiteiras do Estado de Minas Gerais, investigando-se os principais fluxos e suas relações espaciais com os diversos setores. A coleta de dados foi realizada nos meses de janeiro e fevereiro de 2000, sob condições climáticas de verão, em quatro unidades de produção de leite que utilizam o sistema intensivo com estabulação livre, em regime comercial de exploração. As análises foram consolidadas em um modelo geográfico que mostra as instalações necessárias, a seqüência de atividades e os respectivos graus de proximidades; das análises resultou um esboço de localização no qual instalações, atividades e proximidades são rearranjadas de acordo com os requisitos de espaço, estabelecidos por meio da comparação das áreas existentes nas instalações das fazendas e da bibliografia levantadas, considerando-se a relação metro quadrado e metro cúbico por animal estabulado. Com base na área apropriada para cada atividade, considerando-se a melhor relação geográfica e o grau de proximidade entre elas, a pesquisa se completou com a apresentação de uma proposta piloto de arranjo físico, que pode servir de referência para a implantação de sistemas de confinamento tipo baias livres.

## ABSTRACT

COELHO, Eraldo, M.S.; Universidade Federal de Viçosa, august. 2000.

**Methodology for analysis and design of intensive milk production systems in free stall type confinement.** Advisor: Professor Antônio Cleber Gonçalves Tibiriçá. Committee members: Fernando da Costa Baêta and José Carlos Pereira.

The confinement system of the free stall type enable production of milk in industrial scale, with the purpose of lowering the cost of the primary product, allied with high quality and processing efficiency. The execution of projects for the confinement of milk cows depends on prior knowledge of the developed activities and of the inter-relations factors that makes up the productive process. The analysis of the factors involved in the production process makes possible the modernization and optimization of the productive system, through the outlining of work areas, analyzing the available space, which leads to the rationalization and simplification of the installations. The study of the positioning of the productive resources, before implementation, adds value to the enterprise, allowing that all modifications integrate according to a global and coherent program. The SLP - Systematic Layout Planning-method consists of phase structuring, where the several units, areas or functional activities are combined with a large number of considerations, objectives, factors, and elements to be met, being used in this investigation as

a reference of a systematized procedure for the physical arrangement of production areas. The study had as a purpose to adapt a methodology that guides the study and the planning of intensive systems of milk production in confinement of the free stall type for different space realities of the farms. A diagnostic study was carried out regarding the situation of the productive system in some milk production regions in the state of Minas Gerais, investigating the main flows and their spatial relations with several sectors. The gathering of data was carried out during the months of January and February of 2000, under summer climatic conditions, in four milk production units that use the intensive, free stall, system, in a commercial regimen of exploitation. The analysis were united in a geographic model that exhibits the necessary installations, the sequence of activities and the degree of proximity of the farms in an location outline where rearrangement are made according to space requirements, established through a comparison of the existing areas of installations on the farms and the data obtained through the search of the literature, considering the relation  $m^2$  and  $m^3$  per stabled animal. Based on the appropriate area for each activity, considering the best geographic relation and the degree of proximity, this investigation results in a proposal of a pilot pre-project, that might serve as a reference for the implementation of confinement systems of the free stall type.

## **1. INTRODUÇÃO**

O desempenho eficiente de um planejamento, ou seja, de uma seqüência específica de procedimentos para a execução de projeto para confinamento destinado a gado de leite, depende do conhecimento prévio das atividades a serem desenvolvidas e das inter-relações dos diversos fatores que compõem o processo produtivo. O fato é que o estudo das atividades envolvidas e o correto dimensionamento espacial contribuem para que o sistema corresponda física, ambiental e produtivamente às necessidades estabelecidas pelo empreendedor. Contudo, no Brasil, boa parte dos projetos instalados não tem dado o resultado esperado, devido à não adequação dos mesmos às condições locais.

Neste sentido, segundo HEAD (1996), entre os produtores de leite há um consenso da necessidade de um plantel de boa capacidade genética, de práticas sanitárias eficazes e da manutenção dos animais em produção em algum tipo de instalação que ofereça um ambiente confortável e livre acesso à alimentação, como forma de ampliar a produtividade de seus rebanhos e a qualidade do leite. Para isso, Faria e Corsi, apud CAMARGO (1988), têm sugerido o uso do sistema intensivo de confinamento tipo baias livres para regiões próximas a grandes centros consumidores. Tal sistema caracteriza-se

basicamente pela economia de mão-de-obra e de espaço e por proporcionar a amenização das variações climáticas, promovendo ganho em escala de produção.

A análise dos fatores envolvidos no processo de produção em um sistema intensivo, tais como edificações, deslocamento de pessoas, animais e máquinas, além de aspectos econômicos e técnicos, permite a modernização e otimização do sistema produtivo. Passa também pelo arranjo de áreas de trabalho, dando-se maior atenção à utilização dos espaços, o que normalmente leva à racionalização e à simplificação das instalações.

O tempo dispensado no planejamento do arranjo físico, isto é, o estudo do posicionamento relativo dos recursos produtivos de instalações já existentes ou novas antes de sua implantação, evita que as perdas de material e de mão-de-obra assumam grandes proporções, permitindo que todas as modificações se integrem segundo um programa global e coerente, proporcionando uma seqüência lógica e operacional para as intervenções necessárias.

O interesse em superar a carência apontada justifica-se quando se constata que a competitividade no setor leiteiro exige do produtor conhecimento tecnológico e gestão empresarial da atividade: cada sistema de produção de leite determina um tipo de construção, localização e integração do conjunto e deve considerar a sua funcionalidade. Contudo, um empreendimento para cumprir o seu propósito não pode se restringir ao dimensionamento e à definição de espaços físicos: requerer também otimizar o roteiro de atividades dentro do sistema, visando às necessidades do empreendedor e do animal.

A pesquisa e a aplicação correta de métodos no planejamento do arranjo físico pode propiciar a simplificação das instalações construídas e a diminuição dos percursos existentes dentro e fora delas, o que normalmente conduz a economia de mão-de-obra, combustível automotivo, maquinário, energia e conseqüente diminuição dos fatores geradores de estresse e enfermidades nos animais, aumentando a performance produtiva dos mesmos.

Pressupõe-se que a eficiência produtiva da atividade leiteira passa hoje por uma necessidade de parâmetros que permitam a evolução das técnicas de projeto empregadas, relacionando suas estruturas às necessidades funcionais de sistemas de confinamento, por intermédio de um planejamento integrado dos fatores relacionados à produção.

Complementarmente, a investigação empreendida nesta pesquisa considera também as necessidades de informação para profissionais ligados a área de construções rurais e ambiência, em particular os que se envolvem com projetos para sistemas de produção de leite em confinamento. Assim, uma questão é também realizar este trabalho visando-se contribuir para a solução de problemas de arranjo físico e funcional, no plano projetual das instalações.

A investigação leva em conta, também, como, a partir de um modelo de procedimentos para realização de projetos, pode-se contribuir para o estabelecimento de uma base conceitual para o processo de identificação, classificação, visualização e implantação das várias atividades envolvidas em um modelo de produção de leite em confinamento tipo baias livres.

Paralelamente à investigação, procurou-se verificar de que forma poderia ser possível contribuir para a superação das dificuldades decorrentes da falta de critérios durante a avaliação dos desempenhos ambiental e funcional das instalações envolvidas no processo de produção de leite.

Assim, tendo-se por base os pressupostos conceituais apresentados, a pesquisa se desenvolveu com a suposição básica de que a tendência da produção de leite não está no aumento do plantel, mas no aumento do índice de produtividade por meio da modernização do sistema empregado e na sua especialização.

A decisão de a pesquisa ser direcionada para sistemas de confinamento tipo baias livres deve-se à possibilidade de produzir, em escala comercial, leite de alta qualidade, com eficiência do processamento, para um menor custo do produto primário.

A partir do estudo da bibliografia existente e da análise das informações coletadas em empreendimentos para produção de leite tipo baias

livres, já implantados, um resultado da pesquisa foi a geração de uma proposta de arranjo físico para sistema de produção de leite em confinamento total com estabulação tipo baias livres. A proposta, apresentada como um estudo preliminar, é uma interpretação dos questionamentos levantados no início da pesquisa e da análise do constatado em algumas fazendas em funcionamento, usadas para produção de leite. Da investigação dos principais fluxos e de suas relações espaciais com os diversos setores do sistema, resultaram indicadores técnicos que objetivam permitir a racionalização da implantação.

A percepção de que há carência de procedimentos sistêmicos formalizados contemplando o conjunto de condições expostas, relativamente à produção industrial de leite, permitiu que com o presente trabalho, de modo geral, fosse firmada uma metodologia para orientar o estudo e o planejamento de sistemas intensivos de produção de leite em confinamento tipo baias livres, para diferentes possibilidades de aproveitamento e organização espacial de uma propriedade leiteira.

Especificamente, o desenvolvimento da pesquisa contemplou também:

- a) a realização de um diagnóstico da situação do sistema intensivo para produção de leite tipo baias livres, em unidades produtoras de algumas regiões leiteiras do Estado de Minas Gerais, investigando-se os principais fluxos e suas relações espaciais com os diversos setores do sistema;
- b) a geração de indicadores técnicos, necessários para implantação de um modelo de produção, que permitam operar diferentes arranjos espaciais na propriedade;
- c) a apresentação de uma proposta de setorização resultante do uso do SLP para sistema intensivo de produção de leite em confinamento tipo baias livres, que adequue as exigências zootécnicas, ambientais e arquitetônicas e que possibilite expansões e ajustes à topografia e ao volume de produção.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Sistema intensivo de confinamento com estabulação tipo baias livres**

Os bovinos de raças especializadas em produção de carne e de leite, procedentes de regiões de clima temperado, encontram dificuldades de adaptação em regiões tropicais e subtropicais. Faria, apud CAMARGO (1988), mostrou a necessidade de se estabelecer o controle dos fatores desfavoráveis do ambiente, para que se possam adaptar animais de origem exótica em regiões de clima quente e úmido.

Pesquisas realizadas por Arrillaga, comprovadas por Winchester, apud FALCO (1979), indicaram que é possível o desenvolvimento de raças européias, em ambientes climaticamente diferentes aos de origem, desde que sejam proporcionadas condições para manter o equilíbrio térmico. O resultado da não adaptação se manifesta em acentuado atraso no ritmo de crescimento e em problemas reprodutivos nos animais.

A estrutura de produção de leite no País é caracterizada por baixos índices de produtividade, rebanho numeroso, grande número de pequenos produtores e baixa qualidade do produto final. Isso faz do Brasil, de acordo com FONSECA (1997), o segundo maior importador de leite do mundo, atrás somente do México.

Segundo dados da FAO (Food and Agriculture Organization), apud BAÊTA (1998), o Brasil era o segundo maior rebanho de bovino leiteiro do mundo, com 20 milhões de cabeças, sendo superado apenas pela Índia. Esse dado mostra que a produção de leite não está diretamente ligada ao tamanho do rebanho mas sim a uma prática de manejo e de instalações que possam contribuir para a racionalização do sistema produtivo, propiciando aumento da produtividade.

Até 1994, de acordo com a FAO, a falta de suporte técnico à bovinocultura leiteira no Brasil é constatada pelos índices médios de produção de 2kg/dia/animal; em países da América do Norte e da Europa a média chega a 20kg/dia/animal. A Associação Nacional dos Fabricantes de Ração - ANFAR - (1997) relaciona a baixa produtividade com o consumo de ração no País; em 1990 aproximadamente 6% da ração era destinada a bovinos de leite e corte, nível que se manteve em 1997, demonstrando a estagnação do setor.

Para FONSECA (1997), a melhoria da qualidade e da produtividade do leite no Brasil, no curto prazo, depende de questões higiênico-sanitárias na fazenda, da melhoria nas condições de coleta e resfriamento do leite e da manutenção do bom estado sanitário do rebanho, empreendidas por produtores profissionalizados e apoiadas em investimentos. Lidar com esse conjunto de condições requer suporte técnico no sentido de orientar o planejamento e a implantação de sistemas que dêem resposta à demanda esperada, atendam questões de qualidade do produto e apresentem boa relação custo-benefício.

Em estudo sobre a redução do número de rebanhos de bovinos leiteiros nos Estados Unidos, FONSECA (1997) apresentou dados que indicam que a produção de leite no futuro não dependerá do aumento do plantel, mas da sua especialização e do aumento dos índices de produtividade, por meio da modernização do sistema empregado. Dentro dessa filosofia, o sistema intensivo em confinamento, com baias livres, vem se destacando pela economia de mão-de-obra, espaço e eficiência no combate às adversidades climáticas.

No desenvolvimento desse sistema produtivo, maior atenção tem sido dada à utilização dos espaços. Isso indica que a racionalização e a simplificação das instalações e da seqüência específica de procedimentos a serem seguidos são fundamentais para gerar economias e, por conseqüência, baixar os custos primários da produção.

Do ponto de vista do empreendedor, a relação custo-benefício é um dos parâmetros mais importantes na tomada de decisão e inicia-se pela escolha do sistema produtivo que melhor se adeqüe ao conjunto das condições requeridas. Para isso, deve-se considerar a área disponível, a produção desejada, o número de animais, a tecnologia a ser empregada e o mercado consumidor. Segundo BAËTA (1997), deve-se primeiramente fazer um planejamento eficiente de todas as atividades que compõem o sistema, conhecendo-se as funções que serão desempenhadas em cada segmento; além disso, deve-se proceder ao estudo do entorno, para fins de ambientação animal e caracterização do espaço físico, e projetar o sistema produtivo aproveitando ao máximo as condições naturais do local.

Faria e Corsi, apud CAMARGO (1988), consideram que os conceitos de produção intensificada passam a ser importantes para uma região quando um ou mais dos seguintes fatores estão presentes: diminuição da oferta e elevação dos custos de mão-de-obra, necessidade crescente de alimento para uma população urbana em rápida expansão, elevação contínua dos custos de produção, dificuldade de ampliação das fazendas e existência de tecnologia para ser aplicada no setor. Segundo FONSECA (1997), isso explica, em grande parte, as mudanças estruturais no setor de produção ocorridas na maioria dos países, nos quais a tendência de redução do plantel, a expansão dos módulos de produção e o aumento da média de produção por animal são cada vez mais intensos.

Dentre as opções de sistemas de produção de leite, destacam-se o sistema extensivo, o sistema semi-intensivo e o sistema intensivo. Esses sistemas diferem entre si pela complexidade das instalações, pela conservação e fornecimento do alimento, pelo manejo e pela área ocupada com a atividade.

No sistema extensivo usualmente não se oferece ao animal o alimento concentrado; a complementação do volumoso é efetuada antes ou após a ordenha. Os animais são criados a pasto, isto é, buscam o volumoso no campo, onde recebem complemento mineral, tratamento sanitário e as instalações se restringem à atividade de ordenha e ao abrigo de animais jovens.

No projeto de um sistema semi-intensivo, as construções são destinadas a abrigo temporário dos animais, onde é fornecido alimento concentrado e volumoso nos períodos que antecedem ou sucedem a ordenha. A pastagem formada é utilizada de maneira equilibrada entre os períodos de ordenha e à noite.

Em um sistema intensivo de produção em confinamento, os animais ficam confinados durante todo o seu período produtivo, recebendo alimentação de concentrado e volumoso no cocho. As vacas em produção são confinadas em instalações onde têm livre acesso à alimentação e à cama de descanso.

O projeto completo inclui, também, instalações para armazenamento do alimento, sistema de limpeza, tratamento dos dejetos e, em alguns casos, setores para pasteurização, embalagem e distribuição do leite. Dentro do sistema intensivo, o confinamento total com estabulação em baias livres vem se expandindo por apresentar condições de os animais terem acesso durante vinte e quatro horas à alimentação e ao descanso em ambiente semi-climatizado, o que favorece a estabilidade térmica e o conforto alimentar. Segundo Esmay e Dixon, apud MORAES (1998), a implantação de um sistema de confinamento tipo baias livres torna-se viável quando o produtor tem disponível um número mínimo de sessenta animais em fase de lactação.

Segundo Bucklin, apud WRIGHT (1983), a mais importante função das instalações tipo baias livres é interceptar a radiação solar, para reduzir a carga térmica de radiação no animal e permitir o manejo adequado, auxiliando-o a manter a homeotermia, para que o consumo de alimento seja maximizado.

Estudos de SLEUTJES (1976) concluíram que um elemento sombreado, ou seja, com interceptação da radiação solar direta, pode reduzir de 30% a 40% a carga de calor incidente, economizando, portanto, energia gasta na manutenção da temperatura corporal.

HARDOIM (1998) aponta como vantagens da implantação de um sistema de confinamento tipo baias livres:

- a) o crescimento em escala (grande acúmulo de animais em pequena área);
- b) a diluição de custos fixos (maior escala de produção, menor custo com administração, mão-de-obra especializada, manutenção de máquinas, equipamentos, instalações e serviços prestados por terceiros);
- c) o uso de instalações que proporcionem conforto térmico (ambientes termicamente estáveis amenizam as variações climáticas e suas conseqüências como sazonalidade da produção de leite e instabilidade da temperatura e da umidade);
- d) a facilidade na inserção de mecanismos de semi-climatização e de pista de alimentação (presença de vacas durante as vinte e quatro horas maximiza a oferta e o consumo de alimentos de forma estável e nutricionalmente equilibrada), permite melhorar a relação de espaço entre alimentação, cama e ordenha, diminuindo distâncias e movimentação dos animais;
- e) o confinamento facilita a visualização e o monitoramento individual ou em grupo de grande número de animais;
- f) a facilidade de divisão de grupos, linha de ordenha, tratamento e utilização da identificação por intermédio de transponders (sistema eletromagnético de identificação de animais), como ferramenta de auxílio no gerenciamento do sistema.

A partir da década de noventa, tem sido observada a intensificação do uso do sistema intensivo de produção de leite com confinamento em baias livres no Brasil. De modo geral, encontram-se várias instalações desse tipo em atividade, porém, os modelos e idéias implantados necessitam de uma avaliação no sentido de identificar sua viabilidade e necessidade segundo as características locais, uma vez que tais empreendimentos têm sido copiados ou

adaptados de países com situações diferentes das enfrentadas pelos produtores brasileiros.

## **2.2. Exigências arquitetônicas**

Para que o sistema intensivo alcance altos índices de produtividade, torna-se necessário amenizar as sensações de desconforto térmico dos animais, decorrentes do calor excessivo, do frio e do vento, e, também, propiciar ambientes confortáveis, como os espaços ao ar livre em climas favoráveis à produção. Segundo BUFFINGTON (1983), áreas sombreadas podem ser planejadas de acordo com a característica ambiental de cada região; em climas secos, a área de sombra por animal, no galpão para confinamento, deve ser de 1,80m<sup>2</sup> a 2,50m<sup>2</sup> e naquelas de clima úmido de 4,20m<sup>2</sup> a 5,60m<sup>2</sup>.

Tais considerações denotam que as instalações desempenham papel fundamental, razão pela qual precisam ser dimensionadas adequadamente. O dimensionamento baseia-se em requisitos como: produção média desejada, área disponível para produção de forragem, número de animais alojados, consumo de água, ração, energia elétrica e mão-de-obra necessária. Com vistas ao planejamento das instalações, deve-se primeiro observar o acondicionamento térmico natural baseado no conhecimento das variáveis do meio para melhorar a habitabilidade, dentre as quais destacam-se: localização, forma e orientação das edificações, dispositivos de controle da radiação solar, seleção dos materiais e sistemas construtivos, ventilação controlada e exploração do paisagismo circundante.

O local escolhido para implantação do sistema, sempre que possível, deve ser aquele em que o terreno é menos fértil, como, por exemplo, granitos, basaltos ou conglomerados bastante resistentes; em geral, sobre todas as rochas duras é sempre recomendável. Deve-se também levar em conta a abundância de água potável e a existência de energia elétrica nas proximidades, elementos indispensáveis ao funcionamento de um sistema intensivo de confinamento tipo baias livres.

A água é um fator essencial para garantir a produtividade do rebanho, já que é responsável por 87% da composição do leite, além de desempenhar papel primordial nos programas de manejo de esterco, efluentes e, ainda, responsável pela limpeza dos animais e do ambiente.

A iluminação é outro fator fundamental em um sistema de confinamento total, já que os animais, tanto no início quanto no final da lactação, produzem de 7% a 10% mais leite quando expostos a um fotoperíodo de 16h se comparados com animais expostos a 9h ou a 12h; isso se deve à maior ingestão de alimentos. Para MARCEK e SWANSON, apud HEAD (1996), uma variedade de lâmpadas pode ser usada, desde que posicionadas entre 3m e 4m acima da cabeça do animal, devendo estar desligadas entre 0h e 5h, período em que a maioria dos animais está descansando. O importante, segundo MARCEK e SWANSON, apud HEAD (1996), é prover 16h de luz.

Ainda, o complexo de um sistema de confinamento tipo baias livres comporta instalações específicas que podem ser classificadas de acordo com a atividade a ser desempenhada. Entre elas, destacam-se as destinadas aos animais tais como: galpão para confinamento, piquetes de vaca seca e novilhas, isolamento, maternidade, bezerreiro e curral de espera; instalações de serviços de apoio como escritório, almoxarifado, farmácia, vestiário, garagem e oficina; instalações relacionadas à coleta do leite, como sala de ordenha, sala de leite e sala de máquinas; e, também, instalações destinadas a armazenamento, como silo, fenil, depósito de cama e de dejetos.

## **2.2.1. Instalações para animais**

### **2.2.1.1. Galpão para confinamento**

O galpão para confinamento pode ser considerado a instalação prioritária no momento da implantação de um sistema de confinamento por ser o local aonde os animais passam a maior parte do tempo e onde recebem trato e cama disponível em tempo integral. Nesse sentido, a construção de um

galpão de confinamento deve ser planejada de modo a permitir o máximo conforto térmico animal, movimentação tranqüila e contenção rápida e prática do rebanho. De acordo com CAMARGO (1988), a redução da área de repouso aparece como vantagem do sistema de confinamento tipo baias livres, em relação a outros sistemas de exploração leiteira, já que necessita de 2,80m<sup>2</sup> por animal.

No galpão, são instaladas baias com camas, cochos de alimentação e bebedouros; cada um destes componentes possui características e critérios próprios para sua fixação. Outros pontos importantes para construção do galpão de confinamento são: pé-direito, declividade do telhado, tipo de telha, espaço por animal, largura dos corredores, calhas hidráulicas e tipo de piso.

A altura do pé-direito influencia diretamente a quantidade de radiação solar que poderá atingir o interior do galpão, interferindo na troca de calor por radiação entre o animal e a cobertura, e entre o animal e o exterior (BAÊTA,1998). MORAES (1998) considera satisfatório o pé-direito com valores entre 4,0m e 4,5m de altura a fim de propiciar ventilação natural abundante. NÃÃS (1998) recomenda 3,5m para pé-direito, do piso à parte inferior do telhado (beiral). Para BAÊTA (1998), o pé-direito está relacionado com a largura do galpão e recomenda 2,8m para vãos até 8m e 3,5m para vãos entre 12m e 15m de largura. Quanto mais largo for o galpão, maior deverá ser o pé-direito; contudo, larguras iguais ou superiores a 12m têm se mostrado adequadas para o cálculo do custo estrutural, bem como para um satisfatório condicionamento térmico natural (BAÊTA, 1998).

A influência térmica que o telhado exerce no ambiente interno está diretamente relacionada com o tipo de telha, a inclinação do telhado e a largura do beiral, os quais interferem na quantidade de calor que chega ao interior da edificação durante o dia, e na que é perdida, do interior para o exterior, durante a noite (BAÊTA, 1998). Considerando-se a importância desse conjunto de elementos, para implantação o produtor precisa levar em conta sua realidade topo-geográfica, procurando definir a orientação do telhado, a fim de minimizar a incidência solar direta no interior do galpão.

Para BAÊTA (1998), geralmente nas latitudes de 15° a 30°S a orientação do comprimento do galpão para confinamento no sentido leste-oeste verdadeiro favorece maior interceptação da radiação solar pelo telhado no verão, bem como maior insolação na face norte do galpão no inverno.

Estudos realizados por NÃÃS (1998) demonstraram que a orientação, durante o verão, é fator limitante ao ganho de calor em galpões e que a ação combinada da carga de vento natural com a radiação solar foi fator decisivo na quantidade total de calor que foi transferida para dentro da instalação. Para tanto, recomenda também outros mecanismos que auxiliem o controle térmico como, por exemplo, telhado pintado de branco na parte externa e preto na face interna, a fim de diminuir a radiação solar direta.

KRAVCHENKO e GONÇALVES (1980) verificaram a eficiência de materiais de cobertura para instalações em Goiânia - GO, utilizando cimento amianto vermelho, cimento amianto cinza, alumínio ondulado, telha de barro (francesa) e capim jaraguá (*Hiparrhenia rufa*). Eles observaram que os ambientes cobertos com capim, telha de barro e alumínio obtiveram, respectivamente, melhores resultados quanto a redução da carga térmica no interior da instalação; as telhas de cimento amianto vermelho e cinza foram as menos eficientes.

CAMPOS (1986), ao estudar galpões com coberturas de cimento amianto, com e sem forro de taquara, concluiu que o uso do forro contribuiu para a redução da carga térmica de radiação (CTR) e do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU). Em galpões com telha de barro, o uso do forro não reduziu significativamente a CTR e o ITGU.

DANTAS (1995), em estudo com protótipos reduzidos 2,5 vezes, de um módulo de galpão avícola convencional, detectou que a elevação de temperatura no protótipo com cobertura em cimento amianto foi, aproximadamente, o dobro daquela observada no protótipo coberto com telhas cerâmicas.

Segundo BAÊTA (1997), a inclinação mais adequada para o telhado é de 20° a 30°, para que a cobertura possa atuar no condicionamento térmico do

galpão para confinamento, alterando a área de exposição. A distância entre as aberturas de entrada e saída de ar, devem ser de 10% do tamanho do vão, quando equipado com lanternim, para melhorar a eficiência da troca de ar entre o interior e o exterior do galpão. Para BUCKLIN et al. (1991), a largura da abertura do lanternim em climas quentes e úmidos deve ser, no mínimo, de 30cm para vãos de 6m de largura e mais 5cm para cada 3m de largura a mais na instalação, recomendando ainda que a altura entre a cobertura do lanternim e o cume do telhado seja de pelo menos 30cm.

Também é fundamental prever a instalação de canaletas hidráulicas no interior do galpão, por permitirem fácil escoamento das águas utilizadas durante a limpeza, bem como canalização dos rejeitos líquidos oriundos dessa atividade.

Um outro item, de acordo com a literatura pesquisada, é o tipo de piso escolhido, que deve permitir uma movimentação segura dos animais, evitando escorregões e conseqüentes quedas que podem, até mesmo, causar o descarte do animal; o piso mais utilizado em galpões para confinamento é o executado com concreto aparente, com ou sem ranhuras.

#### **2.2.1.2. Baias**

Os locais destinados ao descanso dos animais devem possuir tamanhos apropriados, para que as vacas não se deitem nos corredores, ficando sujeitas a lesões, principalmente na cauda e no úbere, o que torna-se um inconveniente comum nos meses de temperatura elevada. Para Blom, apud CAMARGO (1988), as lesões nos joelhos dianteiros dos animais podem ser um sinal de redução do conforto físico dos animais, provocadas por um mau dimensionamento das baias.

No galpão para confinamento, o número de baias pode ser inferior ao número de animais alojados. Arave e Albright, apud CAMARGO (1988), recomendam em torno de 10%, pois as vacas não usam a mesma baia e nem

deitam-se todas ao mesmo tempo; admite-se até 30% a mais de animais que o número de baias, sem que haja perda de conforto ou produção.

As baias necessitam de largura suficiente para o conforto dos animais, contudo não devem permitir que eles se virem ou defequem em seu interior. Com baias individuais, a maioria do estrume é depositada nos corredores, o que permite a limpeza por meio de raspagem ou sistema de lavagem. As baias necessitam de uma declividade da parte interna para o corredor, entre 2% e 6%, pois evita que as vacas escorreguem para frente, enquanto deitadas.

Uma estimativa de dimensões pode ser apreciada nos Quadros 1 e 2 (HARDOIM, 1998).

Quadro 1 - Espaço requerido por animal.

Idade dos animais (meses)	Dimensões da baia	
	Individual (m x m)	Coletivo (m <sup>2</sup> )
Bezerras até 5	0,6 x 1,4	1,50
Bezerras de 5 a 12	0,8 x 1,5	2,50
Novilhas de 12 a 18	0,9 x 1,7	3,50
Novilhas de 18 a 24	1,1 x 1,7	5,00

Fonte: HARDOIM, 1998

Quadro 2 - Dimensões de baias livres individuais.

Peso dos animais (kg)	Dimensões da baia (m x m)	Altura da baia (m)
375	1,10 x 2,00	1,00
425	1,10 x 2,04	1,00
475	1,10 x 2,08	1,02
525	1,20 x 2,12	1,04
525	1,20 x 2,12	1,04
575	1,20 x 2,11	1,12
625	1,20 x 2,20	1,12
675	1,20 x 2,24	1,12
725	1,20 x 2,26	1,12
775	1,20 x 2,31	1,12
825	1,20 x 2,33	1,12

Fonte: HARDOIM, 1998

### 2.2.1.3. Cama

Superfície sobre a qual o animal se deita, a cama é componente indispensável das baias. Para garantir a eficiência do sistema, a cama precisa estar sempre limpa e seca para evitar que se torne fonte de desconforto térmico e físico e ou cause traumatismos e doenças infecciosas.

De acordo com o Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite - CNPGL (1996), em pesquisa realizada em uma instalação implantada no Estado do Rio de Janeiro, constatou-se que as vacas preferiram se deitar em camas de areia, quando livres para escolher o local, sem competição por espaço. Esse dado pode ser verificado nos Quadros 3, 4 e 5 (CNPGL, 1996).

Quadro 3 - Distribuição de tempo de permanência das vacas, para diferentes materiais de cama para baias, ao longo de 138 horas.

Local	Tempo (min)	Tempo (%)
Areia	1.250	15,1
Borracha	341	4,1
Carpete	769	9,2
Corredor	5.957	71,6
Total	8317	100,0

Fonte: CNPGL, 1996

Quadro 4 - Distribuição de tempo de permanência das vacas, na posição deitada, ao longo de 59 horas.

Local	Tempo (min)	Tempo (%)
Areia	1.105	31,1
Borracha	12	0,4
Carpete	523	14,7
Corredor	1.913	53,8
Total	3553	100,0

Fonte: CNPGL, 1996

Quadro 5 - Distribuição de tempo de permanência das vacas, por posição, ao longo de 138 horas.

Local	Posição	Tempo (min)	Tempo (%)
Areia	deitado	1.105	13,1
	em pé	145	1,7
Borracha	deitado	12	0,1
	em pé	329	4,0
Carpete	deitado	523	6,3
	em pé	246	3,1
Corredor	deitado	1.913	23,0
	em pé	4.044	46,6
Total		8317	100,0

Fonte: CNPGL, 1996

Newberry e Fisher, apud CAMARGO (1988), comparando baias com cama de areia e baia com pneus cortados ao meio, cobertos com areia, observaram que as vacas permaneceram deitadas 13,1h/baia/dia e 7,4h/baia/dia, respectivamente, e que ocupavam primeiramente as baias com cama de areia.

#### 2.2.1.4. Cocho para alimentação

Partes nas quais se faz a disponibilização de alimento e água para os animais confinados, cochos, assim como os bebedouros, requerem atenção projetual quanto à sua disposição no interior do galpão para confinamento. Precisam ser instalados à sombra e em lugares ventilados, pois os efeitos diretos e indiretos da radiação sobre esses equipamentos afetam o desempenho produtivo dos animais.

Segundo BEEDE e SHEARER (1992), o espaço recomendado para cocho é de 60cm a 75cm por animal alojado. Em pesquisa desenvolvida anteriormente por FRIEND (1977), observou-se que houve competitividade entre animais, ao se reduzir de 10cm por animal o espaço no cocho, o que, aumentando conseqüentemente a agressividade dos mesmos, dificultou o manejo. Para o mesmo autor, o comprimento linear mínimo do cocho por vaca

deve ser de 20cm. WIERSMA (1984) recomenda 75cm de cocho por vaca, seguindo as orientações de ARAVE e ALBRIGHT (1981), para os quais o espaço disponível por animal, no cocho de alimentação, deveria estar entre 67cm e 76cm.

CAMARGO (1988) promoveu a distribuição de feno, com a finalidade de atrair os animais ao cocho de alimentação nos horários de baixa frequência (meio-dia e final da noite). Para o autor, as refeições devem ser distribuídas quando os lotes são conduzidos à sala de ordenha, para que no retorno os animais encontrem o alimento disponível. Essa prática evita estresse pela movimentação de máquinas e induz o retorno dos animais ao galpão para confinamento.

Em uma situação de restrição alimentar e ou fornecimento coletivo do concentrado, separadamente do volumoso, a um grupo de animais em produção, as vacas postadas no topo da hierarquia social consumirão a maior parte da dieta.

Diante desse fato, Friedy e Polan, apud CAMARGO (1988), consideram importante a alimentação com ração completa, quando o espaço no cocho for limitado, o que permite que todas as vacas tenham igual acesso à dieta de mesma qualidade. As desvantagens desse sistema de manejo são a necessidade de equipamento misturador automático e de o produtor organizar os lotes de vacas de forma a serem o mais homogêneos possíveis, já que haverá vacas consumindo abaixo ou acima do necessário de suas exigências nutricionais diárias.

Com vistas à sua limpeza periódica, o cocho para minerais deve possuir as seguintes características: superfície interna lisa, cantos arredondados e dreno com tampa no fundo, sendo o acabamento interno feito de modo a não sofrer desgastes nem causar ferimentos na língua dos animais. Segundo o guia da Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP (1996), as dimensões mais recomendadas para cocho de minerais são: 2,50m de comprimento, 0,30m de largura e 0,30m de altura.

### **2.2.1.5. Bebedouro e reservatório de água**

Os bebedouros instalados no interior do galpão para confinamento devem ser projetados de acordo com o número de animais confinados. Em geral, cada animal confinado consome diariamente de 40 litros a 60 litros de água. A forma dos bebedouros para galpões, segundo a ABCP (1996), deve ser retangular, a altura variando de 60cm a 70cm, a largura de 60cm a 70cm (acesso por um lado) ou 120cm a 150cm (acesso por dois lados) e o comprimento e profundidade obedecendo ao volume de água pré-estabelecido.

Para manter constante o volume de água nos bebedouros, a entrada da água pode ser controlada por uma bóia, protegida contra eventuais danos causados pelos animais. Em regiões com dificuldade de abastecimento, deve-se prever um volume com capacidade para dois ou três dias de consumo.

De acordo com pesquisas da ABCP (1996), o abastecimento regular de água para criação depende da construção e do sistema de limpeza utilizado, sendo recomendado três litros por metro quadrado de área pavimentada no curral de espera e na sala de ordenha e um litro por vaca ordenhada, para limpeza dos úberes na sala de ordenha.

### **2.2.1.6. Corredores**

Locais destinados à movimentação de animais e máquinas, os corredores internos do galpão para confinamento devem apresentar dimensões e materiais que minimizem o estresse animal e ferimentos, ao se deslocar. Também devem ser projetados para permitir a movimentação adequada de máquinas, sem desperdícios de área construída. Syme et al., apud CAMARGO (1988), observaram que a redução do espaço disponível dentro do galpão, de 9,30m<sup>2</sup> para 2,30m<sup>2</sup> por animal, gerou maior deslocamento das vacas submissas, com intenção de evitar possíveis conflitos de hierarquia. Para NOVAES (1985), com a relação de uma baia por vaca, o espaço recomendado para movimentação é de 5,09m<sup>2</sup> por animal alojado.

ARMSTRONG (1998) constatou aumento de 0,5°C na temperatura corporal de animais submetidos a percorrer 150m em corredores subdimensionados e 0,25°C em corredores adequados. O piso deve ser concretado e com inclinação em direção às canaletas que recolhem os dejetos. As canaletas devem ser localizadas de forma a proteger durante a limpeza (a) as paredes, contra a infiltração, (b) as baias individuais, do alagamento e (c) os bebedouros, da contaminação.

A largura dos corredores de saída da sala de ordenha depende do número de contenções: segundo ARMSTRONG (1998), deve ser de 0,9m, até 15 animais em contenção, e de 1,8m a 2,7m, para mais de 15 animais.

#### **2.2.1.7. Piquetes e bezerreiro**

Componentes indispensáveis de um sistema intensivo de confinamento tipo baias livres, os piquetes de maternidade, de novilhas, de vacas secas de isolamento e o bezerreiro correspondem a espaços parcialmente cobertos e cercados, aos quais serão remetidos os animais que, por algum motivo específico, não estão disponíveis para produzir leite.

Dentre essas instalações, os bezerreiros assumem grande importância, principalmente na fase de aleitamento, quando as crias necessitam de cuidados especiais.

Segundo Souza, apud MORAES (1998), no Brasil destacam-se como métodos de criação de bezerros (a) o convencional de baias fixas em boxes dentro do galpão, (b) o de abrigos individuais móveis e (c) o da exploração a pasto. No sistema convencional, até à idade de 2 meses os bezerros são criados em baias individuais fixas, com área de 1,50m<sup>2</sup> a 1,80m<sup>2</sup> por animal, e de 2 a 5 meses de idade em baias coletivas, com área de 2,00m<sup>2</sup> a 2,50m<sup>2</sup> por animal; contudo, o dimensionamento desse tipo de bezerreiro depende do tamanho do plantel e do manejo adotado. Outro sistema consiste em abrigos individuais móveis para a criação de bezerros com idade até 2 meses, período após o qual passam para baias coletivas (MORAES, 1998); a ABCP (1996) recomenda

0,9m de largura, 1,0m de altura e 1,5m de comprimento para os abrigos móveis, podendo-se utilizar chapas metálicas, ferrocimento e telhas onduladas na sua confecção.

SOUZA (1992), em estudo sobre diferentes tipos de bezerreiros, concluiu que os boxes de alvenaria dentro do galpão, seguidos dos abrigos individuais móveis de ferrocimento, foram os mais eficientes em manter estáveis as condições do ambiente interno e permitindo aos animais apresentarem menores frequências respiratórias e temperaturas retais, o que promoveu maior conforto térmico. Concluiu ainda que o tipo de abrigo não influenciou a variação de peso dos bezerros mas proporcionou uma redução da carga térmica de radiação em pelo menos 30% sobre os bezerros, quando comparado com o ambiente externo.

Deve-se ressaltar que qualquer um dos sistemas pode apresentar resultado satisfatório desde que o criador esteja atento a questões como: o controle de doenças; a higiene das instalações; a localização e a locação das baias, de modo que recebam o sol da manhã, aproveitando os efeitos benéficos dos raios solares na saúde dos bezerros e na secagem das superfícies internas da instalação (MORAES, 1998).

#### **2.2.1.8. Curral de espera**

É o local destinado à permanência das vacas em lactação, momentos antes da ordenha. Pode ser coberto, para proteger os animais das intempéries, cercado e deve possuir ligação direta com o galpão para confinamento, no sentido de reduzir a necessidade de locomoção. HEAD (1996) recomenda uma área de 2,00m<sup>2</sup> a 2,50m<sup>2</sup> por animal, o qual não deve permanecer mais de 90 minutos à espera da ordenha, em sistemas de duas ordenhas por dia, ou não mais de 60 minutos, em sistemas de três ordenhas por dia.

Segundo ARMSTRONG (1998), para grupos de até 200 animais, as dimensões do curral de espera devem ser de modo a permitir uma área de 1,40m<sup>2</sup> por animal; quando houver mais de 200 animais por grupos, devem

aumentar para 1,60m<sup>2</sup> por animal; o autor também recomenda que o tempo total de ordenha não deva exceder 60, 45 ou 30 minutos para grupos ordenhados duas, três ou quatro vezes ao dia, respectivamente.

## **2.2.2. Instalações para coleta e armazenamento do leite**

### **2.2.2.1. Sala de ordenha**

A priorização da qualidade do produto e a higiene no processo extrativo são condições fundamentais em instalações para produção de leite. Para tanto, a construção da sala de ordenha passa primeiramente pela escolha do tipo de piso adotado, podendo ser:

- a) piso plano, normalmente mais barato e de execução simples, caracteriza-se pelo fato de o ordenhador operar no mesmo nível dos animais;
- b) piso elevado, é considerado mais eficiente, pelo fato de o funcionário trabalhar em pé e abaixo do piso de referência dos animais. O piso elevado tem sido adotado com maior frequência por propiciar melhor visualização dos animais, por facilitar o acesso ao úbere para higienização, tratamento e ajuste do equipamento de coleta do leite, e por permitir ao funcionário trabalhar com uma melhor postura de operação e maior comodidade, minimizando o desgaste físico e prevenindo doenças por esforço repetitivo.

Entre os modelos utilizados de salas de ordenha com piso elevado destacam-se: tandem, espinha de peixe e poligonal.

No modelo tipo tandem, usado desde os anos vinte, a sala possui aberturas laterais, sendo indicada para rebanhos com até 250 vacas em lactação. Apresenta como vantagem a atenção individual dispensada a cada animal; a desvantagem é a distância entre úberes, ocasionando maior deslocamento do funcionário, tempo de ordenha e, conseqüentemente, maior área construída.

O modelo poligonal, indicado para grandes rebanhos, permite que a distância entre úberes seja minimizada, diminui o tempo de contenção, isto é,

menos vacas são atrasadas devido às de ordenha lenta ou as mais produtivas, já que existe maior disponibilidade de acessos laterais. Os polígonos têm quatro lados com quatro, cinco, seis, oito ou dez vacas por lado, dependendo da rotina do operador, do grau de mecanização e do manejo.

No modelo tipo espinha de peixe, considerado mais eficiente e comum, o operário tem facilidade de identificar os problemas ligados à ordenha, pela posição que as vacas assumem. A desvantagem é que uma vaca de ordenha lenta pode atrasar todas as demais, tendo em vista o acesso unificado. As ordenhadeiras variam de duplo quatro (oito vacas ordenhadas ao mesmo tempo) a duplo dez (vinte vacas ordenhadas simultaneamente). Contudo, a seleção do modelo a ser adotado pelo empreendedor varia de acordo com os investimentos iniciais, o custo anual e a preferência pessoal.

Quanto ao tamanho da sala de ordenha, ele depende do tipo de equipamento, do sistema de ordenha, do porte das vacas e dos equipamentos para transporte do leite. No projeto, é básico observar, ainda, a localização, a planta e o tamanho do centro de ordenha, o fluxo de animais, a rotina de ordenha e a quantidade de equipamentos instalados. Além dessas características, o nível de mecanização inicial, os planos de expansão, o número de vacas em produção, a mão-de-obra, o tempo disponível para ordenha e o volume de produção de leite contribuem para dimensionar a sala de ordenha com eficácia.

Segundo ARMSTRONG (1998), no oeste dos EUA as salas de ordenha são usadas de 20 a 22 horas por dia na maioria das fazendas, e 95% das novas salas construídas em 1997 foram do tipo espinha de peixe e poligonal; o restante foi do tipo tandem.

#### **2.2.2.2. Sala de leite**

Local destinado ao armazenamento do leite, a sala de leite deve possuir dimensões para arranjar fisicamente o tanque principal de leite, o dispositivo de filtragem em linha, o local para lavar e armazenar alguns

instrumentos utilizados durante a ordenha e, em alguns casos, o equipamento de pré-resfriamento.

O tamanho da sala depende do tanque principal, que deve ser planejado com vista a futuras ampliações, da posição das aberturas para entrada e saída deste tanque, no caso de possíveis reparos. Deve apresentar: pé-direito mínimo de três metros; laje ou forro; e, janela para ventilação, com tela fina para evitar a entrada de insetos (ABCP, 1996).

### **2.2.2.3. Sala de máquinas**

A sala de máquinas destina-se ao abrigo de compressores, bombas e motores que são responsáveis pelo acionamento da ordenhadeira e dos tanques de resfriamento e armazenamento do leite. Esse ambiente apresenta como principal característica a presença de grandes aberturas que facilitam a dissipação do calor gerado pelo funcionamento contínuo dos equipamentos. Sua localização deve ser a mais próxima possível das salas de ordenha e de leite.

Como os equipamentos produzem ruídos indesejáveis, estressantes, as aberturas devem ser direcionadas para o lado oposto aos locais de permanência dos animais e funcionários ou, então, devem ser adotados mecanismos de controle acústico. Portanto, o tamanho da sala depende dos equipamentos utilizados e do volume de produção.

## **2.2.3. Instalações para armazenamento**

### **2.2.3.1. Silo**

Local para armazenamento de forragem, é de fundamental importância para manter constante o processo de produção de leite, pois garante suprir alimento volumoso adequado aos animais durante todo o ano,

acabando com a sazonalidade de oferta de determinado tipo de alimento volumoso.

São elementos definidores da escolha do tipo de silo: os recursos financeiros disponíveis, a topografia do local, o tipo de solo e a disponibilidade de mecanização e de mão-de-obra para carga e descarga.

Silos forrageiros permitem o armazenamento e a conservação de toda erva e palha que serve de sustento para o gado devido à fermentação anaeróbia do volumoso; esse processo é facilitado na medida em que a estanqueidade deles facilita a ação de microorganismos. HARDOIM (1998) destaca os seguintes tipos:

a) silo trincheira: é o mais utilizado, devido ao seu baixo custo de construção e à simplicidade de operação (manual ou mecânica). Permite mecanização durante a carga e a descarga e boa compactação da silagem; suas paredes laterais apresentam inclinação aproximada de 25% a partir de um eixo vertical e o piso inclinação de 1% em direção à boca, facilitando o escoamento de líquidos. Deve ser coberto e revestido a fim de minimizar as perdas e melhorar a qualidade da silagem. No Quadro 6, apresenta-se o tamanho do silo trincheira, calculado com base no consumo médio de 25 kg de silagem por animal adulto confinado, segundo a ABCP (1996);

Quadro 6 - Dimensões dos silos modelo trincheira.

Número de animais	Consumo estimado de silagem para 5 meses (t)	Profundidade (m)	Largura (m)		Comprimento (m)
			Topo	Fundo	
60	248	3	5,8	4,3	30
70	289	3	6,6	5,1	30
80	330	3	7,4	5,9	30
90	371	3	8,3	6,8	30
100	413	3	9,1	7,6	30

Fonte: ABCP, 1996

- b) silo superfície: consiste em um amontoamento e a compactação da silagem sobre um piso resistente e coberto; é recomendado para produtores que possuem excesso de material a ser ensilado. Eventualmente é usado quando o empreendedor não dispõe de espaço nos silos existentes e necessita armazenar o excedente de produção. Nesse tipo de armazenamento de forragem, a silagem produzida deve ser usada o mais rápido possível, devido às perdas, e requer contínua vistoria;
- c) silo aéreo: possui formato cilíndrico, grande capacidade de armazenamento, perdas mínimas de material e produz uma silagem de melhor qualidade. Sua construção é mais complexa e exige maior investimento inicial e projeto detalhado da sua estrutura e fundação. Possui maior custo de implantação, com transporte e normalmente requer terrenos acidentados para facilitar a carga. Atualmente encontra-se em desuso devido à frequência de acidentes ocorridos com funcionários durante a carga e a descarga da forragem.

O produtor deve atentar para a localização do silo escolhido, a fim de construí-lo próximo aos locais de alimentação, principalmente o galpão para confinamento, visando maior facilidade e rapidez no fornecimento do alimento, bem como prevenir a interferência dessa atividade em outras realizadas na propriedade.

#### **2.2.3.2. Fenil**

O fenil consiste basicamente no local para armazenamento da forragem desidratada (feno), o qual deve ser localizado em local de fácil acesso, arejado e livre de predadores, para fornecimento diário aos animais. O galpão deve ter dimensões que permitam o correto acondicionamento do feno, com corredores de circulação interna para facilitar a carga, descarga e inspeção dos fardos.

Normalmente o fenil também é usado para armazenamento de alimento concentrado, devido as suas características, exigências construtivas e a forma de distribuição desses alimentos.

Em geral, os fardos de feno possuem 30cm de altura, 40cm de largura e até 100cm de comprimento, pesam aproximadamente 15kg e podem ser empilhados até 4m de altura. O feno também pode ser encontrado em fardos circulares com 350kg a 700kg.

Levando-se em conta essas informações, o tamanho do galpão para armazenamento deve considerar o consumo diário máximo de 6kg de feno por animal e o armazenamento para seis meses de consumo, segundo a ABCP (1996).

#### **2.2.3.3. Depósito de cama**

Local destinado ao armazenamento da cama, é desconsiderado na maioria das propriedades em atividade, as quais disponibilizam espaços inadequados para esse fim, em geral ocupando outras instalações que dificultam ou impedem a sua utilização plena.

A localização imprópria desse depósito provoca contaminação, perda de material utilizado na cama e dificulta a reposição nas baias. Pelo uso freqüente, pelo volume e pela dificuldade de transporte do material que armazena, o depósito de cama deve ficar próximo ao galpão para confinamento.

#### **2.2.3.4. Depósito de dejetos**

O depósito de dejetos é uma benfeitoria que permite a degradação do esterco, diminui o poder poluente e possibilita seu aproveitamento posterior. Os resíduos constituem-se de fezes, urina, material utilizado nas camas, pêlos, células mortas, água e produtos utilizados na limpeza. Os prejuízos ambientais são maiores quando os resíduos orgânicos são arrastados para os cursos d'água, o que, devido à sua alta demanda bioquímica de oxigênio - DBO (parâmetro usado para medida da carga poluidora), reduz o nível de oxigênio da água, provocando a morte de peixes e microrganismos, estimula o

crescimento de plantas aquáticas, através de nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio, e provoca o assoreamento de canais.

O Quadro 7 refere-se às estimativas de produção diária de esterco feitas por VAN HORN (1994).

Quadro 7 - Produção diária de esterco.

Percentagem de peso vivo dos animais	9 a 11%
Percentagem de matéria seca ingerida	10 a 12%

Fonte: VAN HORN, 1994

Para HARDOIM (1999), em condições normais de confinamento de bovinos para produção de leite, um terço da energia ingerida nos alimentos é eliminada nos dejetos. A composição varia de acordo com a alimentação e também com a quantidade produzida. Segundo BUENO (1986), estima-se que uma vaca pode produzir nos espaços de semi-confinamento, de 5.400kg a 7.200kg de fezes e de urina por ano e, em confinamento total, até 14.400kg de fezes e de urina. Quanto à limpeza do piso da sala de ordenha, dos currais e das baias, entre outros, estima-se algo na faixa de 100 litros de rejeitos por dia por cabeça.

Morse, apud HARDOIM (1999), ao pesquisar a quantidade de dejetos obtidos a partir de doze bovinos de leite, concluiu que devido aos avanços tecnológicos que propiciaram o aprimoramento genético e o aumento na ingestão de matéria seca, os valores obtidos em alguns casos superaram os indicados pelas normas padrão da ASAE de 1991, do Midwest Plan Service (MWPS) de 1985 e da tabela do Serviço de Conservação de Solos (SCS) de 1992, apresentados no Quadro 8.

Quadro 8 - Produção média de dejetos (kg/dia) de bovinos de leite com 454kg de peso vivo.

Comparação da produção de dejetos	MWPS (1985)	ASAE (1991)	SCS (1992)	MORSE (1994)
Produção de dejetos (kg/dia)	37,2	39,0	38,6	48,1
Relação fezes/urina	-	2,3	-	1,6
Somente fezes				
Umidade (%)	87,3	86,0	-	78,7
Sólidos totais (kg/dia)	4,7	5,4	4,2	6,0
Sólidos voláteis (kg/dia)	3,9	4,5	3,1	5,9
Porcentagem dos sólidos voláteis	83,0	83,3	73,8	97,4

Fonte: HARDOIM, 1999

Para bovinos de leite, adultos, da quantidade total da matéria seca (MS) foi estimada uma produção de componentes sólidos provenientes de fezes e urina de 38,8% de MS, segundo VAN HORN et al. (1994), e de 36,4% de MS, segundo MORSE et al. (1994).

Nesse sentido, pesquisas de LINDLEY (1979), BUENO (1986) e CAMPOS (1998) alertam para problemas relativos a confinamento de animais quanto aos efeitos nocivos dos gases sulfeto de hidrogênio, amônia, dióxido de carbono, monóxido de carbono, metano e outros formados pela fermentação dos dejetos. Por outro lado, um aspecto positivo é que os resíduos orgânicos oriundos dos sistemas pecuários são insumos de produção agrícola; quando estabilizados e reciclados adequadamente, levam ao incremento na produção de culturas.

Existem vários modelos de manejo de dejetos: a diferença básica está no aproveitamento deles sob a forma líquida ou sólida. Barber, apud HARDOIM (1999), constatou que em instalações de confinamento total tipo baias livres, o manejo dos dejetos pode ser feito sob a forma:

- a) líquida, por meio da lavagem com água;
- b) semi-sólida, com a raspagem e lavagem do piso;
- c) sólida, pela raspagem, coleta e transporte dos resíduos.

Nos sistemas que utilizam o manejo dos dejetos sob a forma líquida, o volume de água utilizado é quantificado em função do comprimento, da largura, do desnível e da rugosidade dos corredores. Para Fulhage e Martin, apud HARDOIM (1999), para máxima eficiência do sistema de limpeza, a lâmina d'água deve ter 7,5cm de altura, velocidade de 1,5m/s e tempo mínimo de funcionamento de 10 segundos. É importante ressaltar que, devido ao grande volume de água utilizado, o resíduo pode ser reciclado em diversas operações de lavagem, formando uma película de cobertura sobre o piso, o que contribui para diminuição da abrasão do piso no casco do animal.

Um manejo adequado dos dejetos inclui o tratamento que constitui uma estabilização biológica dos resíduos orgânicos. A estabilização pode ser obtida de duas formas: por via aeróbia ou por via anaeróbia. Pela via aeróbia, os microrganismos existentes no meio usam o oxigênio contido no ar atmosférico para decompor a matéria orgânica. Para o sistema aeróbio, CAMPOS (1998) constatou uma redução da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) de 94,36% e da demanda química de oxigênio (DQO) de 77,92%, o que permitiu altas reduções de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis totais (SVT) e originou um efluente de irrigação bioestabilizado. Quanto ao método anaeróbio, ele permite o desenvolvimento de microrganismos que possuem a capacidade de digerir a matéria orgânica e transformá-la em gás metano. O uso de câmaras anaeróbias permite a eliminação de sementes de ervas daninhas e organismos patogênicos presentes nos excrementos dos animais causadores de doenças que comprometem a produção de leite.

Contudo, independentemente do tratamento adotado, para o depósito de dejetos deve-se escolher um local afastado das instalações, para evitar proliferação de insetos e odores e para prevenir a contaminação de cursos d'água, de animais, de planta e do solo, entre outros. Considerando que a disposição de dejetos constitui um problema limitante às possibilidades de localização e ampliação das atividades zootécnicas, estabelecer o volume de disposição de resíduos que comporta a propriedade é uma questão essencial.

## **2.2.4. Instalações de apoio**

### **2.2.4.1. Escritório e vestiário**

Construir um escritório próximo ao galpão para confinamento possibilita a observação e o controle das informações sobre a produção dos animais e o manejo. Acompanhado de um espaço destinado a vestiário, permite a higiene pessoal dos funcionários, principalmente para a troca da roupa a ser usada durante a ordenha, um requisito básico para produção de leite de qualidade. Mesmo com a proximidade das demais instalações, deve-se providenciar o acesso de forma independente, a fim de se evitar contaminação, tanto desse local de trabalho quanto dos animais.

A porta do banheiro deve necessariamente dar acesso para fora da instalação, isolada de qualquer dependência interna, evitando-se dessa forma meios de contaminação. O esgoto proveniente do banheiro precisa ser encaminhado a uma fossa séptica, independente da coleta dos dejetos dos animais, uma vez que possui produtos químicos que interferem no processo de estabilização do efluente.

### **2.2.4.2. Almoxarifado**

Trata-se de um local destinado ao armazenamento de ferramentas e materiais de consumo utilizados no manejo diário do rebanho.

Caso necessário, precisa estar o mais próximo dos locais de uso. Pode ser desmembrado em duas ou três unidades, de forma a facilitar o acesso do funcionário aos equipamentos e evitar grandes percursos.

### **2.2.4.3. Farmácia e tronco**

A farmácia é um espaço físico reservado à guarda de vacinas, remédios e botijões de sêmem. Precisa estar localizada próxima ao tronco,

local destinado ao tratamento sanitário do rebanho, e dispor de equipamentos para refrigeração, armários, pia e bancadas para manipulação. Para um melhor arranjo físico das instalações, é recomendado que o conjunto farmácia/tronco situe-se próximo à sala de ordenha, tendo ventilação adequada e isolamento por meio de contenções que permitam o manejo adequado dos animais. Na maior parte das instalações de confinamento tipo baias livres, a área da farmácia oscila entre 12m<sup>2</sup> e 15m<sup>2</sup>, conforme o número de animais a serem atendidos e o volume de material utilizado.

O lava-pés é um local que contém apenas água para enxaguar e remover o excesso de dejetos das patas dos animais e induzi-los a defecar e urinar antes do pedilúvio, prolongando a vida útil e proporcionando maior aproveitamento da solução química utilizada no tratamento de afecções de casco. Segundo DIAS (1997), o lava-pés deve localizar-se a 1,50m antes do pedilúvio e apresentar declividade mínima de 2% em direção ao ralo. As dimensões recomendadas por DIAS (1997) estão no Quadro 9.

Quadro 9 - Dimensões para o lava-pés.

Dimensões do lava-pés	Medidas (m)
Comprimento	2,50
Largura	0,75
Profundidade	0,20
Diâmetro do ralo	0,05

Fonte: DIAS, 1997

O pedilúvio, componente essencial para uma fazenda, destina-se à prevenção, ao controle e ao tratamento das afecções de casco, deve estar localizado próximo ao conjunto farmácia/tronco. De acordo com DIAS (1997), o pedilúvio deve localizar-se próximo da sala de ordenha, assegurando a passagem diária de todas as vacas em lactação e evitando aglomeração dos animais. As dimensões recomendadas (DIAS, 1997) estão no Quadro 10.

Quadro 10 - Dimensões para o pedilúvio.

Dimensões do lava-pés	Medidas (m)
Comprimento	3,00
Largura	0,75
Profundidade	0,20
Diâmetro do ralo	0,05

Fonte: DIAS, 1997

#### **2.2.4.4. Garagem e oficina**

A garagem e a oficina são espaços físicos necessários à guarda e manutenção dos tratores, do vagão misturador ou de outras máquinas e equipamentos de grande porte utilizadas no manejo de animais e culturas. Devem localizar-se em zonas menos privilegiadas da propriedade, uma vez que os equipamentos possuem certa facilidade de locomoção e normalmente produzem ruídos indesejáveis aos animais e pessoas. O dimensionamento desses espaços depende da quantidade e do tamanho dos equipamentos e da área disponível.

### **2.3. EXIGÊNCIAS AMBIENTAIS**

O animal é uma máquina biológica que expressa todo o seu potencial quando encontra-se sob determinadas condições ambientais adequadas (zona de conforto). Seu potencial produtivo é baseado em três itens principais: genética, nutrição e manejo. Esse último inclui muitos aspectos ligados à produção, entre eles: controle de doenças e parasitas, programa reprodutivo, instalações adequadas e conforto ambiental.

Os bovinos, como homeotermos, isto é, animais que mantêm a temperatura corporal entre 38°C e 39,5°C, possuem um centro termo-regulador no sistema nervoso central (SNC). O SNC é acionado por células termo-receptoras localizadas na pele, que captam as sensações externas, levam-nas ao hipotálamo o qual, por sua vez, aciona as respostas fisiológicas para dissipação do calor. Essa dissipação pode ocorrer por vasodilatação periférica,

por aumento do fluxo sanguíneo, por ofegação intensiva ou por diminuição do isolamento corporal (CURTIS, 1983).

Para LEAL (1990), em muitos casos a produção é reduzida pelo estresse imposto ao animal através de fatores patológicos, nutricionais e principalmente ambientais. Quando se trata da produção de leite em sistemas de confinamento tipo baias livres, as instalações destinadas aos animais carecem de cuidados especiais à medida que são responsáveis por conter e amenizar a ação direta das variáveis climáticas. Nesse contexto, é de fundamental importância o estudo ambiental, para fixar critérios e estabelecer limites de exposição ao calor ou ao frio e para reduzir a exposição do animal às respostas excessivas.

### **2.3.1. Temperatura**

Das variáveis climáticas, a temperatura ambiente, a umidade relativa do ar, a radiação solar e a velocidade do ar têm sido mencionadas por numerosos pesquisadores como os principais componentes do ambiente térmico do animal. Essas variáveis alteram as funções fisiológicas e produtivas à medida que se afastam dos limites ideais. Entretanto, para determinada característica fisiológica ou produtiva de um animal, um fator climático pode ser mais importante que outro.

Segundo HARDOIM (1998), a faixa de temperatura do ar que propicia condições de conforto para vacas leiteiras é de 10°C a 15°C e a faixa de temperatura crítica situa-se abaixo de -5°C e acima de 25°C. BUFFINGTON (1981) afirma que o índice mais preciso para se medir o conforto térmico de animais é o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), dado confirmado pelo National Weather Service (EUA). A equação utilizada para cálculo do ITGU é:

$$\text{ITGU} = 0,72 (\text{Tgn} + \text{Tbu}) + 40,6 \quad (1.1)$$

sendo Tgn a temperatura de globo negro e Tbu a temperatura de bulbo úmido, ambas em °C.

A Tgn em uma posição é um valor influenciado pelas temperaturas radiantes das superfícies visualizadas pelo termômetro de globo ( $\varnothing 15\text{cm}$ ), pela temperatura do ar circundante e pela velocidade do ar na posição da medição. Medidas estas variáveis, a Tgn pode ser calculada pela expressão:

$$T_{gn} = \frac{TRM + 2,2 \cdot T_{bs} \cdot v^{-2}}{1 + 2,2 \cdot v^{-2}} \quad (1.1a)$$

sendo:

v – velocidade do ar (m/s);

Tbs – temperatura do ar circundante ( $^{\circ}\text{C}$ );

TRM – temperatura radiante média ( $^{\circ}\text{C}$ ).

$$TRM = \frac{\sum Trs \cdot As}{\sum As} \quad (1.1b)$$

sendo:

Trs – Temperatura radiante das superfícies

As – área de cada superfície visualizada por termômetro de globo.

Para HAHN (1985) e BAËTA (1997), os valores de ITGU que definem situação de conforto são apresentados no Quadro 11.

Quadro 11 - Valores de ITGU e condições de conforto térmico.

Condição	ITGU
Conforto	até 74
Estresse leve	75 a 78
Estresse moderado	79 a 84
Estresse crítico	acima de 84

Fonte: BAËTA, 1997

LEAL (1990) cita como temperaturas ótimas, máximas e mínimas recomendadas para instalações destinadas a gado de leite, as constantes no Quadro 12.

Quadro 12 - Temperaturas ótimas em instalações leiteiras.

Espécie	Temperaturas ótimas (°C)	
	Máxima	Mínima
Vaca leiteira	18	12
Novilho 1 ano	19	12
Novilho	18	12
Vitelo 3 meses	19	16
Vitelo 1mês	21	19

Fonte: LEAL, 1990

Dessa forma, quando o animal encontra-se fora da faixa de conforto, tem que utilizar mecanismos próprios para favorecer a dissipação de calor oriunda da produção metabólica; caso esteja sob temperatura crítica, interrompe o processo produtivo e utiliza sua energia para a sobrevivência.

Quando a temperatura ambiente supera o valor máximo de conforto (temperatura ótima) para o animal, a umidade relativa do ar passa a ter importância fundamental nos mecanismos de dissipação de calor porque, em condições de umidade elevada, o ar úmido saturado inibe a evaporação da água através da pele e do trato respiratório, e o ambiente torna-se mais estressante para o animal (DELASOTA, 1996).

### 2.3.2. Umidade relativa do ar

A faixa de conforto para vacas leiteiras, quanto à umidade relativa do ar, é de até 70%, índice que garante o melhor desempenho produtivo dos animais e, em contrapartida, não os torna susceptíveis à incidência de doenças respiratórias (CAMPOS, 1986). Contudo, a combinação de altas temperaturas com alta umidade relativa do ar deprime o desempenho produtivo de vacas leiteiras (NÃÃS, 1998), conforme apresentado no Quadro 13 (BACCARI, 1998).

Quadro 13 - Efeito da temperatura e da umidade relativa do ar na produção de leite.

Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Raça		
		Holandesa (%)*	Jersey (%)*	Pardo-suíça (%)*
24	38	100	100	100
24	76	96	99	99
34	46	63	68	84
34	80	41	56	71

Fonte: BACCARI, 1998

Nota: (\*) Diferenças na produção de leite baseadas na porcentagem da produção normal a 24°C e 38% de umidade relativa do ar.

Os efeitos de alta umidade relativa sobre os animais foram comprovados no verão de 1977 na Califórnia (EUA), condição em que vacas em lactação sofreram estresse térmico severo por quase uma semana quando as máximas de temperaturas diárias foram de 31°C a 35,5°C, mínima de 21°C e a umidade relativa do ar média de 90% a 95%. Nessas condições, aproximadamente 700 animais morreram em decorrência do estresse calórico, sendo a produção de todas as demais reduzida (BUFFINGTON et al., 1983).

### 2.3.3. Radiação solar

Dentre os efeitos dos elementos do clima sobre os animais, a radiação solar tem sido pesquisada e considerada uma fonte adicional de calor que acarreta maiores dificuldades de manutenção da homeotermia. De acordo com SILVA (1988), a carga térmica radiante no interior de instalações pode ser influenciada por fatores como: orientação, altura do pé-direito, altura da cumeeira, paredes, cobertura e pelas características dos materiais empregados na construção.

SLEUTJES (1976) concluiu que a carga de calor proveniente da radiação solar pode ser duas a três vezes àquela produzida por uma vaca durante oito horas e admite que a procura de sombra é a reação mais imediata do gado europeu nos trópicos. Segundo Bond, apud MORAES (1998), o

sombreamento pode reduzir cerca de 30% da carga térmica de radiação (CTR), quando comparada à carga recebida pelo animal ao ar livre. A carga térmica de radiação pode ser amenizada por intermédio de uma cobertura eficiente e tratamento paisagístico do entorno imediato das instalações, formando uma cortina opaca à radiação e permeável ao vento.

## **2.4. EXIGÊNCIAS ZOOTÉCNICAS**

A etologia, estudo do comportamento do animal domesticado em resposta ao meio em que vive, contribui para a avaliação da resposta comportamental do animal em decorrência do estresse provocado pelos sistemas de confinamento (Arave e Albright, apud CAMARGO, 1988). Aliado ao conhecimento dos fatores ambientais, os princípios fisiológicos e comportamentais dos animais permitem que seja conhecido o grau de independência dos mesmos em relação ao meio, tornando possível obter alta performance produtiva.

### **2.4.1. Fatores fisiológicos**

No projeto de um sistema de confinamento tipo baias livres, deve-se levar em conta a resposta fisiológica do animal às condições ambientais. Dentre as variáveis fisiológicas, podem-se citar como itens mais importantes na determinação da condição animal frente ao ambiente: temperatura corporal, ritmo respiratório, ganho de peso, consumo de alimentos, ingestão de água, alterações hematológicas, pelagem, produção e composição do leite.

#### **2.4.1.1. Temperatura corporal**

A temperatura corporal pode ser considerada a medida direta da resposta do animal a alteração do equilíbrio térmico com o ambiente. Quando a temperatura do ar está acima da temperatura crítica, há um aumento no

esforço do animal para perder calor; se a temperatura do ar for muito elevada, os mecanismos de termo-regulação podem não ser suficientes para evitar a elevação da temperatura corporal.

Os bovinos são homeotermos, ou seja, mantêm a temperatura corporal em níveis constantes, independentemente de variações da temperatura ambiente (JOHNSON, 1987). Para MORAES (1999) e STOBER (1993), a temperatura corporal limite de conforto para bovinos oscila entre 38°C e 39°C, faixa limite onde é obtida a eficiência máxima de produção e reprodução.

#### **2.4.1.2. Ritmo respiratório**

O ritmo respiratório acelerado nos bovinos visa à dissipação térmica pelo aquecimento do ar inspirado e pela evaporação da água pelas vias respiratórias, quando submetidos a excessiva carga térmica. Segundo MÜLLER (1989), em condições de conforto térmico a frequência respiratória média normal dos bovinos é de 23 movimentos por minuto. Para MOUNT (1979), 20 movimentos por minuto corresponderam a um ambiente fresco e 80 movimentos por minuto a um ambiente quente, sendo que em temperatura ambiente de 35°C e umidade relativa do ar a 35% e a 75%, os animais apresentaram frequência respiratória em torno de 100 e de 160 movimentos por minuto, respectivamente.

Para a maior parte dos animais domésticos, o calor sensível é transferido primeiramente das superfícies externas, enquanto que o calor latente é transferido primeiramente das superfícies internas (pulmões). O gado é uma exceção, pois, embora possua uma grande área corporal, que facilitaria perdas evaporativas, transpira muito pouco. A proporção de calor metabólico que é dissipado pelo corpo do animal, por evaporação, aumenta com o incremento da temperatura ambiental e com a diminuição da diferença de temperatura entre o animal e o ar.

A diferença na razão de evaporação, por calor total perdido, varia consideravelmente entre as espécies animais; para o gado de leite, gira em torno de  $50 \text{ cm}^3\text{h}^{-1}\text{m}^{-2}$  (LEAL, 1990).

#### **2.4.1.3. Ingestão de alimentos e ganho de peso**

A primeira resposta do animal em um ambiente quente é a redução da ingestão de alimentos, relacionando os efeitos do plano nutricional sobre o comportamento térmico do mesmo.

Segundo BEEDE e COLLIER (1986), o consumo de alimento diminui quando a temperatura ambiente ultrapassa  $26^\circ\text{C}$ . VASILATOS e WANGSNESS (1980) observaram que vacas estabuladas passam cerca de 5h comendo e apresentam de 10 a 12 períodos de alimentação, com aproximadamente dois terços deles ocorrendo entre 6h e 18h; em torno das 12h, a maioria das atividades de alimentação era interrompida e, após às 21h, menos de 10% dos animais observados estavam se alimentando. RICHARDS (1985) verificou aumento imediato e drástico no consumo voluntário de alimento durante a noite em cerca de 27,8% se comparado ao consumo diurno, indicando que pode haver uma modificação no comportamento ingestivo com o objetivo de amenizar a produção de calor metabólico. Esse mesmo autor observou que o tempo despendido com a alimentação diminuiu de 5h30min/dia no inverno para 4h12min/dia no verão.

Pesquisas têm demonstrado que o ganho de peso é alterado dependendo da temperatura ambiente à qual o animal está sujeito. Sob altas temperaturas e umidades relativas, o consumo de alimentos diminui, o que resulta em queda na produção. JOHNSON (1987) observou que o ritmo de crescimento de novilhos foi 12% menor em ambientes a  $27^\circ\text{C}$  de temperatura do que em ambientes mantidos a  $10^\circ\text{C}$ .

#### 2.4.1.4. Ingestão de água

O efeito direto de um ambiente tropical na ingestão de água pelos ruminantes é complexo, uma vez que é requerida pelo animal como nutriente essencial, componente do corpo e auxiliar na redução da carga de calor pelo resfriamento condutivo ou evaporativo. O gado de leite necessita, em relação a seu peso vivo, de mais água do que outras espécies, pois o leite consiste em 87% de água e o corpo do animal apresenta de 55% a 65% deste elemento (Kramer, apud CAMPOS, 1997). Segundo Morse, apud CAMPOS (1997), acima de 26°C, isto é, quando as vacas sofrem estresse por causa do calor e da elevação da umidade do ar, elas aumentam o consumo de água e a frequência das ingestões.

O Quadro 14 mostra o consumo de água (litros) por categoria, de acordo com a temperatura ambiente (Kramer, apud PIRES et al., 1998).

Quadro 14 - Consumo médio diário de água em função da temperatura ambiente.

Categoria	Temperatura ambiente (°C)			
	0,5	10	21	32
	consumo diário de água (l)			
Vaca seca 630 kg	22,5	35,0	47,5	55,0
Vaca no final de lactação	32,5	35,0	47,5	55,0
Vaca produzindo leite, 20kg/dia	60,0	63,0	80,0	100,0
Vaca produzindo leite, 30kg/dia	100,0	102,0	130,0	170,0

Fonte: PIRES, 1998

Baseado em pesquisas, Mantey, apud CAMPOS (1997), chegou à seguinte equação para determinar o consumo de água (CA) por vaca em lactação:

$$CA = 0,9 PL + 1,58 CMS + 0,05 CNa + 1,20 TMD \quad (1.2)$$

sendo:

CA - o consumo de água (kg/dia);

PL - a produção de leite (kg/dia);  
CMS - o consumo de matéria seca (kg/dia);  
CNa - o consumo de sódio (g/dia) e,  
TMD - a temperatura média diária (TBS, °C).

#### **2.4.1.5. Alterações hematológicas**

O estresse calórico acentuado em bovinos leva a uma queda do volume sanguíneo e do número de heritrócitos, a uma menor síntese de hemoglobina e a alterações do ciclo estral com a diminuição da duração do cio em 9h a 28h, podendo aumentar a incidência de óvulos anormais e morte embrionária, especialmente no período de implantação (PIRES, 1998).

A redução das manifestações de cio e a maior ocorrência destes durante à noite no verão são alguns dos agravantes para o manejo.

Segundo Valtorta e Gallardo, apud PIRES (1998), na Flórida (EUA), a taxa de cios não detectados varia de 4% no inverno a um máximo de 82% no verão.

#### **2.4.1.6. Pelagem**

A cor da pelagem pode influir na quantidade de radiação solar direta recebida, refletindo-a em maior ou menor escala e alterando o comportamento dos animais. A absorção da radiação se dá por meio da pelagem uma vez que é transmitida do ambiente externo para o animal.

O agrupamento, forma de alteração do comportamento, é um artifício usado pelos animais para reduzir a área de superfície corporal exposta, principalmente à radiação solar (CURTIS, 1983).

#### **2.4.1.7. Produção e composição do leite**

Sob condições de estresse climático, animais de raças leiteiras de origem européia diminuem o consumo de alimentos, não ingerindo nutrientes suficientes para secreção de leite. O aumento de 1°C na temperatura retal provoca a diminuição de 1kg na produção de leite (FALCO, 1979). Roman-Ponce et al., apud PIRES (1998), constataram o aumento do leite em torno de 11%, taxa de concepção 19% maior e queda de 10% na incidência de mamite, quando compararam vacas com e sem acesso à sombra, com alimento, água e área relvada disponíveis.

#### **2.4.2. Fatores comportamentais**

##### **2.4.2.1. Hierarquia**

As vacas leiteiras são animais sociais que respeitam uma dominância hierárquica estável e duradoura. Em situação de exploração econômica, a hierarquia social é tida como complexa, devido ao número de indivíduos no mesmo status. Dentro de um rebanho estabilizado de vacas leiteiras, podem ser definidas três estruturas sociais: uma ordem na entrada da sala de ordenha, uma de liderança e as seguidoras do padrão da líder (Oberosler e Dickson, apud CAMARGO, 1988). Segundo BEILHARZ e ZEEB (1982), a relação de dominância social existirá quando o comportamento de um animal for inibido pela presença de outro, estando significativamente associada com a idade ou o peso corporal. Em contrapartida, outros autores afirmam que o perímetro torácico está mais correlacionado com a posição social do que com outros fatores como, por exemplo, a altura da cernelha.

#### **2.4.2.2. Descanso**

O ato de se deitar para descansar é considerado prioritário para vacas. Esse ato pode se dar com o animal:

- a) ficando em pé com os olhos abertos;
- b) deitado, com os olhos abertos;
- c) deitado, com os olhos fechados.

O sono verdadeiro ocorre em intervalos de 2 a 8 minutos (MÜLLER et al., 1994), sendo que em 24 horas, as vacas permanecem deitadas de 8 a 14 horas, conforme relataram Krohn e Munsgaard (1993) e Müller et al. (1994), apud PIRES (1998). As condições ambientais e de alimentação foram consideradas pelos autores citados, fatores responsáveis pela modificação no comportamento de descanso dos animais. De acordo com PIRES et al. (1998), a maioria dos animais em sistema de confinamento tipo baias livres permanece mais tempo descansando, no período de verão, numa provável tentativa de reduzir a produção de calor metabólico.

Segundo Friend, apud CAMARGO (1988), o número de baias por vaca influencia no comportamento de descanso: abaixo de 0,67 baias por animal o comportamento será alterado, diminuindo o tempo e os períodos de descanso. Crowl e Albright, apud CAMARGO (1988), constataram que 28% das vezes as vacas retornaram à mesma baia e ARAVE e WALTERS (1980) observaram que cerca de 10% dos animais necessitam de treinamento para uso da baia.

#### **2.4.2.3. Movimentação**

Uma das atividades que fazem parte da rotina de um sistema de confinamento tipo baias livres é o deslocamento das vacas nas instalações como, por exemplo, a passagem do curral de espera para a sala de ordenha. Para que a movimentação seja feita com o menor estresse possível, a posição do tratador deve levar em consideração o ponto de equilíbrio do animal.

O ponto de equilíbrio, identificado como sendo na cernelha do animal, determina seu movimento e direção. Se o tratador estiver atrás do ponto de equilíbrio, o animal se movimenta para frente; se estiver à frente desse ponto, o animal se movimenta na direção oposta (Grandin, apud JENTZSCH, 1999).

Outros fatores podem dificultar a movimentação animal, tais como: sombras, poças, canaletas transversais, mudança de piso, falta de visibilidade do caminho, becos sem saída, ofuscamento, ruídos estridentes e objetos estranhos. Contudo, a movimentação pode ser facilitada à medida que o projeto das instalações propicia: áreas bem iluminadas, caminhos curvos que permitam o animal enxergar pelo menos 2 a 3 corpos à frente, trajetos com curvas de 180°, paredes e portões não vazados que impedem a visibilidade para ações que distraem ou assustam o animal e inibem o instinto de retornar (JENTZSCH, 1999).

## **2.5. MODELO DE PROCEDIMENTO PARA IDENTIFICAÇÃO, VISUALIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE ATIVIDADES FUNCIONAIS: O SLP**

A atenção ao arranjo e a utilização das áreas de trabalho são importantes pré-requisitos para o empreendedor de um sistema de confinamento tipo baias livres. Entre os motivos para a realização de um planejamento antecipado citam-se: a disposição das atividades de modo a economizar percursos e movimentação, a ampliação das atividades sem comprometer as estruturas já existentes, a quantificação adequada de materiais, o dimensionamento apropriado das instalações permitindo práticas adequadas de segurança e a atribuição da responsabilidade técnica a um profissional que responderá pelas ações executadas.

Em vista da importância de projetos que contemplem a área de construções rurais e ambiência, mais precisamente para instalações destinadas à produção de leite em grande escala, a presente pesquisa se referenciou no SLP como forma de relacionar, na fase de projeto, as instalações às necessidades funcionais, adaptando-as ao espaço requerido.

O SLP (Systematic Layout Planning) originou-se da necessidade que engenheiros sentiam de visualização de processos, a qual pudesse ser utilizada como base para elaboração de projetos industriais. O SLP consiste em uma estruturação de fases, por intermédio das quais se realiza qualquer projeto de layout, isto é, o modo como se articulam e dispõem os diversos departamentos, setores, áreas ou atividades funcionais.

O SLP corresponde a um modelo de procedimentos para a realização de projetos, passo-a-passo, e de convenções para identificação, visualização e classificação das várias atividades, inter-relações e alternativas envolvidas em todo o projeto de arranjo físico. Trata-se de um modelo fácil de ser seguido, que se caracteriza por adotar procedimentos para combinar um grande número de fatores, considerações, elementos e objetivos relativos a um projeto, por meio de uma abordagem lógica, de técnicas aprofundadas de análise e de uma linguagem e lista de convenções simplificadas (MUTHER, 1978).

De forma geral, o SLP objetiva mostrar a profissionais da construção e a projetistas de layout como planejar o arranjo físico de elementos produtivos e disponíveis, de forma sistemática. Relaciona as estruturas produtivas às necessidades práticas no sentido de otimizar os fluxos e os espaços necessários à consecução delas.

### **2.5.1. O SLP e a agregação de valor no planejamento de arranjos físicos**

O tempo dispensado no planejamento do arranjo físico, isto é, no estudo do posicionamento relativo dos recursos produtivos (homens, máquinas e materiais), antes da implantação, evita que as perdas assumam grandes proporções e permite a integração de todas as modificações segundo um programa global, coerente, que estabeleça uma seqüência lógica para as mudanças, além de facilitá-las.

A determinação de diretrizes de projeto possibilita facilidade para expansões, adaptabilidade, versatilidade e flexibilidade do arranjo físico, eficiência no fluxo, manuseio e estocagem de materiais, aproveitamento de

espaços, integração dos serviços de suporte e, ainda, otimiza as condições de trabalho, higiene, segurança e satisfação dos usuários.

Os custos relativos à implantação de um bom arranjo ou de um arranjo deficiente podem ser praticamente idênticos. Mas, uma vez implantado um arranjo deficiente, os custos de rearranjo, interrupção de produção e novos investimentos tornam quase impossível transformá-lo em um arranjo eficiente.

### **2.5.2. Fundamentos básicos do SLP**

Os fundamentos básicos que regem o arranjo físico geralmente recaem em cinco elementos básicos:

- a) produto (material ou serviço que é produzido ou processado pela empresa, instalação ou área em questão);
- b) quantidade (volume do produto ou material produzido, fornecido ou utilizado);
- c) roteiro (processo segundo o qual o produto será fabricado levando-se em consideração a operação de transformação e de movimentação de materiais através das áreas);
- d) serviços de suporte (recursos, atividades ou funções auxiliares que devem suprir a área em questão e que lhe darão condições de funcionamento);
- e) tempo (tempo de operação para as funções produtivas determinando quantos equipamentos e máquinas são necessários, o que levará ao dimensionamento de espaços, de mão-de-obra e ao balanceamento das operações).

### **2.5.3. Fases do planejamento do arranjo físico**

Considerando-se que o layout possui valor quando é instalado para benefício e conforto dos usuários (operários, proprietários da empresa e animais), torna-se necessário planejar o arranjo físico do processo produtivo, de forma a contemplar as fases indicadas no Quadro 15.

Quadro 15 - Fases do planejamento do arranjo físico.

Fases do arranjo físico	Especificação
Localização	determinação de área para a qual se faz o planejamento das instalações
Arranjo físico geral	estabelecimento de posição relativa entre as diversas instalações, sendo os modelos de fluxo e as áreas trabalhados em conjunto
Arranjo físico de cada edifício	zoneamento e relacionamentos em cada edificação
Arranjo físico detalhado	localização de equipamentos, suprimentos e serviços
Implantação	seleção do projeto a ser implantado, por meio de avaliações das alternativas por uma equipe multidisciplinar que envolve as diversas partes interessadas.

Fonte: MUTHER, 1978

A quantidade de informações e dados detalhados, específicos para o arranjo de áreas, e o emprego de técnicas de planejamento aumentam à medida que o projeto se consolida para uma realidade física. Os itens listados no Quadro 15 correspondem ao processo do projeto de arranjo físico propriamente dito e baseiam-se nos três conceitos fundamentais constantes do Quadro 16.

Quadro 16 - Conceitos básicos para planejamento de arranjos físicos.

Conceitos	Especificação
Inter-relações	grau relativo de dependência ou proximidade entre as atividades
Espaço	quantidade, tipo, forma ou configuração das atividades a serem posicionadas
Ajuste	arranjo das áreas e equipamentos da melhor maneira possível

Fonte: MUTHER, 1978

Considerando-se o conjunto de fases de planejamento e conceitos básicos, no Quadro 17 descrevem-se os procedimentos do SLP e os

instrumentos utilizados para as análises da disposição espacial (MUTHER, 1978).

Após dedicar esforços na montagem de dados, seguindo-se os procedimentos pré-estabelecidos no Quadro 17, o SLP permite inserir nos arranjos físicos escolhidos, quaisquer considerações de mudança para ajustar os espaços. Tendo sido selecionados os projetos candidatos a implantação, o SLP agrega em si elementos norteadores que permitem ao projetista identificar as vantagens e desvantagens do sistema de produção, em planejamento, a fim de facilitar a definição de qual projeto será implementado. De posse de registros gráficos dos estudos preliminares e realizadas as avaliações necessárias (orientação, ventilação, materiais, custos e outros), o SLP se completa quando o arranjo físico geral recebe aprovação (MUTHER, 1978).

Quadro 17 - O SLP (Systematic Layout Planning).

Procedimentos	Especificação	Instrumentos
Dados de Entrada	- produto, material ou serviço, isto é, o que se quer produzir - quantidade ou volume, ou seja, quanto produzir - roteiro, ou seqüência de operações, isto é, como o produto será produzido em um tempo ótimo <sup>(1)</sup>	Pesquisa direta no local do trabalho
Fluxo de materiais	determinação da melhor seqüência de movimentação dos animais, alimentos, maquinário e funcionários ao longo das diversas etapas exigidas pelo processo de produção de leite e estimativa da intensidade ou magnitude desses movimentos <sup>(2)</sup>	Carta de processos ou fluxos
Inter-relações de atividades	busca de relacionamento das atividades de serviços, umas às outras, e integração dos serviços de suporte ao fluxo de materiais	Carta de interligações preferenciais
Diagrama de Inter-relações	esboço de localização, segundo o qual, posteriormente, as atividades serão rearranjadas, de acordo com os requisitos de espaço	Diagrama de inter-relações
Considerações de mudança	condições que estimulam o ajuste do diagrama de inter-relações, resultantes da vontade e da experiência dos profissionais envolvidos	Consulta direta aos profissionais
Limitações práticas	restrições ao planejamento, podendo ser físicas, financeiras, legais, ambientais, etc.	Consulta direta aos profissionais e à legislação
Avaliação	balanceamento das vantagens e desvantagens, análise de fatores, comparação e justificação de custos	Consulta direta aos profissionais

Fonte: MUTHER, 1978

Notas: <sup>(1)</sup> Quando se estuda o arranjo físico de empreendimentos que produzem poucas variedades de produtos, em grandes quantidades, a análise produto-quantidade fornece subsídios para a criação de um arranjo físico do tipo linear ou por produto, automatizado, que possibilite operações cíclicas e repetitivas.

<sup>(2)</sup> Por intermédio da análise de fluxo, é possível visualizar se a movimentação ocorre de forma progressiva durante o processo, ou seja, sem retornos, desvios, cruzamentos, etc.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

Em vista dos dados e indicadores relacionados com espaços físicos disponíveis na literatura para sistemas de confinamento de gado leiteiro em estabulação livre, e da necessidade de procedimentos sistêmicos para planejá-los, desenvolveu-se um tratamento metodológico do SLP, apoiado em uma coleta de dados realizada em quatro unidades produtoras. A aquisição de informações ocorreu nos meses de janeiro e fevereiro de 2000, sob condições climáticas de verão.

#### **3.1. Identificação e caracterização das unidades de produção pesquisadas**

As fazendas estudadas situam-se no Estado de Minas Gerais e apresentam distintas características quanto às instalações e ao rebanho, como descrito a seguir.

As propriedades localizam-se, segundo a classificação de KÖPPEN, em região de clima quente, temperado chuvoso, com estação seca no inverno e verão quente. O relevo da região varia de ondulado a fortemente ondulado, com um a dois meses secos por ano; a vegetação original é floresta subperenefólia e subcaducifólia (GOMES, 1997).

De acordo com os responsáveis técnicos das unidades de produção leiteira pesquisadas, as propriedades podem ser caracterizadas da seguinte forma:

a) Fazenda Cachoeira: identificada na presente pesquisa como Fazenda A, trata-se de uma propriedade privada, com aproximadamente 10 anos em atividade leiteira efetiva. Possui área total de 690 hectares e localiza-se no Município de Caeté/MG, latitude 19°52'S, longitude 43°42'W e altitude média de 970m.

O rebanho é constituído por 95% de animais puros de origem (PO), oriundos da fazenda Campo Verde na cidade de Barbacena/MG, e 5% de animais puros de origem importada (POI), adquiridos nos Estados Unidos e no Canadá. Do rebanho, 90 das 130 vacas disponíveis encontravam-se em produção, 220 animais eram novilhas e bezerras, havia 30 garrotes de 0 a 8 meses (para corte) e um macho reprodutor. O peso corporal das vacas variava de 550kg a 950kg, com produção média diária de 23,4kg de leite por animal, produção total média diária de 2.800kg. O período de lactação é de 305 dias por ano e a taxa de prenhez da ordem de 80%.

b) Fazenda Nosso Rancho: identificada na presente pesquisa como Fazenda B, também é uma propriedade particular, com seis meses de funcionamento. Possui área total de 250 hectares e localiza-se no Município de Pedro Leopoldo/MG, latitude 19°56'S, longitude 43°56'W e altitude média de 970m.

A origem do rebanho caracteriza-se por 100% de animais puros de origem. Do rebanho das 173 vacas estabuladas, 89 estavam em produção e 84 secas; também havia 250 novilhas e 20 machos. A produção média por animal era 28,5kg de leite e a produção média total de 2.800kg por dia. O período de lactação é de 305 dias por ano e o intervalo entre partos de 14 meses.

c) Fazenda Maracujá: identificada na presente pesquisa como Fazenda C, funciona efetivamente a 4 anos, em uma área total de 160 hectares, localizada no Município de Barbacena/MG, latitude 21°15'S, longitude 43°46'W e altitude média 1.126m.

O rebanho é constituído por 85% de animais puros de origem (PO) e 15% de animais puros por cruzamento (PC), oriundos de Minas Gerais, São Paulo e Paraná. O plantel se constituía de 58 vacas, sendo 44 em produção, e 59 novilhas e bezerras. O peso corporal médio dos animais era de 600kg, com produção média diária de 30 litros por animal, produção média total de 1.300kg por dia e produção média anual de 480.000kg. O período de lactação é de 305 dias, sendo de 13,92 meses o intervalo entre partos e o serviço por concepção de 1 para novilha e 1,5 para vaca.

d) Fazenda Minas Gerais: identificada na presente pesquisa como Fazenda D, também é uma propriedade privada, adquirida pela Construtora Mohallen Ltda., com funcionamento efetivo de 4 anos. Da área total de 500 hectares, 2 hectares são destinados a instalações. Localiza-se no Município de Ressaquinha/MG, latitude 21°15'S, longitude 43°46'W e altitude média de 1.126m.

O rebanho, constituído por animais da região, puros de origem (PO), é composto por 53 vacas em produção, por 27 secas com peso corporal médio de 600kg a 650kg e, também, por 50 animais entre novilhas e bezerras e 300 garrotes a pasto para corte. A produção média diária é de 700kg de leite (média de 38kg de leite por animal) e média anual de 13.000kg por animal. O período de lactação é de 305 dias por ano com intervalo entre partos de aproximadamente 140 dias. As inseminações artificiais são em número de 10 ao mês, com duas montas e taxa de concepção de 1,5. O retorno ao cio ocorre em 30 dias e a prenhez aos 70 dias após o parto.

### **3.2. Produção de leite: arranjo físico das instalações pelo SLP**

Para caracterizar as condições existentes em cada propriedade, foram identificados os fatores construtivos e ambientais, os fluxos de materiais, animais, equipamentos e funcionários e a rotina de manejo. Para isso, foram elaboradas planilhas para caracterização das fazendas, do rebanho, do corpo técnico, dos equipamentos, das instalações e do manejo, que permitiram

construir uma importante base: a carta de fluxos. Essa carta permite identificar a melhor seqüência de deslocamento de animais, de máquinas, de pessoas e de produtos, envolvendo as instalações existentes nos sistemas de produção pesquisados.

Durante a coleta de dados, foi investigada, junto aos responsáveis técnicos de cada fazenda, a seqüência de operações necessárias à obtenção do leite, através das etapas exigidas no processo. A análise das operações permitiu gerar a carta de fluxos, que consiste em um recurso gráfico para visualização dos deslocamentos, tornando mais fácil estabelecer as inter-relações entre os cinco estágios envolvidos no sistema de confinamento, isto é: deslocamento, espera do lote, coleta do leite, estocagem e inspeção.

A visualização do fluxo foi feita por meio de uma linguagem simbólica: atribuiu-se um símbolo a cada um dos cinco estágios acima e ligaram-se os símbolos com linhas, de acordo com a seqüência lógica do processo de obtenção do leite. Os números presentes no interior de cada símbolo correspondem à intensidade do fluxo representado, isto é, ao número de ocorrências da atividade, podendo ser: anual, mensal, ocasional, diária com uma ocorrência e diária com três ocorrências.

A carta de fluxo de materiais e a carta de inter-relações preferenciais foram consideradas a base do arranjo físico, podendo ser utilizadas para análise de projetos em fase de planejamento ou já executados.

Os símbolos e códigos adotados na confecção da carta de fluxos, bem como as ações e a magnitude dos mesmos, estão indicados nos Quadros 18 (MUTHER, 1978) e 19 (elaborado pelo autor).

A partir da coleta de dados, foram analisados os deslocamentos de pessoas, de máquinas, de animais e de produtos e identificadas as inter-relações entre as instalações envolvidas no processo. A carta de inter-relações usa o recurso gráfico de montar uma matriz triangular contendo todas as instalações, o grau de proximidade e o tipo de inter-relação considerada ideal pelos responsáveis técnicos de cada fazenda A, B, C e D.

Quadro 18 - Símbolos e ações usados na confecção da carta de fluxos.

Símbolos	Ações
○	Coleta
□	Deslocamento
□	Inspeção
D	Espera do lote
▽	Estoque

Fonte: MUTHER, 1978

Quadro 19 - Códigos e magnitude utilizados na confecção da carta de fluxos.

Códigos	Magnitude do fluxo
1	Anual
2	Mensal
3	Ocasional
4	Diário, com uma ocorrência
5	Diário, com três ocorrências

Fonte: elaborado pelo autor

A carta de inter-relações objetivou mostrar quais instalações devem ser localizadas próximas e quais devem ficar afastadas; funcionou também como uma lista de verificação, assegurando que todas as instalações envolvidas no processo de obtenção do leite tenham sido listadas e inter-relacionadas entre si.

A escala de valores, as razões para proximidade e o grau de inter-relação entre pares de instalações utilizados no preenchimento da carta de inter-relações, foram definidos em consulta direta às pessoas envolvidas com as operações ou os serviços de suporte. A consulta agilizou e deu consistência ao estabelecimento das inter-relações entre as instalações e serviços.

A classificação das inter-relações foi feita através da importância da proximidade relativa, necessária ou desejada, entre pares de instalações, utilizando-se a classificação segundo uma escala de valores: A, E, I, O, U e X.

As letras da escala têm um significado, no original em inglês: A, de Absolutely necessary (absolutamente necessário); E, de Especially important (muito importante); I, de Important (importante); O, de Ordinary closeness

(pouco importante); U, de Unimportant (desprezível); e, X, para Indeserable (indesejável), representando um grau de proximidade não desejável.

O grau de inter-relação entre as atividades envolvidas em um sistema de confinamento tipo baias livres, bem como as considerações sobre os fluxos ou deslocamentos entre ou através das instalações, puderam ser reunidos em um modelo geográfico, conhecido por diagrama de fluxo ou inter-relação. Esse diagrama objetivou a visualização das instalações existentes ou necessárias, a seqüência de atividades desenvolvidas para o pleno funcionamento do sistema de produção e o grau de inter-relação ou proximidade relativa entre elas em um esboço de localização, no qual, posteriormente, as instalações podem ser rearranjadas de acordo com os requisitos de espaço.

A técnica para diagramação de inter-relações consiste em ligar as instalações por linhas. Essas linhas indicam o grau de inter-relação ou proximidade relativa entre as instalações envolvidas na produção de leite em confinamento e estão mostradas no Quadro 20 (MUTHER, 1978).

Quadro 20 - Convenções para diagramação das inter-relações entre atividades.

Classificação	Inter – relação	Grau de proximidade
A	Absolutamente necessário	—————
E	Muito importante	— — — —
I	Importante	— . — . —
O	Pouco importante	—————
U	Desprezível	em branco
X	Indesejável	.....

Fonte: MUTHER, 1978

O formato de cada símbolo identifica os tipos de atividades desenvolvidas: coleta, produção, aquisição, deslocamento, transporte, inspeção, contagem, tratamento sanitário, área administrativa, criação, espera do lote, estoque, armazenamento, distribuição e serviços de apoio, conforme

consta no Quadro 21 (MUTHER, 1978). O número que a instalação receberá na carta de inter-relações preferenciais foi mostrado no interior de cada símbolo, como identificado no Quadro 22.

Quadro 21 - Símbolos para identificação de atividades e áreas, usados na confecção do diagrama de inter-relações.

Símbolos	Atividades
○	Coleta / produção / aquisição
·	Deslocamento / transporte
□	Inspeção / contagem / tratamento
D	Espera do lote / criação
▽	Estoque / armazenamento / distribuição
⊖	Serviços de apoio
◆	Área administrativa

Fonte: elaborado pelo autor

Quadro 22 - Número de identificação das instalações necessárias ao sistema de produção, utilizado na confecção do diagrama de inter-relações.

Nº	Instalações	Nº	Instalações
1	Acesso Principal	13	Garagem / oficina
2	Almoxarifado	14	Isolamento
3	Bezerreiro	15	Maternidade
4	Cultura de silagem	16	Piquete novilhas
5	Curral de espera	17	Piquete vacas secas
6	Depósito de cama	18	Sala de leite
7	Depósito de dejetos	19	Sala de máquinas
8	Escritório	20	Sala de ordenha
9	Galpão para confinamento	21	Silo
10	Estacionamento	22	Tronco
11	Farmácia	23	Vestiário
12	Fenil		

Fonte: elaborado pelo autor

Os graus de inter-relações foram justificados através de razões, isto é, o motivo por que se desejou a proximidade entre pares de instalações, como mostra o Quadro 23 (elaborado pelo autor) e a Figura 1.

Quadro 23 - Códigos da razão para importância da proximidade relativa desejada.

Códigos	Razão
1	Contaminação
2	Controle
3	Deslocamento
4	Frequência de uso
5	Funcionamento
6	Observação
7	Ruído

Fonte: elaborado pelo autor

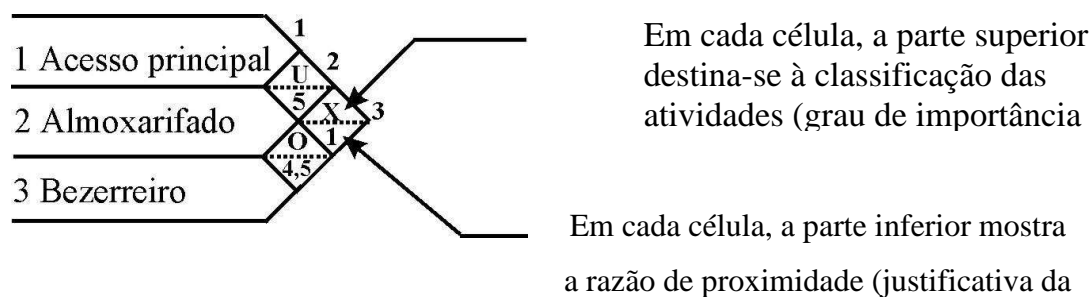


Figura 1 - Preenchimento da matriz triangular (diagrama de inter-relações).

O tratamento sistêmico da pesquisa de campo e da literatura permitiu elaborar os Quadros 24 a 29. Neles estão indicados os possíveis emparelhamentos de instalações destinadas à produção de leite que motivaram a razão de proximidade para cada grau de inter-relação.

Quadro 24 - Possibilidades de emparelhamentos em instalações para produção de leite, que motivam a razão de proximidade para o grau de inter-relação absolutamente necessário (A).

Instalações <sup>1</sup>		Associações <sup>2</sup>					Razão <sup>3</sup>
1	Acesso principal	8	10	12	18	-	Frequência de uso
2	Almoxarifado	-	-	-	-	-	
3	Bezerreiro	-	-	-	-	-	
4	Culturas para silagem	7	-	-	-	-	Funcionamento
5	Curral de espera	9	20	22	-	-	Frequência de uso e deslocamentos
6	Depósito de cama	9	-	-	-	-	Deslocamentos
7	Depósito de dejetos	4	9	-	-	-	Funcionamento
8	Escritório	1	10	23	-	-	Frequência de uso
9	Galpão para confinamento	5	6	7	12	21	Frequência de uso e deslocamentos
10	Estacionamento	1	8	-	-	-	Frequência de uso
11	Farmácia	22	-	-	-	-	Funcionamento
12	Fenil	1	9	21	-	-	Deslocamentos
13	Garagem/ oficina	-	-	-	-	-	
14	Isolamento	-	-	-	-	-	
15	Maternidade	-	-	-	-	-	
16	Piquete novilhas	-	-	-	-	-	
17	Piquete vacas secas	-	-	-	-	-	
18	Sala de leite	1	19	20	-	-	Deslocamentos e funcionamento
19	Sala de máquinas	18	20	-	-	-	Funcionamento
20	Sala de ordenha	5	18	19	-	-	Deslocamentos e funcionamento
21	Silo	9	12	-	-	-	Deslocamentos
22	Tronco	5	11	-	-	-	Deslocamentos e funcionamento
23	Vestiário	8	-	-	-	-	Funcionamento

Fonte: elaborado pelo autor

Notas: <sup>1</sup> Instalações normalmente existentes em propriedades produtoras de leite.

<sup>2</sup> Emparelhamentos que apresentam grau de inter-relação absolutamente necessário (A).

<sup>3</sup> Razão para o grau de proximidade absolutamente necessário.

Quadro 25 - Possibilidades de emparelhamentos em instalações para produção de leite, que motivam a razão de proximidade para o grau de inter-relação muito importante (E).

Instalações <sup>1</sup>		Associações <sup>2</sup>			Razão <sup>3</sup>
1	Acesso principal	-	-	-	
2	Almoxarifado	23	-	-	Funcionamento
3	Bezerreiro	20	-	-	Deslocamentos
4	Culturas para silagem	-	-	-	
5	Curral de espera	-	-	-	
6	Depósito de cama	-	-	-	
7	Depósito de dejetos	-	-	-	
8	Escritório	-	-	-	
9	Galpão para confinamento	20	-	-	Deslocamentos
10	Estacionamento	-	-	-	
11	Farmácia	-	-	-	
12	Fenil	17	-	-	Frequência de uso e deslocamentos
13	Garagem/ oficina	-	-	-	
14	Isolamento	-	-	-	
15	Maternidade	-	-	-	
16	Piquete novilhas	-	-	-	
17	Piquete vacas secas	12	21	-	Frequência de uso e deslocamentos
18	Sala de leite	-	-	-	
19	Sala de máquinas	-	-	-	
20	Sala de ordenha	3	9	22	Deslocamentos
21	Silo	17	-	-	Frequência de uso
22	Tronco	20	-	-	Funcionamento
23	Vestiário	2	-	-	Funcionamento

Fonte: elaborado pelo autor

Notas: <sup>1</sup> Instalações normalmente existentes em propriedades produtoras de leite.

<sup>2</sup> Emparelhamentos que apresentam grau de inter-relação muito importante (E).

<sup>3</sup> Razão para o grau de proximidade muito importante.

Quadro 26 - Possibilidades de emparelhamentos em instalações para produção de leite, que motivam a razão de proximidade para o grau de inter-relação importante (I).

Instalações <sup>1</sup>		Associações <sup>2</sup>					Razão <sup>3</sup>
1	Acesso principal	23	-	-	-	-	Funcionamento
2	Almoxarifado	4	6	8	9	22	Funcionamento e controle
3	Bezerreiro	-	-	-	-	-	
4	Culturas para silagem	2	13	21	-	-	Funcionamento e frequência de uso
5	Curral de espera	8	11	-	-	-	Deslocamentos e frequência de uso
6	Depósito de cama	2	-	-	-	-	Funcionamento
7	Depósito de dejetos	-	-	-	-	-	
8	Escritório	2	5	9	20	22	Controle e observação
9	Galpão para confinamento	2	8	11	22	23	Funcionamento, observação e deslocamentos
10	Estacionamento	-	-	-	-	-	
11	Farmácia	5	9	15	20	23	Deslocamentos e funcionamento
12	Fenil	16	-	-	-	-	Frequência de uso
13	Garagem/ oficina	4	-	-	-	-	Funcionamento
14	Isolamento	-	-	-	-	-	
15	Maternidade	11	22	-	-	-	Funcionamento, controle e observação
16	Piquete novilhas	12	21	-	-	-	Frequência de uso
17	Piquete vacas secas	-	-	-	-	-	
18	Sala de leite	-	-	-	-	-	
19	Sala de máquinas	-	-	-	-	-	
20	Sala de ordenha	8	11	-	-	-	Controle e funcionamento
21	Silo	4	16	-	-	-	Frequência de uso e deslocamentos
22	Tronco	2	8	9	15	-	Deslocamentos e funcionamento
23	Vestiário	1	9	11	-	-	Funcionamento, frequência de uso e deslocamentos

Fonte: elaborado pelo autor

Notas: <sup>1</sup> Instalações normalmente existentes em propriedades produtoras de leite.

<sup>2</sup> Emparelhamentos que apresentam grau de inter-relação importante (I).

<sup>3</sup> Razão para o grau de proximidade importante.

Quadro 27 - Possibilidades de emparelhamentos em instalações para produção de leite, que motivam a razão de proximidade para o grau de inter-relação pouco importante (O).

Instalações <sup>1</sup>		Associações <sup>2</sup>									Razão <sup>3</sup>
1	Acesso principal	4	6	9	19	21	-	-	-	-	Frequência de uso e funcionamento
2	Almoxarifado	3	5	12	15	16	17	18	20	21	Funcionamento e frequência de uso
3	Bezerreiro	2	6	8	15	21	23	-	-	-	Frequência de uso e funcionamento
4	Culturas para silagem	1	-	-	-	-	-	-	-	-	Frequência de uso
5	Curral de espera	2	-	-	-	-	-	-	-	-	Funcionamento
6	Depósito de cama	1	3	14	15	16	17	-	-	-	Frequência de uso
7	Depósito de dejetos	17	-	-	-	-	-	-	-	-	Frequência de uso
8	Escritório	3	11	12	15	18	21	-	-	-	Controle, observação e funcionamento
9	Galpão para confinamento	1	16	18	-	-	-	-	-	-	Frequência de uso e funcionamento
10	Estacionamento	23	-	-	-	-	-	-	-	-	Funcionamento
11	Farmácia	8	14	16	17	-	-	-	-	-	Controle e frequência de uso
12	Fenil	2	8	13	14	15	-	-	-	-	Controle, frequência de uso e funcionamento
13	Garagem/ oficina	12	21	-	-	-	-	-	-	-	Frequência de uso e funcionamento
14	Isolamento	6	11	12	21	22	-	-	-	-	Frequência de uso e funcionamento
15	Maternidade	2	3	6	8	12	20	21	23	-	Frequência de uso, funcionamento e observação
16	Piquete novilhas	2	6	9	11	22	-	-	-	-	Frequência de uso e deslocamentos
17	Piquete vacas secas	2	6	7	11	22	-	-	-	-	Frequência de uso
18	Sala de leite	2	8	9	23	-	-	-	-	-	Frequência de uso e controle
19	Sala de máquinas	1	-	-	-	-	-	-	-	-	Frequência de uso
20	Sala de ordenha	2	15	-	-	-	-	-	-	-	Funcionamento e frequência de uso
21	Silo	1	2	3	8	13	14	15	-	-	Frequência de uso e controle
22	Tronco	14	16	17	-	-	-	-	-	-	Frequência de uso
23	Vestiário	3	10	15	18	-	-	-	-	-	Frequência de uso

Fonte: elaborado pelo autor

Notas: <sup>1</sup> Instalações normalmente existentes em propriedades produtoras de leite.

<sup>2</sup> Emparelhamentos que apresentam grau de inter-relação pouco importante (O).

<sup>3</sup> Razão para o grau de proximidade pouco importante.

Quadro 28 - Possibilidades de emparelhamentos em instalações para produção de leite, que motivam a razão de proximidade para o grau de inter-relação indesejável (X).

Instalações <sup>1</sup>		Associações <sup>2</sup>												Razão <sup>3</sup>	
1	Acesso principal	3	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Contaminação
2	Almoxarifado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	Bezerreiro	1	7	9	10	14	19	-	-	-	-	-	-	-	Contaminação ruído
4	Culturas para silagem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	Curral de espera	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ruído
6	Depósito de cama	7	11	18	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Contaminação
7	Depósito de dejetos	3	6	8	10	11	12	14	15	18	20	21	22	-	Contaminação funcionamento
8	Escritório	7	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Contaminação
9	Galpão para confinamento	3	10	14	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Contaminação funcionamento ruído
10	Estacionamento	3	7	9	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Contaminação funcionamento ruído
11	Farmácia	6	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Contaminação
12	Fenil	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Contaminação
13	Garagem/oficina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
14	Isolamento	3	7	9	15	19	-	-	-	-	-	-	-	-	Contaminação ruído
15	Maternidade	1	7	10	14	19	-	-	-	-	-	-	-	-	Contaminação e ruído
16	Piquete novilhas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
17	Piquete vacas secas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
18	Sala de leite	6	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Contaminação
19	Sala de máquinas	3	5	8	9	14	15	22	-	-	-	-	-	-	Contaminação ruído
20	Sala de ordenha	6	7	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Contaminação
21	Silo	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Contaminação
22	Tronco	7	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Contaminação ruído
23	Vestibulário	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Contaminação

Fonte: elaborado pelo autor

Notas: <sup>1</sup> Instalações normalmente existentes em propriedades produtoras de leite.

<sup>2</sup> Emparelhamentos que apresentam grau de inter-relação indesejável (X).

<sup>3</sup> Razão para o grau de proximidade indesejável.

De posse do modelo geográfico das diversas instalações, gerado a partir do diagrama de inter-relações, tornou-se possível estabelecer a área para cada uma delas. Para a definição do espaço exigido pelas instalações, existem cinco métodos básicos para a determinação dos requisitos de área:

- a) método numérico: consiste em dividir cada atividade ou área em elementos de espaço e subáreas que compõem o espaço total;
- b) método da conversão: baseia-se em dados de instalações em uso para dimensionamento e arranjo físico dos espaços;
- c) padrões de espaço: repete padrões pré-estabelecidos;
- d) arranjos esboçados: detalha o arranjo físico de certas áreas por meio de plantas do espaço disponível e de gabaritos dos equipamentos;
- e) projeção de tendências.

No presente estudo, optou-se pelo método de projeção de tendências por ser utilizado para requisitos gerais de espaço, sendo suficiente para planejamento no longo prazo. Esse método estabelece uma relação entre a área e outro fator, por exemplo, metro quadrado e metro cúbico por animal alojado em baias.

A determinação de espaços foi estabelecida comparando-se os espaços existentes nas instalações das fazendas pesquisadas e na bibliografia levantada, considerando-se a relação metro quadrado e metro cúbico por animal alojado em baias, com acesso livre dentro do galpão para confinamento, considerando-se que todos os animais são ordenhados regularmente; calculou-se, então, o espaço necessário para atender essas previsões. O cálculo do espaço requerido pode ser executado com base no nível de produção desejado pelo empreendedor bem como na área disponível da propriedade (fator limitante à implantação e à expansão da produção).

Com a finalidade de estipular a área apropriada para cada instalação, considerando-se a melhor relação geográfica e o grau de proximidade entre elas, ao final da presente pesquisa apresenta-se um estudo piloto, como proposta de setorização resultante do uso do SLP. Esse estudo piloto pode servir de referência para a implantação de sistemas de confinamento tipo baias

livres, inclusive com vistas a tornar as condições ambientais das instalações propícias à realização das atividades, sob conforto, para os usuários.

### **3.3. Instrumentação e medições ambientais**

Visando-se melhor compreender e caracterizar as condições físico-ambientais das instalações envolvidas na obtenção de leite, nas unidades de produção pesquisadas foram realizadas medições de temperatura de globo negro (Tgn), temperatura de bulbo seco (Tbs), temperatura de bulbo úmido (Tbu), temperaturas de bulbo seco máxima e mínima, velocidade do ar, umidade relativa do ar (UR), nível de ruído e nível de iluminação, obtidas em todas as fazendas nos períodos da manhã (6h), tarde (12h) e noite (21h), próximo aos horários das ordenhas, a fim de abranger quali-quantitativamente toda a rotina de produção de leite.

As medições realizadas permitiram uma avaliação e melhor compreensão do nível de conforto ambiental das instalações, de forma a contribuir para o desenvolvimento de projetos ambientalmente adequados às exigências dos funcionários e, principalmente, dos animais.

Os dados coletados foram resumidos e apresentados graficamente em desenhos contendo os pontos de medição nas instalações e a indicação dos índices de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), obtidos pela inserção da temperatura de globo negro no índice de temperatura e umidade (ITU). O ITGU inclui temperatura de bulbo seco, velocidade do ar, umidade relativa do ar e radiação. BUFINGTON et al. (1981) recomendam esse índice para quantificar o conforto térmico de animais, já que ele incorpora o efeito da radiação sobre o animal (ver equação 1.1).

Os equipamentos para medição de temperaturas foram instalados a uma altura de 1,90m nas instalações destinadas ao estábulo de confinamento, sala de ordenha, curral de espera e em local externo às instalações, situados em pontos equidistantes das extremidades, de modo a fornecer um parâmetro geral das condições térmicas. De acordo com estudos para instalações

destinadas a animais, as medições dos índices ambientais devem ser realizados na altura equivalente ao centro da massa corporal do animal; porém, prevendo-se a possibilidade de danos aos equipamentos, tendo-se em vista a extrema curiosidade das vacas leiteiras, eles foram instalados na altura mencionada.

Os instrumentos utilizados durante as medições foram: termômetro digital SALVTERM 1200K (fabricação SALCAS - Indústria e Comércio Ltda.), com escala de temperatura Celsius ou Fahrenheit e faixa de medição de -50°C a +1.300°C, com resolução 0,1°C; anemômetro digital AM 4201 (fabricação LUTRON), com resolução de 0,1 m/s; decibelímetro SL 4001 (fabricação LUTRON), com resolução 0,1 dB; termômetro de máxima e mínima (fabricação INCOTERM - Indústria de Termômetros Ltda.); higrômetro de leitura direta (fabricação INCOTERM - Indústria de Termômetros Ltda.); termômetro de globo negro (fabricação INCOTERM Indústria de Termômetros Ltda.), luxímetro LUTRON – LX 103 (resolução 1 lux e três escalas) e trena eletrônica DIGITAPE PLUS (fabricação HOUSE WORKS) com 99% de precisão e medidas de 0,60m a 10,00m.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES**

Para obter dados e informações das características e da importância das instalações com vistas ao efetivo funcionamento de sistemas de confinamento, foram organizadas planilhas que descrevem a organização das quatro fazendas pesquisadas, como: condições geométricas dos espaços, tipos de piso, revestimentos e coberturas, sistema de limpeza, possibilidade de expansão e outros. Nos próximos itens apresentam-se e discutem-se os resultados, à luz da metodologia SLP e dos dados coletados.

#### **4.1.1. Instalações destinadas à permanência dos animais**

##### **4.1.1.1. Galpão para confinamento**

Cada unidade de produção de leite pesquisada possui características específicas quanto a implantação, estruturas construtivas e manejo.

As instalações da Fazenda A possuem estruturas distintas para descanso e alimentação dos animais e são arranjadas em quatro galpões para confinamento, sendo dois destinados ao descanso, um ao trato dos animais e um de uso misto, dispostos alternadamente como mostra a Figura 2.

Nas Fazendas B e D, todo o sistema de estabulação concentra-se em apenas um galpão de grande porte, no qual acontece o descanso, a alimentação, a ordenha e o tratamento sanitário do rebanho, como apresentado nas Figuras 3 e 5. Os animais permanecem todo o período produtivo, isto é, fase de lactação, dentro dessa estrutura, evitando-se percursos longos e mudanças ambientais.

A Fazenda C distingue-se das demais pelo fato de se ter adaptado antigas instalações para produção de leite em regime semi-intensivo de exploração ao sistema intensivo; as únicas benfeitorias realizadas na antiga estrutura são uma ala de baias e uma sala de ordenha mecanizada, como indicado na Figura 4.

Nas unidades produtivas visitadas, os galpões para confinamento apresentavam as seguintes orientações longitudinais:

- a) Fazendas A e D, direção E – O;
- b) Fazendas B e C, direção N – S;

A ventilação natural é explorada em todos os estábulos pesquisados; a ventilação mecânica ocorre de forma incipiente em dois dos cinco galpões da Fazenda A.

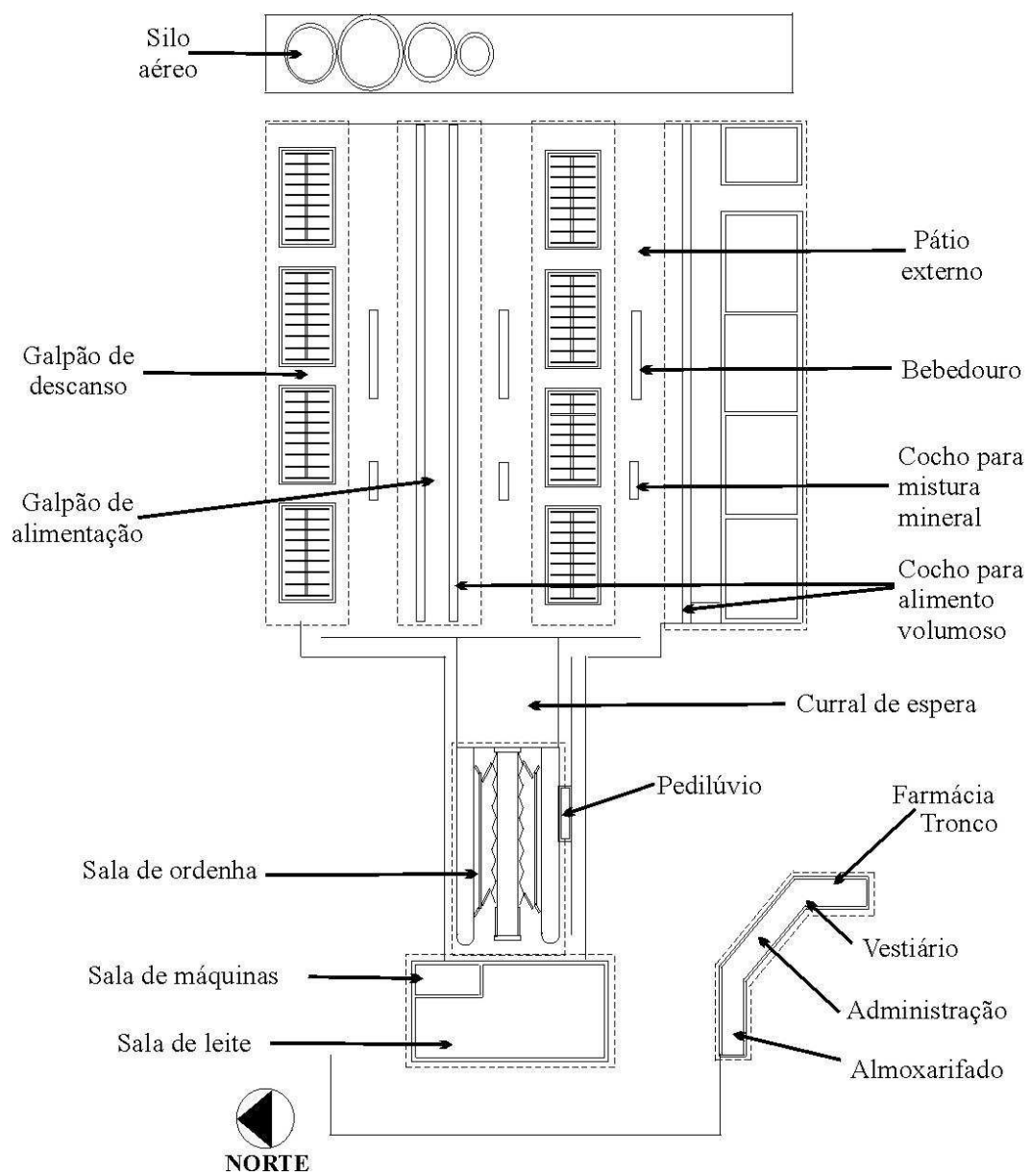


Figura 2 - Representação esquemática das instalações da Fazenda A.

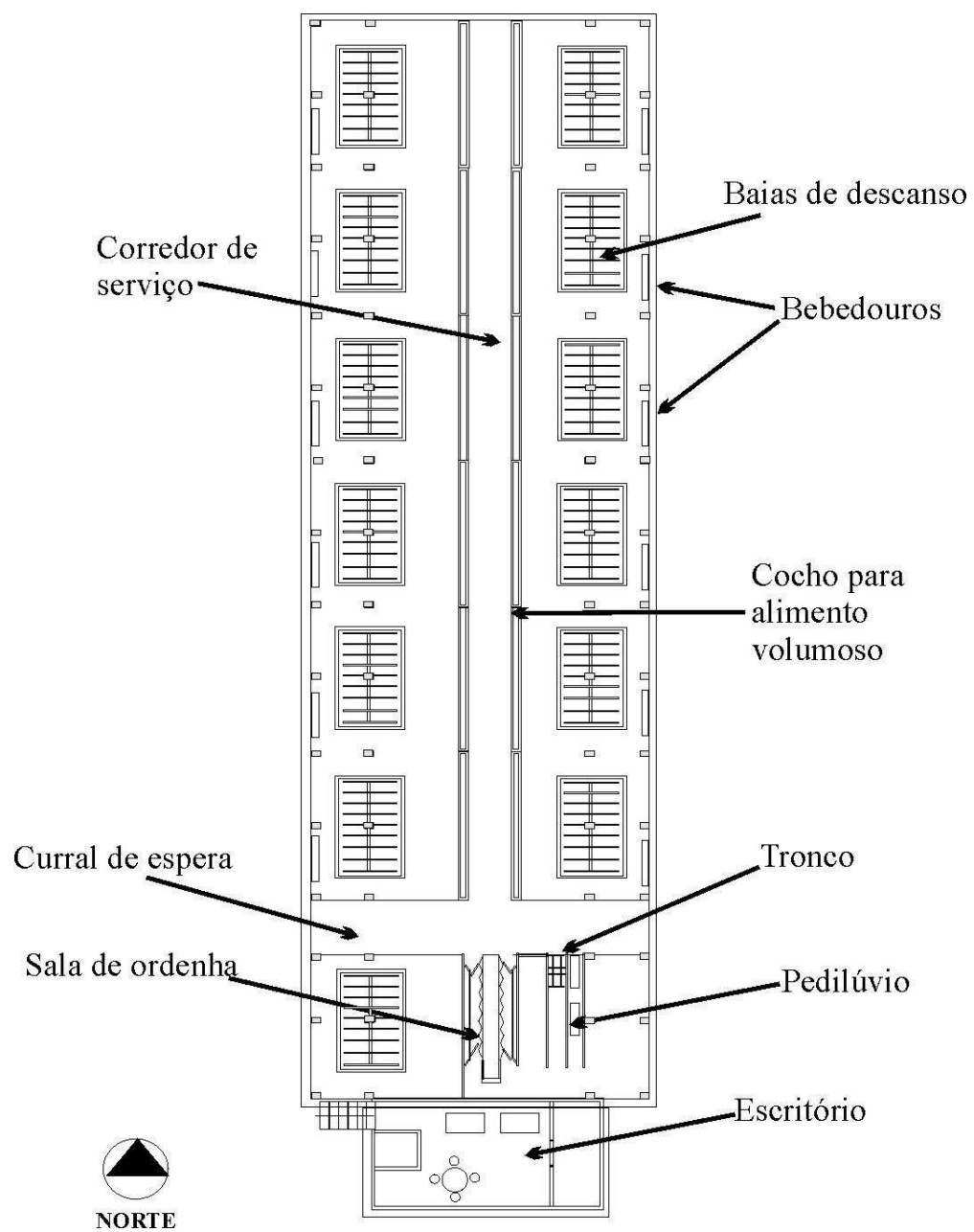


Figura 3 - Representação esquemática das instalações da Fazenda B.

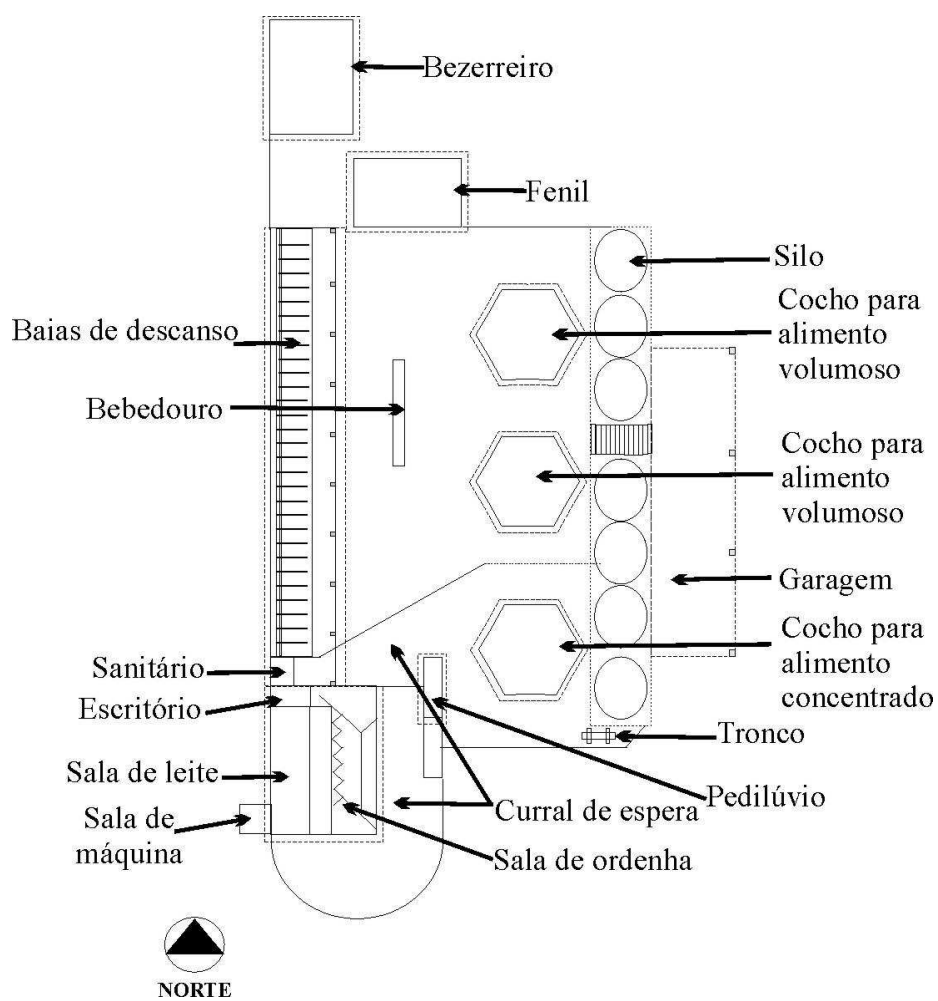


Figura 4 - Representação esquemática das instalações da Fazenda C.

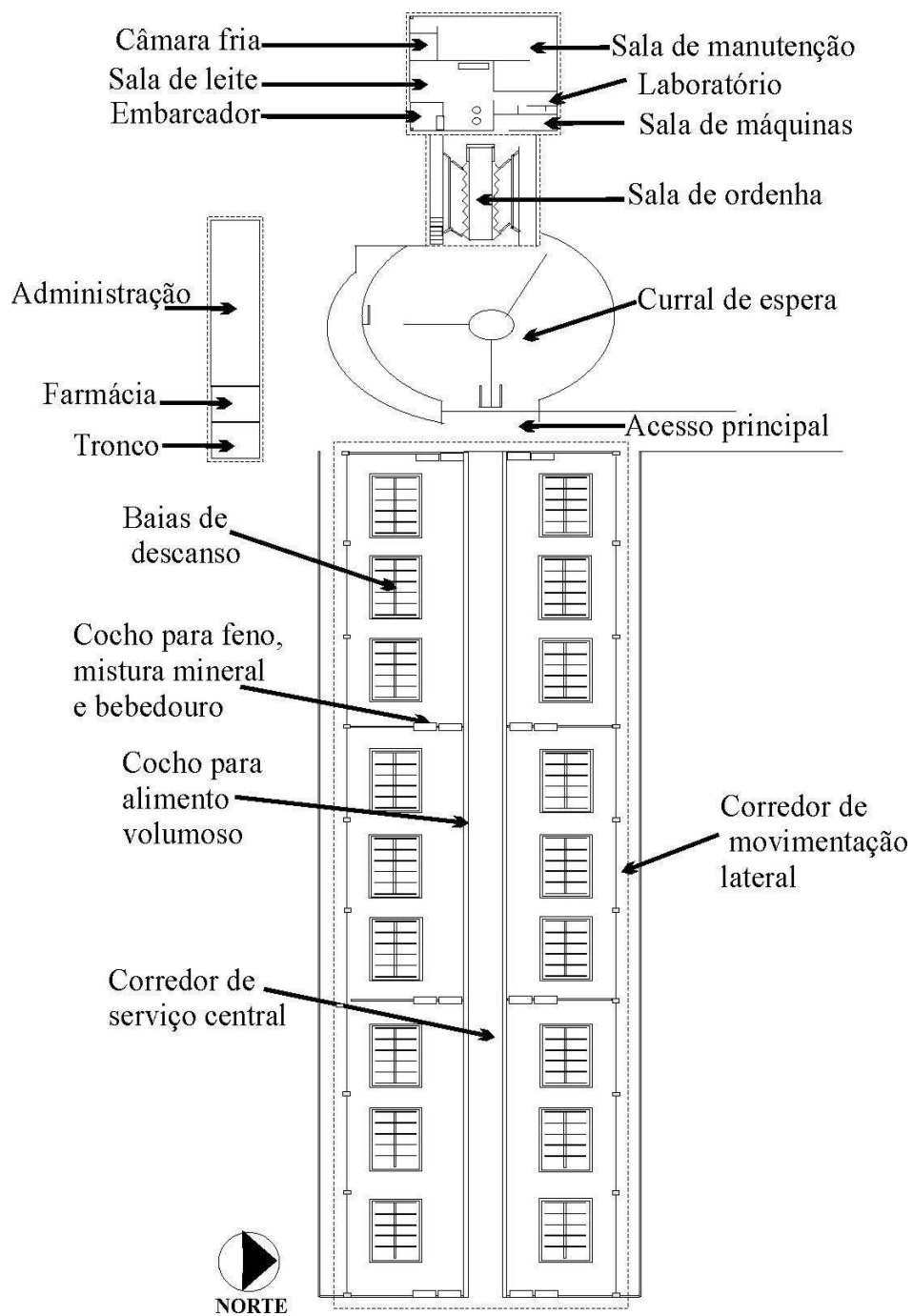


Figura 5 - Representação esquemática das instalações da Fazenda D.

Na Fazenda A, os corredores para permanência e circulação dos animais e máquinas são em número de 12, sendo 2 nas laterais dos galpões de descanso e 3 nos galpões de alimentação, incluindo o corredor central de serviço. Na Fazenda B, os corredores são em número de 5, com 4 para circulação dos animais e 1 para movimentação de máquinas. A Fazenda C apresenta 1 corredor nas baias de descanso e uma área externa para movimentação dos animais. Na Fazenda D, existem 4 corredores internos para circulação de animais, 1 corredor central de serviço e 2 corredores laterais externos para manejo do rebanho.

Em todas as fazendas, a largura dos corredores variou entre 2,50m e 3,00m, sendo que os corredores para manejo na Fazenda D possuem largura de 1,20m.

Em todas as unidades pesquisadas, a inclinação transversal dos corredores é de 3% a 5%. Na fazenda em que o desnível é em direção às baias de descanso, os animais apresentavam-se muito sujos, devido ao acúmulo de dejetos próximo às baias e ao movimento da cauda que espalha os resíduos. Em três dos sistemas pesquisados existem calhas hidráulicas coletoras de águas residuárias em todos os corredores. As calhas encontradas, do tipo canaleta, são enterradas e com grade de concreto na parte superior. Uma das fazendas pesquisadas possui somente canaletas hidráulicas superficiais para recolhimento das águas residuárias, externas ao galpão para confinamento. A presença de canaletas no centro dos corredores de circulação aumenta a abrasão no casco dos animais, causando-lhes desconforto, concorrendo assim para diminuir a produção de leite, perda de peso, dificuldades em demonstrar cio e ter a longevidade comprometida. As canaletas superficiais apresentam o inconveniente de deixar expostos os resíduos, promovendo a reprodução de insetos e conferindo à instalação um aspecto insalubre.

O piso nos corredores internos aos galpões para confinamento é de concreto rugoso ou desempenado, com ranhuras transversais, em duas fazendas; em outras duas, é de revestimento asfáltico. Naquela unidade onde é

usado piso de concreto desempenado, apesar de apresentar ranhuras, os animais apresentavam falta de equilíbrio, dificultando a movimentação e a demonstração de cio.

O sistema de limpeza dos corredores era realizado por meio de raspagem com rodo de madeira em três unidades; na outra usava-se trator, com borracha na lâmina complementado com raspagem manual.

Os dejetos coletados eram transportados por trator e depositados em um local da área de cultura de silagem, lá permanecendo até o próximo plantio, quando são espalhados para fertilização do solo.

A aplicação do material da cama junto com os resíduos coletados a serem depositados no ambiente das culturas, pode promover mudança nas características do solo, por meio da introdução de matéria orgânica ou mineral em demasia, devendo-se, portanto, fazer uma análise para verificar o volume necessário.

Para delimitação da área do galpão para confinamento, são utilizadas contenções do tipo cordoalha de aço, corrente metálica e tubo galvanizado, isolados ou conjugados com alvenaria, como mostram as Figuras 6, 7, 8 e 9.

Com relação ao número de animais por baias, todas as unidades pesquisadas estavam subutilizadas, isto é, existiam mais baias que animais alojados.

Quanto às baias, foram constatadas: larguras de 1,10m, 1,15m ou 1,20m; comprimentos de 1,70m, 2,00m ou 2,20m e degraus separadores com altura de 0,12m, 0,15m ou 0,20m. As baias com comprimento de 1,70m encontravam-se mais limpas e adequadas ao porte dos animais já que os mesmos não defecavam no interior da baia. As alturas das baias individuais foram 1,00m, 1,10m ou 1,20m, como indicam as Figuras 10, 11, 12 e 13.

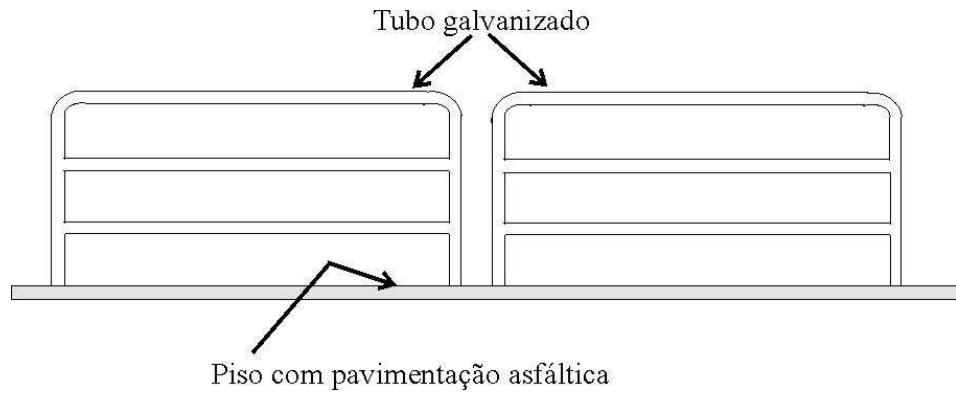


Figura 6 - Contenção dos galpões para confinamento nas Fazendas A, C e D.

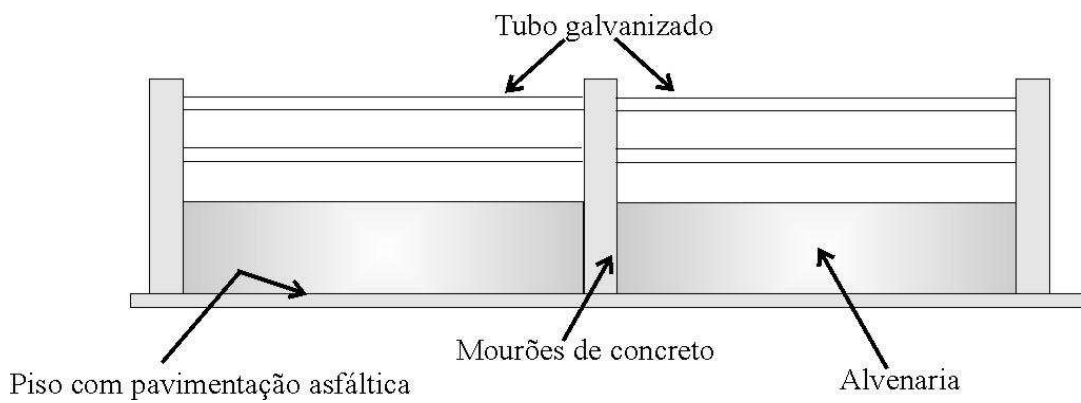


Figura 7 - Contenção do galpão para confinamento na Fazenda A.

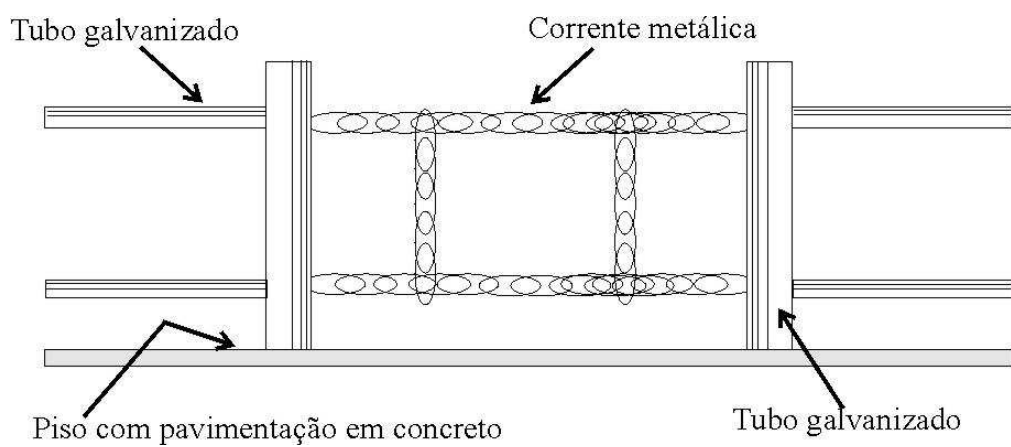


Figura 8 - Contenção do galpão para confinamento na Fazenda B.

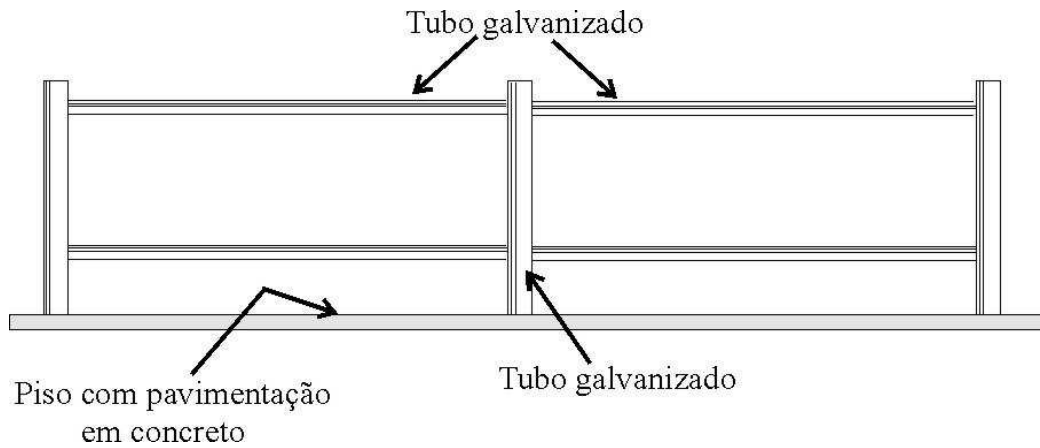


Figura 9 - Contenção dos galpões para confinamento nas Fazendas B e D.

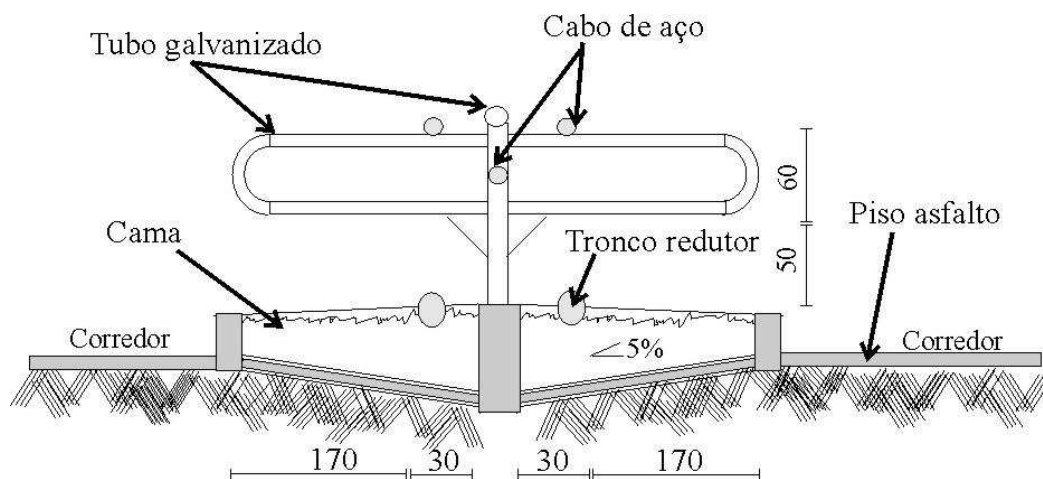


Figura 10 - Baias do galpão para confinamento na Fazenda A (cotas em centímetro).

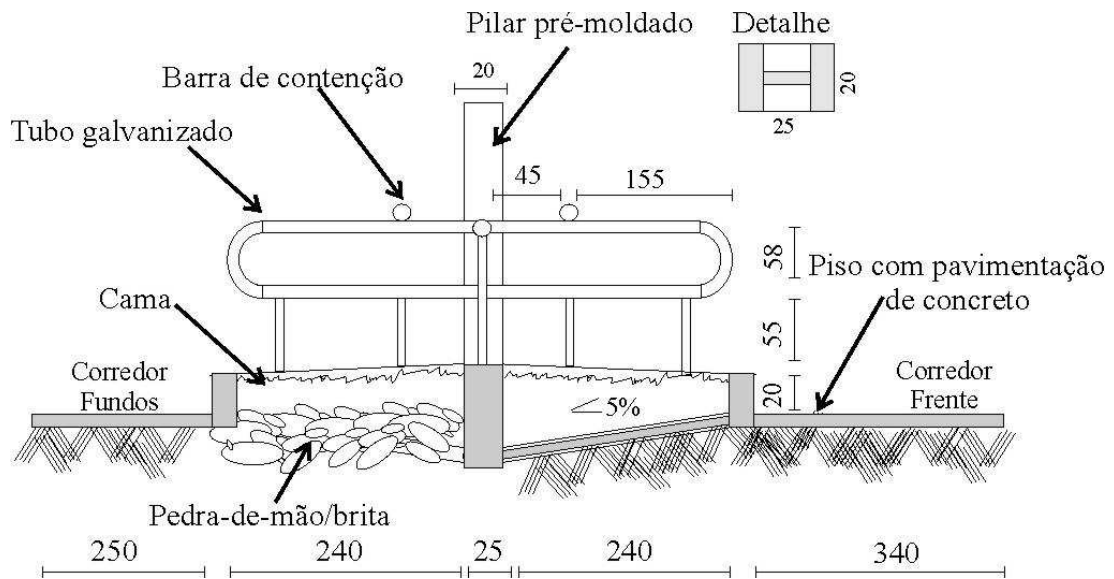


Figura 11 - Baias do galpão para confinamento na Fazenda B (cotas em centímetro).

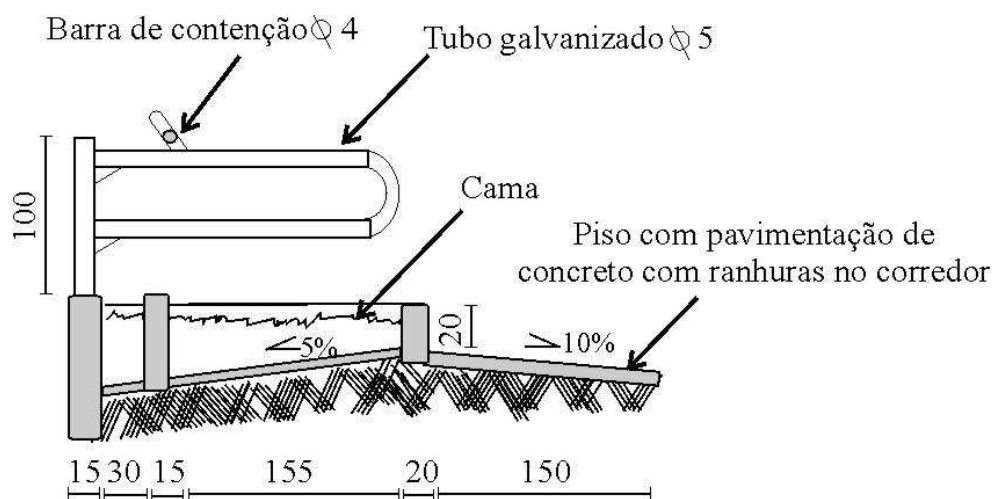


Figura 12 - Baias do galpão para confinamento na Fazenda C (cotas em centímetro).

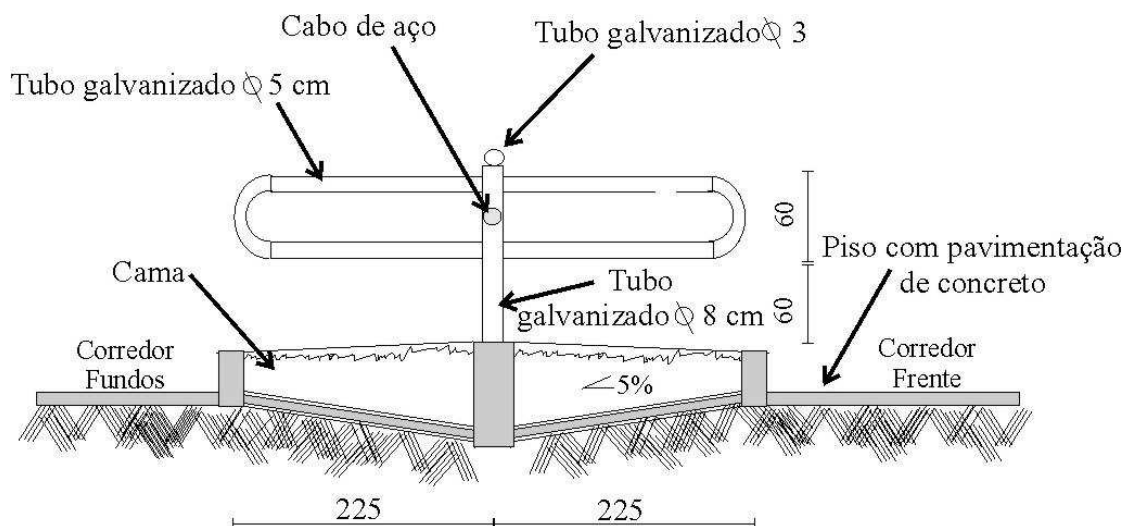


Figura 13 - Baias do galpão para confinamento na Fazenda D (cotas em centímetro).

A cama utilizada nas baias era diferente em cada fazenda, ou seja, de casca de arroz, de calcário, de areia e de areia sobre base de pneus. Durante os levantamentos, foi verificada baixa incidência de animais deitados no corredor, o que foi constatado apenas na propriedade que utiliza cama de casca de arroz e calcário (o calcário endurece, o que talvez explique a relutância dos animais no uso da baia). Na Fazenda D, aplica-se cal a cada 20 dias na cama de areia, com o objetivo de evitar a proliferação de fungos e bactérias e, por conseguinte, controlar o aparecimento de mastite.

As coberturas encontradas foram: telha ondulada de alumínio, telha de cimento-amianto e telha de aço galvanizado. As alturas praticadas de cumeeira foram da ordem de 4,00m, 4,70m, 8,30m e 10,00m, e para os pés-direitos 3,00m, 3,70m, 5,00m e 6,00m, respectivamente. Coberturas com pé-direito muito elevado facilitam a incidência de radiação solar e de chuva no interior do galpão. Nesse caso, deve-se observar com maior precisão a orientação ideal da cobertura e os ventos predominantes.

A inclinação do telhado variou entre 15% e 25%, sendo observada a presença de cumeeira aberta em apenas uma propriedade e lanternim de 1,20m e 2,00m nas demais. A estrutura utilizada na execução do galpão de confinamento apresentou materiais como metal, concreto e madeira.

Os cochos para alimentação, no interior do galpão para confinamento, possuem formato retangular em todas as propriedades. São confeccionados em concreto aparente, têm acabamento arredondado ou reto nas bordas e, em uma das propriedades, o revestimento era cerâmico (Figuras 14 a 18).

Em todas as propriedades, os cochos para alimentação localizam-se no eixo longitudinal central do galpão para confinamento ou alimentação.

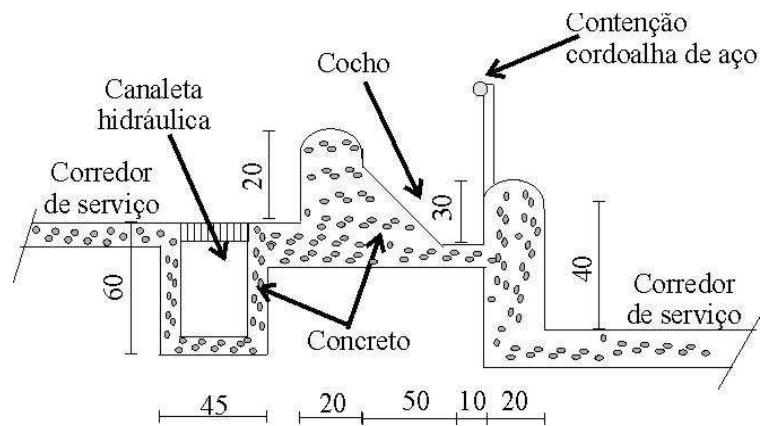


Figura 14 - Cocho para alimentação na Fazenda A (cotas em centímetro).

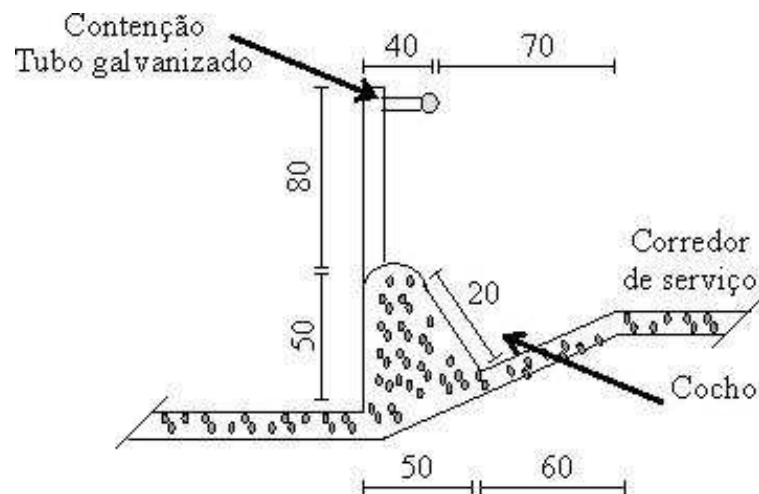


Figura 15 - Cocho para alimentação na Fazenda B (cotas em centímetro).

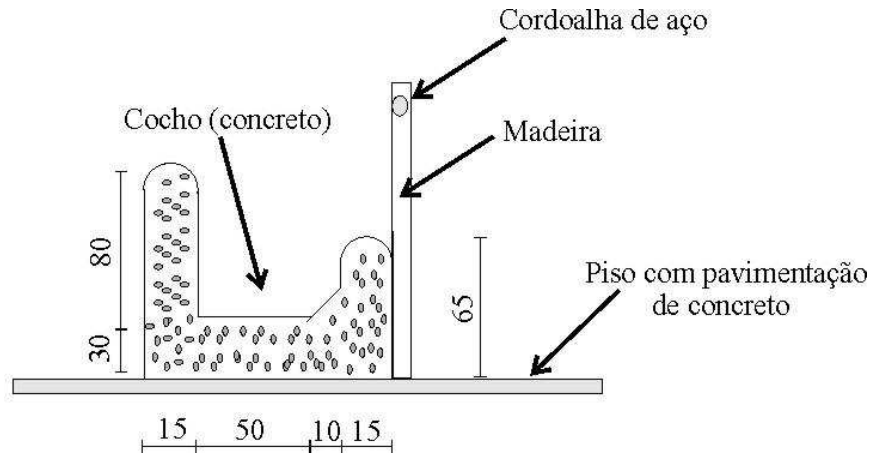


Figura 16 - Cocho para alimentação na Fazenda C (cotas em centímetro).

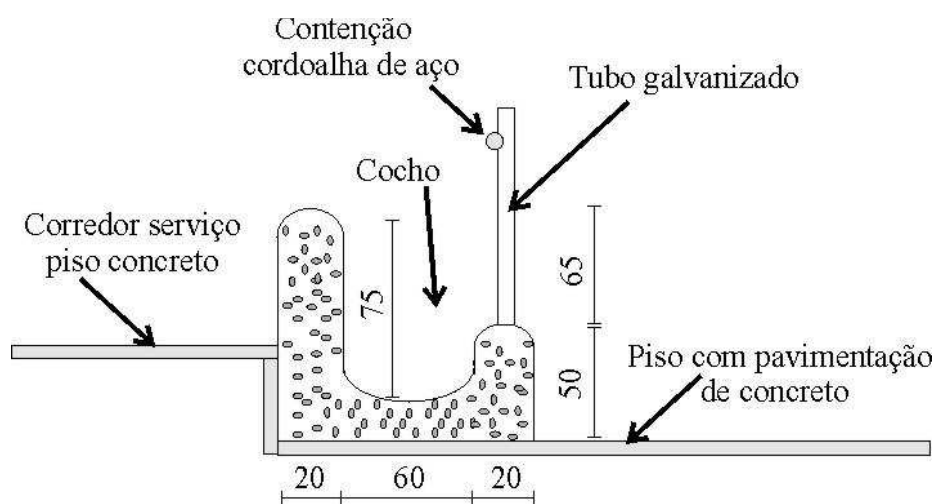


Figura 17 - Modelo anterior do cocho para alimentação na Fazenda D (cotas em centímetro).

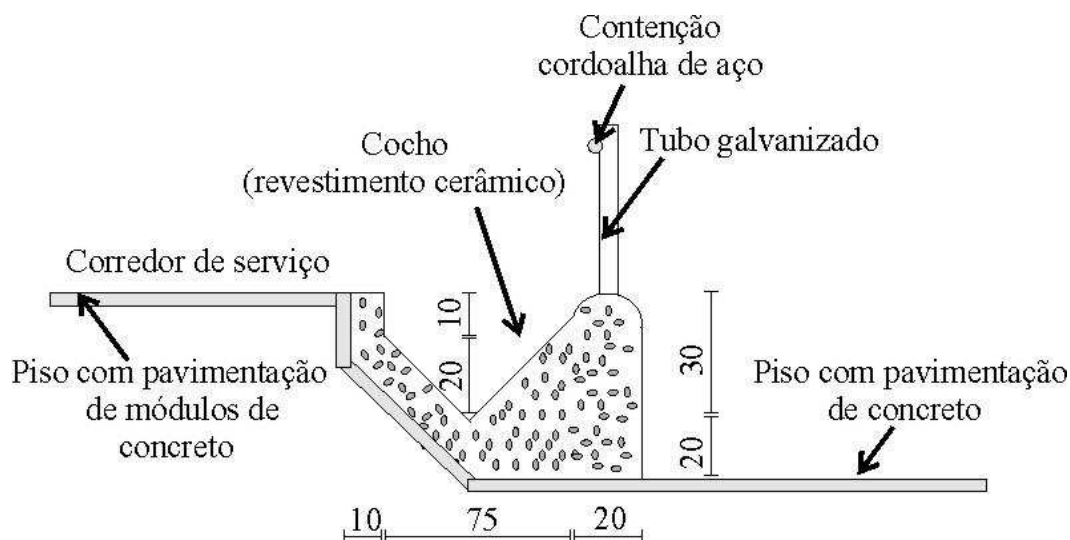


Figura 18 - Modelo do cocho para alimentação encontrado na Fazenda D (cotas em centímetro).

Os bebedouros normalmente acompanham o formato dos cochos e podem ser de concreto, alvenaria ou material plástico; os tipos mais usados estão indicados nas Figuras 19 a 22. Nas propriedades estudadas, em duas foram instalados entre a cama e o cocho para alimentação, em outra na lateral externa do galpão para confinamento e numa outra perpendicular ao cocho para alimentação.

As dimensões encontradas para os bebedouros foram: larguras de 0,55m com acesso unilateral, 0,72m, 1,00m e 1,20m com acesso bilateral, alturas de 0,70m, 0,76m e 0,80m e comprimentos de 1,90m, 3,00m e 11,0m, sendo este último o único bebedouro disponível a todos os animais alojados. O abastecimento é controlado por bóia; em um único caso a água é trocada todos os dias.

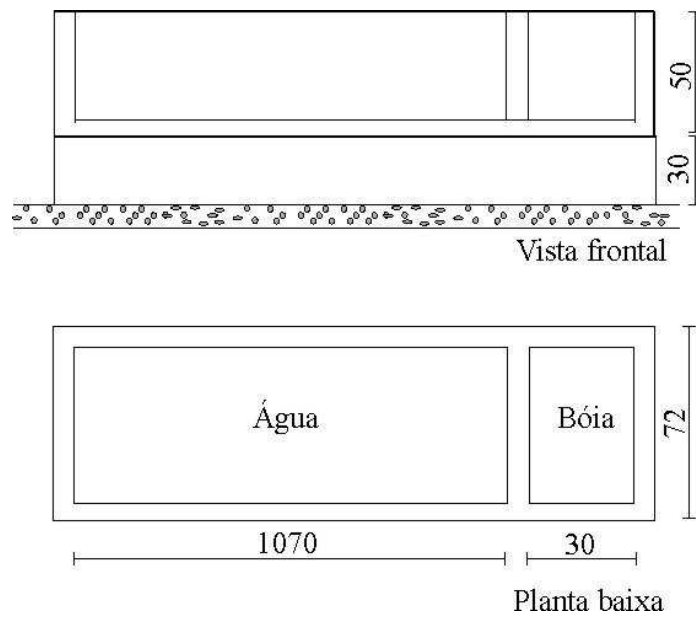


Figura 19 - Bebedouro de alvenaria na Fazenda A (cotas em centímetro).

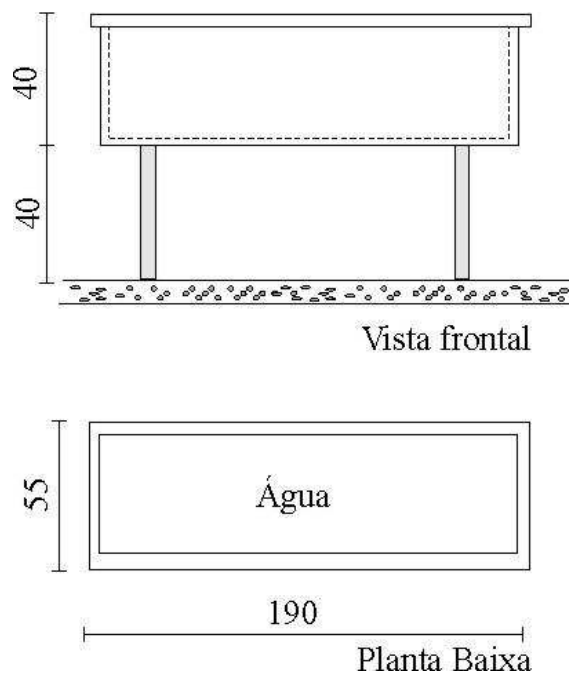


Figura 20 - Bebedouro de plástico na Fazenda B (cotas em centímetro).

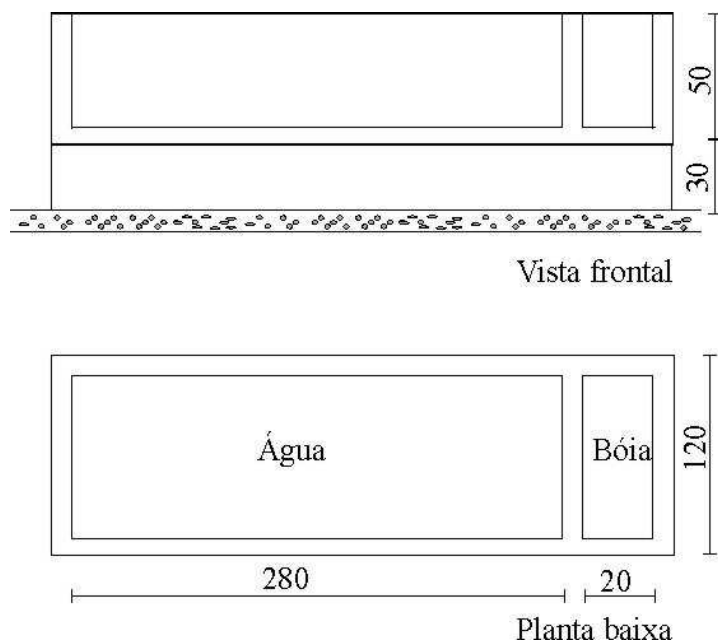


Figura 21- Bebedouro de alvenaria na Fazenda C (cotas em centímetro).

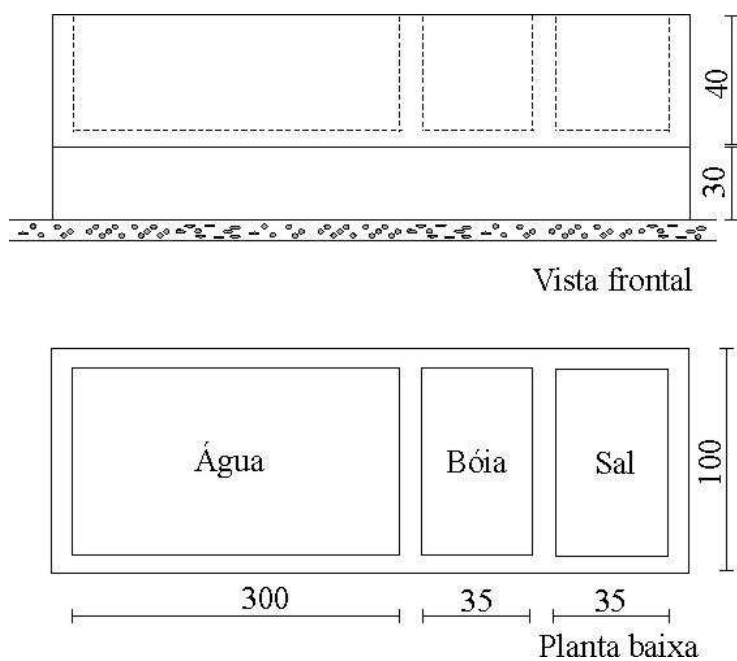


Figura 22 - Bebedouro de alvenaria na Fazenda D (cotas em centímetro).

#### **4.1.1.2. Maternidade**

A existência de baias-maternidade foi constatada em todas as fazendas, porém apresentando aspectos distintos. As instalações destinadas à maternidade variam desde uma cobertura simples de  $6m^2$ , paredes em alvenaria, cama de descanso e contenções de tubos metálicos, até estruturas completas com características de galpão para confinamento conjugado com piquete que abriga os animais 30 dias antes da previsão para a parição.

O piso de concreto é comum às fazendas. A cobertura é em estrutura metálica ou de madeira, em duas águas, com telhas de barro ou de cimento-amianto. Em geral localizam-se distantes do galpão para confinamento, separando-o do bezerreiro, o qual exige maior cuidado sanitário.

#### **4.1.1.3. Piquete para novilhas e vacas secas**

Considerada a instalação que requer menos investimentos, possui em todas as propriedades uma cobertura simples, em uma ou duas águas, telhas de cimento-amianto, cocho de alimentação para silagem, feno e bebedouro em concreto. Destina-se a novilhas e bezerros com mais de 90 dias e às vacas fora do período de lactação.

A contenção utilizada é de cordoalha de aço, arame farpado ou ovalado, fixados em estacas de madeira ou em mourões de concreto. Nas fazendas visitadas, a área de relva por piquete de  $300m^2$ ,  $450m^2$  ou  $600m^2$  comportava de 10 a 15 animais.

Na Fazenda B, os piquetes possuem abrigos para os animais, em estruturas metálicas cobertas com sombrite; o cocho de alimentação, coberto com telhas de cimento-amianto, possui reservatórios de feno e água, como indicado na Figura 23. As outras fazendas aproveitam a presença da vegetação existente para realizar o sombreamento de forma natural nas horas mais quentes do dia.

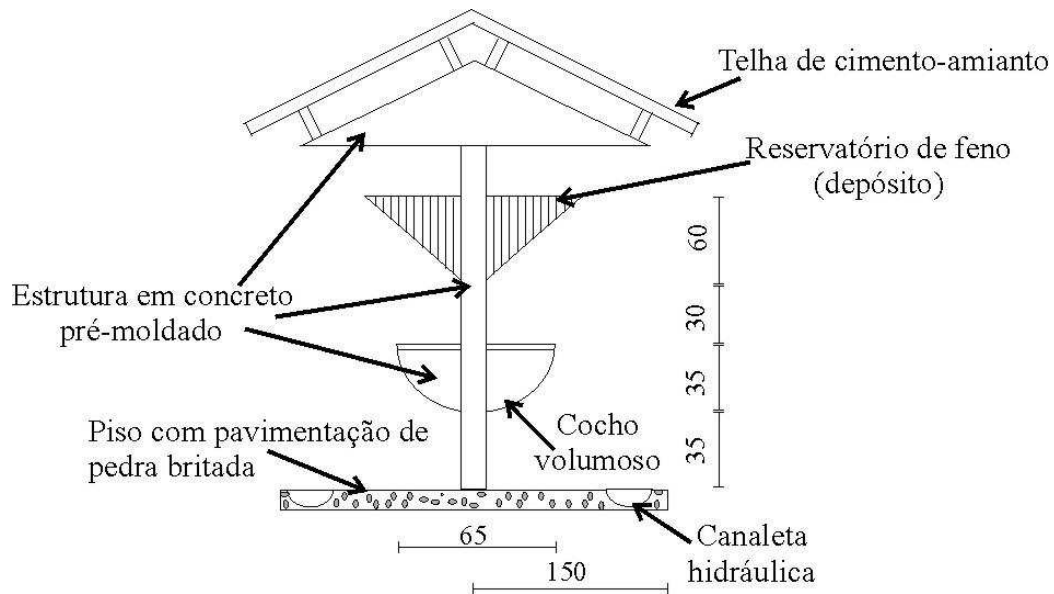


Figura 23 - Cocho para volumoso e feno utilizado em piquetes na Fazenda B (cotas em centímetro).

#### 4.1.1.4. Bezerreiro

Em todas as propriedades, a localização do bezerreiro é isolado das demais instalações.

Os bezerros com menos de 90 dias permanecem em abrigos individuais, móveis, com área de  $1,80\text{m}^2/\text{animal}$ , nos primeiros dias após o nascimento, e depois são transferidos para baias coletivas, fixas, com área de  $2,30\text{m}^2/\text{animal}$ , em galpões com piso de concreto, cobertura de cimento-amianto, cocho para volumoso e bebedouro. As áreas encontradas nas fazendas estavam dentro do proposto pela literatura (SOUZA, 1992; BUENO, 1986).

#### 4.1.1.5. Isolamento

Trata-se de piquete ou baia onde permanecem sob observação os animais recém-adquiridos ou aqueles acometidos por alguma enfermidade.

Nas fazendas pesquisadas não foi verificada a presença de instalações

especiais para acomodar esses animais, os quais compartilham instalações com a maternidade. O objetivo dessa instalação é a prevenção e o tratamento da saúde do rebanho, por constante observação do animal; portanto, deve situar-se em local de fácil acesso visual.

#### **4.1.1.6. Curral de espera**

Os currais de espera encontrados nas propriedades apresentavam características similares e situavam-se entre a área de estabulação e a sala de ordenha.

Na Fazenda A, o curral é coberto com sombrite instalado a 3,20m de altura, para redução da carga térmica; possui piso de concreto revestido com tapetes de borracha a fim de diminuir a abrasão do piso nos cascos dos animais. As contenções são em tubo galvanizado e permitem visualização direta dos animais que serão ordenhados.

Na Fazenda B, o curral de espera encontra-se no interior do galpão para confinamento, possui piso de concreto liso com ranhuras transversais e contenções de tubo metálico e correntes.

Na Fazenda C, o piso é de revestimento asfáltico, não possui cobertura e a contenção é de cordoalha de aço.

A Fazenda D apresenta o curral de forma circular, dividido em três partes descobertas; o piso é de concreto, com ranhuras concêntricas, as contenções são feitas com tubos metálicos, possui bebedouro circular de concreto, no centro, e a redução da carga térmica ocorre devido à presença de árvores de médio porte no entorno do curral.

As áreas de curral de espera usadas nas fazendas foram 42m<sup>2</sup>, 50m<sup>2</sup> e 200m<sup>2</sup>, variando de 0,75m<sup>2</sup>/animal alojado a 1,57m<sup>2</sup>/animal alojado, dependendo do tamanho do plantel, conforme Quadro 33. Os pisos apresentaram inclinação de 5%, sendo a limpeza por meio de lavação em duas fazendas e raspagem nas outras duas.

## **4.1.2. Instalações destinadas a coleta e tratamento do leite**

### **4.1.2.1. Sala de ordenha**

Nas unidades de produção de leite pesquisadas, as salas de ordenha são do tipo espinha-de-peixe com fosso de operação, na qual grupos de 6 animais (em linha), 12 animais (duplo seis) e 20 animais (duplo dez) são ordenhados simultaneamente. A ordenha é mecanizada, com coleta direta via tubulação metálica ou utilizando balões de vidro como sistema coletor. Em tais unidades, as salas possuem dimensões de 85,00m<sup>2</sup>, 55,60m<sup>2</sup>, 41,60m<sup>2</sup> e 40,00m<sup>2</sup>, estando respectivamente em produção 189, 126, 58, e 53 vacas nas propriedades A, B, C e D.

Diariamente executam-se duas ou três ordenhas, em horários distribuídos pela manhã (5h ou 6h), à tarde (13h) e à noite (19h ou 21h). O número de funcionários que operam a ordenhadeira são dois ou três, permanecendo em pé durante todo o tempo. Cada animal leva de 3min a 6min na ordenha, dependendo da produção. O período médio de funcionamento é de 6 horas por dia e os níveis médios diários de produção por animal são de 39kg, 28kg, 30kg e 38kg nas propriedades A, B, C e D respectivamente.

As salas de ordenha visitadas compõem-se basicamente de cobertura em telha de cimento-amianto, aço galvanizado, laje pré-moldada ou mesmo sem cobertura própria, como no caso da instalada sob a estrutura do galpão para confinamento. As paredes são de alvenaria, revestidas em cerâmica; normalmente as salas contêm grandes janelas que possibilitam iluminação e ventilação natural ou sem janelas com paredes de 2m de altura. Na maioria das fazendas, a sala permite que os animais no curral de espera visualizem a ordenha.

O revestimento de piso para o fosso da ordenha é de pedra ardósia, de pedra São Tomé, de cerâmica ou de cimento queimado, com profundidade de 0,75m ou 1,00m e inclinação de 3% em direção à calha hidráulica.

Para o piso elevado, onde permanecem os animais durante a ordenha, é utilizado concreto, revestido com tapete de borracha ou simplesmente com ranhuras, e calhas hidráulicas com grade do lado oposto ao fosso. Um detalhe importante é a presença de degrau separador entre o piso elevado e o fosso, a fim de evitar que o animal caia com a pata traseira dentro do fosso, provocando ferimentos e ou até o descarte do animal, (ver Figura 24). Calhas hidráulicas devem ser posicionadas de modo que os animais não permaneçam parados sobre as mesmas, de modo a evitar lesões no casco, sendo recomendada a construção junto às paredes externas da sala de ordenha, como indica a Figura 24.

Em todas as unidades, as contenções da sala são de tubos de aço galvanizado de 50mm de diâmetro.

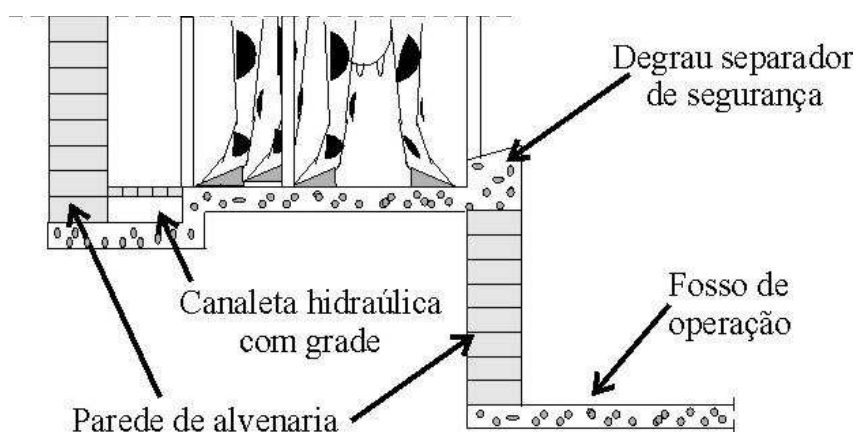


Figura 24 - Detalhe da canaleta hidráulica e do degrau separador de segurança, entre o piso elevado e o fosso na sala de ordenha.

O sistema de limpeza da sala de ordenha ocorre por meio de lavação manual para pisos e paredes e lavação automática, com complementação manual, para limpeza da ordenhadeira, com produtos à base de cloro e temperatura da água em torno dos 75°C.

#### 4.1.2.2. Sala de leite

A sala de leite, local destinado ao armazenamento e resfriamento automático do leite, possui tanques cilíndricos com capacidade de 8.000 a 10.000 litros e diâmetro de 1,20m. Apenas uma das unidades produtivas possui sistema de pré-resfriamento do leite e dois tanques com capacidade de 1.800 litros cada, sendo todos os tanques confeccionados em aço inoxidável.

Foram identificadas salas de leite com áreas de 40m<sup>2</sup>, 43m<sup>2</sup> e 148m<sup>2</sup>, com pé-direito entre 3,60m e 4,00m; em apenas uma das unidades foi constatada a presença de câmara fria, com 22m<sup>2</sup> de área. O acesso interno se dá pela sala de ordenha e o acesso externo através de portões com 2,40m a 3,00m de largura, variando de acordo com as dimensões do tanque principal.

A coleta de leite ocorre quatro vezes por semana na Fazenda A, a cada dois dias nas Fazendas B e C, nestes casos em condições adequadas de armazenamento, o que se dá por meio de tanques de resfriamento com capacidade mínima para dois dias de produção. Nessas três fazendas, a coleta é realizada por meio de caminhão tanque, e na Fazenda D a coleta de leite ocorre diariamente, utilizando latão para envase do produto e transporte por caminhão de cooperativa externa (responsável pelo comércio do produto).

Nas Fazendas A e D, encontram-se na sala de leite uma capela de 3m<sup>2</sup> para análise do leite e uma área de 14m<sup>2</sup> para higienização dos materiais, envasamento e embarque do leite. Na Fazenda A, o espaço físico destinado ao envasamento do leite consta de sala para pasteurização, depósito de filmes com 6m<sup>2</sup>, depósito de caixas limpas e fábrica de garrafas com 30m<sup>2</sup>. Das quatro fazendas pesquisadas, três possuíam laticínios para beneficiamento do leite, porém, devido ao custo de higienização e comercialização do produto, essas instalações encontravam-se desativadas. É importante prever reservatório refrigerado para possíveis dificuldades da coleta do leite, principalmente no verão, quando as chuvas constantes danificam as estradas de acesso às fazendas.

#### **4.1.2.3. Sala de máquinas**

A sala de máquinas, em todas as fazendas pesquisadas, apresentaram características semelhantes. Normalmente caracteriza-se por espaços em alvenaria, com área de 20m<sup>2</sup> a 22m<sup>2</sup> e abertura para ventilação e a passagem, em caso de reparos, do compressor e de outros equipamentos responsáveis pelo funcionamento da ordenhadeira e dos tanques de resfriamento.

Na execução da sala de máquinas, deve ser observada sua proximidade com a sala de ordenha e a sala de leite, a fim de economizar materiais e equipamentos na implantação. As aberturas para ventilação devem ser orientadas para o lado contrário aos locais de permanência de animais e pessoas, evitando-se estresse por ruído provocado durante o funcionamento do maquinário.

#### **4.1.3. Instalações destinadas ao tratamento sanitário dos animais**

##### **4.1.3.1. Farmácia e tronco**

A presença de farmácia foi constatada em todas as propriedades pesquisadas, apresentando áreas de 20m<sup>2</sup>, 22m<sup>2</sup> ou 28m<sup>2</sup>. Esse espaço físico é utilizado para guarda e manipulação de medicamentos e sêmen destinado à reprodução do plantel. A farmácia possui, ainda, paredes e bancadas com lavatório revestidas de cerâmica. Os exames e a aplicação de medicamentos ocorrem no tronco; é imprescindível a proximidade entre ambos.

O tronco é constituído por aço galvanizado, madeira ou adquiridos comercialmente, sendo este último o mais comum, por possuir artifícios para imobilização do animal. O tronco possui, em média, comprimento de 2,20m, largura de 1,20m e altura de 2,00m. Nas Fazendas A e D, o tronco localiza-se ao lado da farmácia; na B, situa-se junto ao galpão para confinamento, isto é, na saída da sala de ordenha; e na C, está isolado em uma das extremidades do curral de confinamento.

#### **4.1.4. Instalações destinadas ao armazenamento de alimentos volumosos**

##### **4.1.4.1. Silo**

Os silos usados na conservação de alimento volumoso são, nas Fazendas A e C, cilindros de concreto, verticais, com capacidade de 30t a 600t, os quais estão sendo substituídos por silos trincheira com capacidade para 150t cada.

Encontram-se também silos verticais de metal (industrializados), para conservação do alimento concentrado. Nas Fazendas B e D, somente são utilizados silos tipo trincheira para o alimento volumoso, com capacidade de 150t cada.

##### **4.1.4.2. Fenil**

O feno, nas Fazendas A e D, é armazenado em galpão convencional de duas águas com cobertura de cimento-amianto, lanternim, paredes de alvenaria e portão de acesso com 4,5m de largura. Essa estrutura também é usada para estocagem do alimento concentrado, contendo em seu interior escritório e banheiro com acesso externo. Na Fazenda C, a estocagem de feno é feita em um galpão com cobertura de telha de barro em duas águas, paredes de alvenaria e piso de concreto. A Fazenda B armazena o feno em baú de alumínio utilizado em caminhões de carga.

As áreas utilizadas para atividade de estocagem eram de 72m<sup>2</sup>, 130m<sup>2</sup>, 295m<sup>2</sup> e 300m<sup>2</sup> nas Fazendas B, C, A e D, respectivamente.

#### **4.1.5. Instalações destinadas ao armazenamento de cama e dejetos**

##### **4.1.5.1. Depósito de cama**

Nas fazendas pesquisadas não foi verificada a existência de instalações destinadas ao depósito de cama. O material utilizado encontra-se disposto em

baías de descanso, ocupando espaço no interior do galpão de confinamento, sujeito a umidade e contaminações diversas.

A inexistência de local adequado para armazenamento de cama gera, também, dificuldade de transporte para descarga do material ao chegar na fazenda e na reposição diária às baias. Esta prática favorece o aparecimento de fungos e bactérias nas camas de origem orgânica e acentua o endurecimento pela umidade das camas com base mineral.

O espaço disponibilizado para depósito de cama, no interior do galpão, era de 9m<sup>2</sup>, 12m<sup>2</sup>, 15m<sup>2</sup> e 20m<sup>2</sup> nas unidades de produção C, A, D e B, respectivamente.

#### **4.1.5.2. Depósito de dejetos**

Os dejetos coletados, provenientes da limpeza do galpão para confinamento e dos piquetes, em todas as propriedades, são dispostos em buracos abertos próximos às culturas de silagem, nas quais são espalhados após a colheita da última safra.

Não existem sistemas de tratamento dos dejetos em nenhuma das propriedades pesquisadas. Porém, a estimativa de produção diária de dejetos é base para dimensionamento dos tanques de tratamento e estimativa da capacidade do solo em receber os dejetos para uso futuro em plantios, evitando-se problemas de impermeabilização do solo e contaminação das águas subterrâneas, entre outros.

#### **4.1.6. Instalação destinada à administração do sistema de produção**

##### **4.1.6.1. Escritório**

Espaço físico com arranjo simples no qual normalmente ocorrem atribuições administrativas, contábeis, de controle de estoque, de inspeção e outros. Localiza-se isolado ou acopladamente ao galpão para confinamento.

Na Fazenda A, a estrutura construída congrega a área destinada a administração, os sanitários, o almoxarifado, a farmácia, o tronco e a cozinha, ocupando uma área de 60m<sup>2</sup>.

Na Fazenda B, o escritório, com 48m<sup>2</sup>, situa-se no segundo pavimento da edificação, em uma das extremidade do galpão para confinamento, o qual propicia uma visão panorâmica dos animais em produção, bem como das atividades de manejo.

Na Fazenda C, o escritório, com 18m<sup>2</sup>, está conjugado com a farmácia, o almoxarifado e o sanitário, e localiza-se ao lado da sala de ordenha.

O escritório da propriedade D ocupa uma área de 130m<sup>2</sup>; além das atividades citadas na Fazenda A, abriga sala de reuniões e sala de treinamento com lousa.

Para efetivo controle do processo de obtenção do leite, o escritório deve localizar-se próximo ao acesso principal e ao estacionamento e permitir a máxima visualização do rebanho.

#### **4.1.7. Instalações destinadas aos funcionários e máquinas**

##### **4.1.7.1. Almoxarifado e vestiário**

O almoxarifado, em todas as propriedades pesquisadas, encontra-se anexo ao escritório. A fim de facilitar o acesso dos funcionários às ferramentas e aos equipamentos utilizados diariamente no trato dos animais, em alguns casos o almoxarifado é desmembrado em várias instalações menores espalhadas pela propriedade. Os vestiários também necessitam ser descentralizados, para evitar o deslocamento demasiado dos funcionários.

#### **4.1.7.2. Garagem e oficina**

A garagem e a oficina destinam-se a guardar e efetuar manutenção dos equipamentos de grande porte. São estruturas construídas em madeira ou metal, com cobertura de cimento-amianto em duas águas, desprovidas de paredes laterais mas incluindo um cômodo destinado à guarda de peças, ferramentas, adubos e outros itens que necessitam de maior controle. Normalmente quando há excedente de produção das culturas, de ração ou de material para cama, entre outros, recorre-se ao espaço da garagem e da oficina para armazená-los por curtos períodos.

O espaço ocupado com essas atividades varia de acordo com a mecanização de cada unidade de produção, contudo, a menor área encontrada foi de 120m<sup>2</sup>.

O maquinário empregado na Fazenda A caracteriza-se por quatro tratores, duas colhedoras de forragem, duas semeadoras, duas adubadoras, um pulverizador, uma carreta para picar e misturar o alimento (Totalmix) e uma balança individual.

A Fazenda B dispõe de dois tratores, que realizam atividades de limpeza, transporte e preparo do solo para produção das culturas e uma carreta para picar e misturar o alimento.

A Fazenda C utiliza em seu manejo dois tratores, uma colhedora de forragem, uma semeadora, uma adubadora, um pulverizador, duas grades, um subsolador e equipamento para irrigação para 20ha.

A Fazenda D utiliza três tratores, uma colhedora de forragem, uma adubadora, um pulverizador, uma grade niveladora, uma grade aeradora, um arado e um distribuidor de calcário.

#### **4.1.8. Áreas externas de apoio**

##### **4.1.8.1. Culturas para produção de silagem**

As culturas de forrageiras para silagem variam de acordo com a especificação dos alimentos previstos para os animais. As culturas de milho e de sorgo são predominantes em sistemas onde os animais apresentam alto potencial genético para produção. O complemento alimentar é realizado por meio de ração balanceada ou de alimentos concentrados como farelo de soja, caroço de algodão, polpa cítrica e alimento mineral.

A área disponível para produção de alimento volumoso é um dos fatores limitantes à implantação e ampliação dos sistemas de produção de leite em confinamento tipo baias livres; portanto, deve-se estimar a capacidade de produção necessária à alimentação do plantel.

Uma alternativa é a produção intensiva de forragem (milho e sorgo) com dois cultivos anuais, com aproveitamento total do esterco para adubação orgânica, adubação verde, rotação de cultura, proporcionando-se assim o monitoramento da fertilidade do solo.

##### **4.1.8.2. Acesso principal e estacionamento**

O acesso principal e o estacionamento permitem a circulação de máquinas e caminhões de coleta de leite, bem como veículos de passeio.

Na Fazenda A, o acesso principal é asfaltado com área de estacionamento sombreada; para se chegar até ao escritório e ao vestiário usa-se uma circulação que passa atrás da usina de leite.

Nas propriedades B e C, os acessos são pavimentados com paralelepípedo de pedra e conduzem diretamente ao galpão para confinamento e ao escritório.

A unidade produtora D possui estacionamento sombreado e acesso asfaltado; este separa o curral de espera do galpão para confinamento, o que se

torna inconveniente, devido à interrupção da passagem dos veículos quando ocorre movimentação dos animais nos horários de ordenha.

Para um melhor desempenho do modo de circulação, o acesso principal deve ser formado por um único eixo que não separe instalações de fluxo contínuo. Por ser um caminho por onde podem chegar doenças, deve ser afastado do bezerreiro e de outros pontos que exigem maiores cuidados, como a maternidade. Além disso, assim como o estacionamento, o vestiário e o escritório, necessitam de circulação livre, se possível, antes de chegar às demais instalações.

Veículos de grande porte devem ter acesso facilitado ao fenil, aos silos, ao depósito de ração e à sala de leite, proporcionando uma barreira física alternativa, isto é, separando a circulação de caminhões de instalações como o galpão para confinamento, a sala de ordenha e o curral de espera, como forma de promover proteção sanitária e diminuição do ruído que chega aos animais.

## **4.2. CARACTERIZAÇÃO DO CORPO TÉCNICO E MANEJO**

### **4.2.1. Quadro de funcionários**

O quadro de funcionários da Fazenda A era composto de três tratoristas, dois funcionários para limpeza do galpão para confinamento, dois motoristas de caminhão, oito jardineiros, duas pessoas para trato de novilhas, uma secretária, dois responsáveis pelo bezerreiro, um funcionário para trato das vacas na maternidade, dois funcionários para ordenha, um serralheiro, um preparador de animais para exposição e três funcionários para serviços gerais, os quais ocupavam quatorze residências.

Na propriedade B os trabalhos eram realizados por um gerente técnico, uma secretária, um nutricionista, um veterinário, um funcionário para limpeza, três responsáveis pela ordenha, um inseminador, três motoristas, quatro pessoas para o plantio, uma para exposição, um folguista e duas na recria. A Fazenda B dispunha de seis residências para funcionários.

A propriedade C contava com um zootecnista, dois responsáveis pela ordenha, dois para distribuição do alimento, um chefe de curral e quatro pessoas na produção de alimentos. Três residências eram disponibilizadas para funcionários.

A unidade produtora D dispunha de três responsáveis pela ordenha, um para limpeza, um folguista, dois para trato e cuidados com o bezerreiro, dois no plantio, um gerente técnico agropecuário e dois veterinários, sendo um para clínica e outro para reprodução. Nove residências eram destinadas para os funcionários.

#### **4.2.2. Características do manejo**

A rotina do sistema de confinamento tipo baias livres não diferia, na sua essência, em nenhuma das unidades visitadas durante a coleta de dados; concentrava-se principalmente nas atividades de trato alimentar e ordenha.

Normalmente o manejo se iniciava às 5h da manhã com a ordenha, onde funcionários conduziam os animais até o curral de espera e posteriormente à sala de ordenha. Para essas atividades eram utilizados de dois a três funcionários, responsáveis por operar a ordenhadeira e conduzir os animais.

Na Fazenda D, os lotes a serem ordenhados eram divididos em três categorias: primeiro as vacas recém-paridas ou as que ficavam nos piquetes, segundo as grandes produtoras e por último as vacas em final de produção.

Durante a ordenha, em todas as fazendas, eram feitos testes para verificar a qualidade do leite, recolhendo-se amostras de cada teta, em uma vasilha de fundo negro para indicar a presença de mastite. A limpeza e desinfecção das tetas era feita com solução diluída de cloro, as quais eram secas com toalha de papel. Quando necessário, aplicavam-se estimulantes (oxitocina) para liberação do leite, facilitando e diminuindo o tempo de ordenha.

Após a extração do leite, ocorria nova desinfecção das tetas com iodo, em todos os animais ordenhados, os quais eram conduzidos ao curral de espera, onde recebiam água e retornavam ao galpão para confinamento. Os animais que necessitavam de cuidados eram enviados ao tronco, onde recebiam tratamento.

A limpeza da sala de ordenha era feita ao final de cada ordenha, com uma solução à base de soda cáustica e aplicação posterior de cloro líquido. Os animais quando retornavam ao galpão, já encontravam-no limpo e com o trato alimentar disponível. Geralmente era oferecido alimento concentrado e volumoso, duas a três vezes ao dia, dependendo do manejo empregado.

Na Fazenda D, o trato diário por animal em produção era de 80 litros de água, 28kg a 35kg de silagem de milho, 1kg a 2kg de feno, 6kg de ração balanceada, 2kg de caroço de algodão, 1kg de farelo de soja, e, sal mineral à vontade.

A Fazenda C oferecia alimento aos animais duas vezes ao dia, sendo 40 a 60 litros de água, 25kg de volumoso, 9kg de ração e sal mineral. Os animais da Fazenda B consumiam 35kg de volumoso, 8kg de concentrado constituído de polpa cítrica prensada e caroço de algodão, além de feno e sal mineral. A alimentação dos animais da Fazenda A consistia de volumoso à base de silagem de milho e feno, caroço de algodão e ração concentrada.

Aproximadamente 20% do leite extraído diariamente na ordenha, era destinada à alimentação de bezerros. A distribuição do leite era feita por um funcionário, com o auxílio de um carrinho-de-mão. Portanto, a distância entre a sala de ordenha e o bezerreiro é fator importante na rotina diária e precisa ser considerada na fase de projeto.

O leite para consumo imediato destinado à nutrição dos bezerros, não necessita de refrigeração e deve ser separado no início da ordenha; essa é uma forma de diminuir a acidez do produto final, a qual resulta de resíduos que possam ter ficado retidos no interior da tubulação, mesmo com a limpeza executada na ordenha anterior.

### **4.3. ARRANJO FÍSICO DAS INSTALAÇÕES**

São pontos de partida para desenvolvimento, análise e execução de projetos de sistema de confinamento tipo baias livres: os dados de entrada, constituidores do roteiro ou seqüência de operações necessárias para obtenção do leite, as instalações destinadas à permanência dos usuários (animais, funcionários, máquinas, produtos) e os serviços de suporte. Esse conjunto compõe a base da carta de fluxos, permitindo identificar as fases necessárias ao funcionamento do sistema de produção.

#### **4.3.1. Carta de fluxo ou processo**

A análise funcional da seqüência de operações, isto é, como o leite é obtido para fins agroindustriais, foi realizada levando-se em consideração a rotina de cada unidade produtiva, os equipamentos disponíveis e a mão-de-obra necessária, como exposto no Capítulo 2.

De posse desses dados, a análise da movimentação de animais, de pessoas e de máquinas, ao longo das etapas exigidas pelo processo de produção de leite, resultou em um diagrama de fluxos ou carta de fluxos. Na presente pesquisa, foi elaborada uma carta de fluxos, síntese dos deslocamentos nas quatro fazendas pesquisadas, bem como verificada a intensidade do fluxo em cada fase do processo.

A seqüência de operações necessárias à produção de leite, ou seja, coleta (○), deslocamento (◻), inspeção (◻), espera do lote (D) e estoque (∇) nos quatro sistemas de produção de leite pesquisados, foi representada por símbolos, acompanhados de setas indicadoras da direção do fluxo. Juntamente com os símbolos, identifica-se a magnitude do fluxo, ou seja, a intensidade dos movimentos: anual (1), mensal (2), ocasional (3), diário, com uma ocorrência (4) e diário, com três ocorrências (5), como indicado na Figura 25.

A carta de fluxos permite identificar os principais fluxos entre áreas e estabelecer o melhor roteiro, otimizando as operações para à produção de leite.



Nesse sentido, para o caso de sistemas de confinamento tipo baias livres, podem-se destacar nove fluxos principais:

- 1) do acesso principal para as áreas de apoio (estacionamento, escritório e vestiário);
- 2) do acesso principal para as áreas de armazenamento (fenil, silo, depósito de cama e almoxarifado);
- 3) das áreas de armazenamento para as áreas de criação (galpão para confinamento, maternidade, piquete de novilha, piquete de vacas secas e isolamento);
- 4) do galpão para confinamento para o setor de produção (curral de espera, sala de ordenha e sala de leite);
- 5) das áreas de criação para as áreas de tratamento sanitário (tronco e farmácia);
- 6) entre áreas de criação;
- 7) da sala de leite para o acesso principal;
- 8) da sala de ordenha para o bezerreiro;
- 9) das áreas de criação para o depósito de dejetos e as culturas para silagem.

A carta de fluxos de materiais, base para a análise das inter-relações entre as instalações, bem como os graus de proximidade, representados pelos símbolos A (absolutamente necessário), E (muito importante), I (importante), O (pouco importante), U (desprezível) e X (indesejável), formam a carta de inter-relações apresentada na Figura 26.

A elaboração da carta de inter-relações possibilitou mostrar as exigências de inter-relacionamento de uma maneira completa, em ambos os sentidos, quanto aos requisitos de proximidade ou de isolamento, tendo-se por base as razões (motivos) para a escolha do grau de proximidade relativa entre as instalações (Cap. 2, Quadro 23).

A análise conjunta da carta de fluxos e da carta de inter-relações constitui um passo fundamental para realizar um esboço de localização das instalações necessárias ao sistema de confinamento (Cap. 2, Quadros 20 a 22).

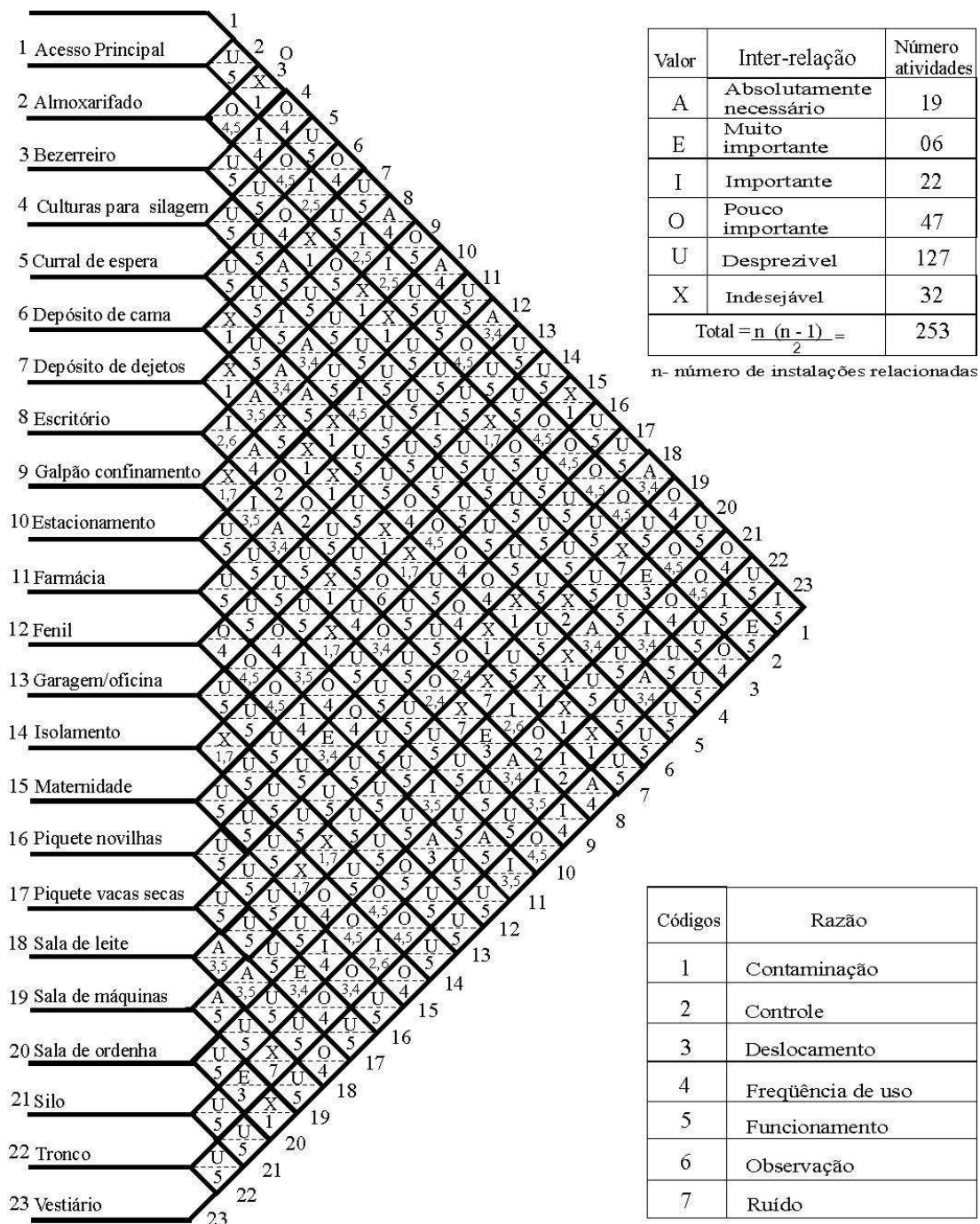
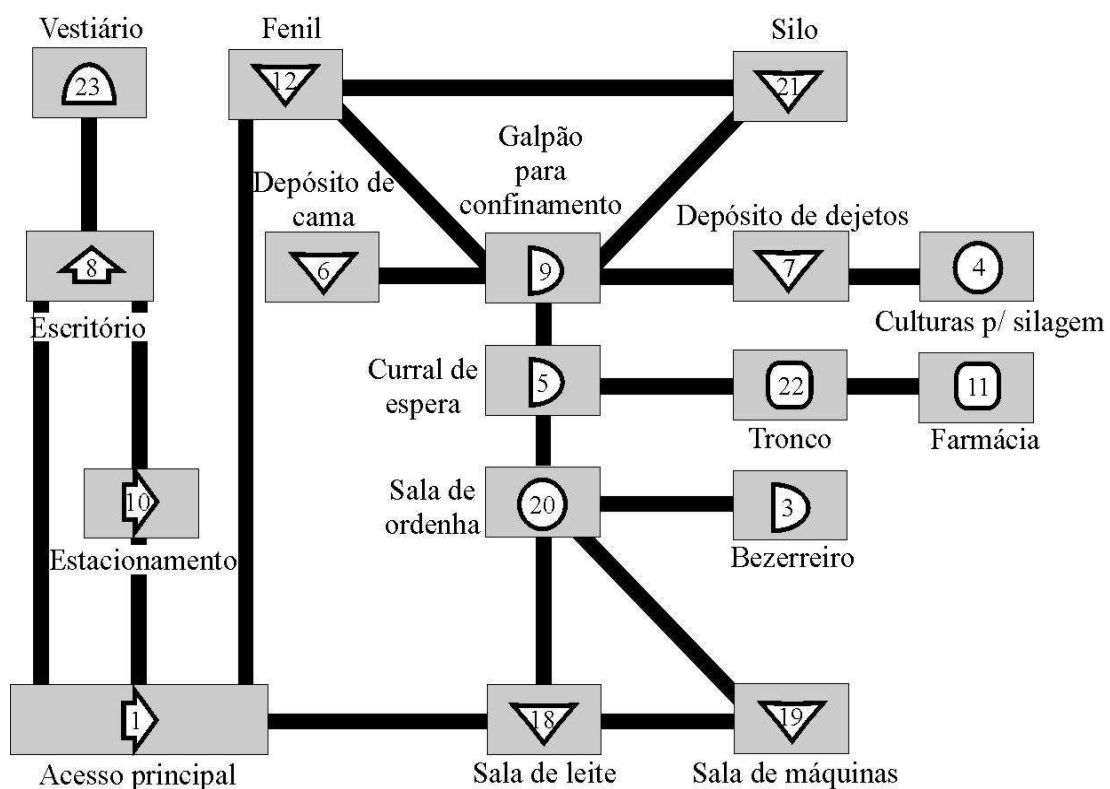


Figura 26 - Carta síntese de inter-relações entre as instalações necessárias ao funcionamento de um sistema de confinamento tipo baias livres.

O esboço de localização, denominado diagrama de fluxos ou inter-relações, inicia-se pelas inter-relações mais importantes, que devem ser privilegiadas, seguindo-se as de menos importância, como indicam as Figuras 27 a 31. Procedendo-se dessa forma, os diagramas foram desenvolvidos e aperfeiçoados, antes de alcançar a disposição mais adequada das instalações envolvidas.

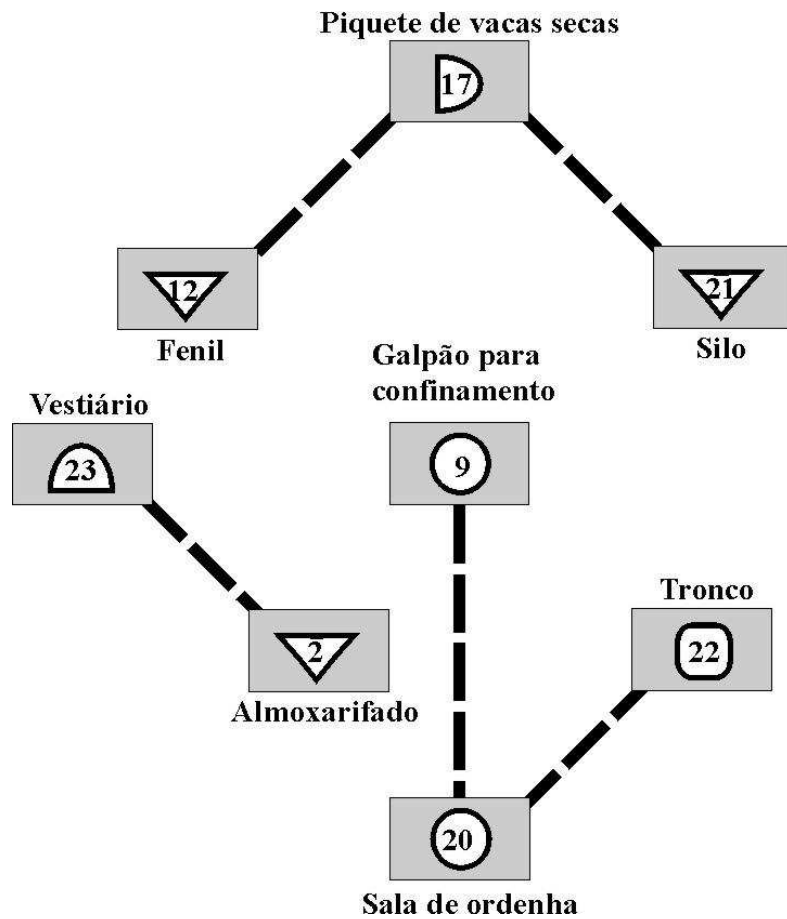
As instalações cujas inter-relações são da classe A estão bem próximas uma das outras, as da classe X estão bem distantes e as classes intermediárias são arranjadas para atender as conveniências e exigências inerentes a cada projeto de sistema intensivo de confinamento tipo baias livres.

O diagrama síntese representa a interligação mais apropriada para as instalações, independentemente da área necessária para cada ambiente requerido, como indicado na Figura 32.



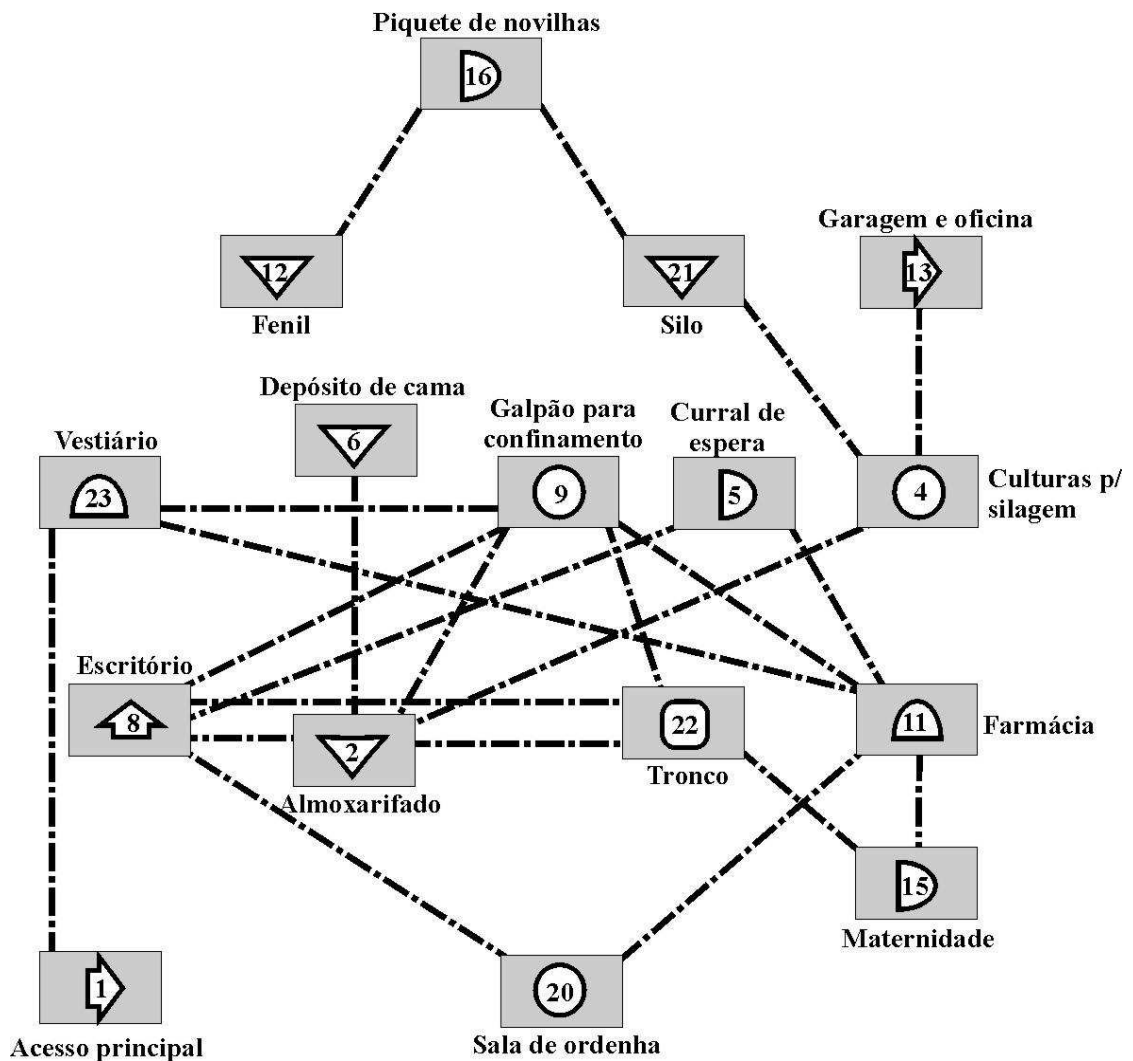
Símbolos	Atividades
○	Coleta / produção / aquisição
⇨	Deslocamento / transporte
□	Inspeção / contagem / tratamento
⊔	Espera do lote / criação
▽	Estoque / armazenamento / distribuição
⊔	Serviços de apoio
⌂	Área administrativa

Figura 27 - Diagrama 1 de inter-relações para o grau de proximidade absolutamente necessário (A) entre as instalações das Fazendas A, B, C e D.



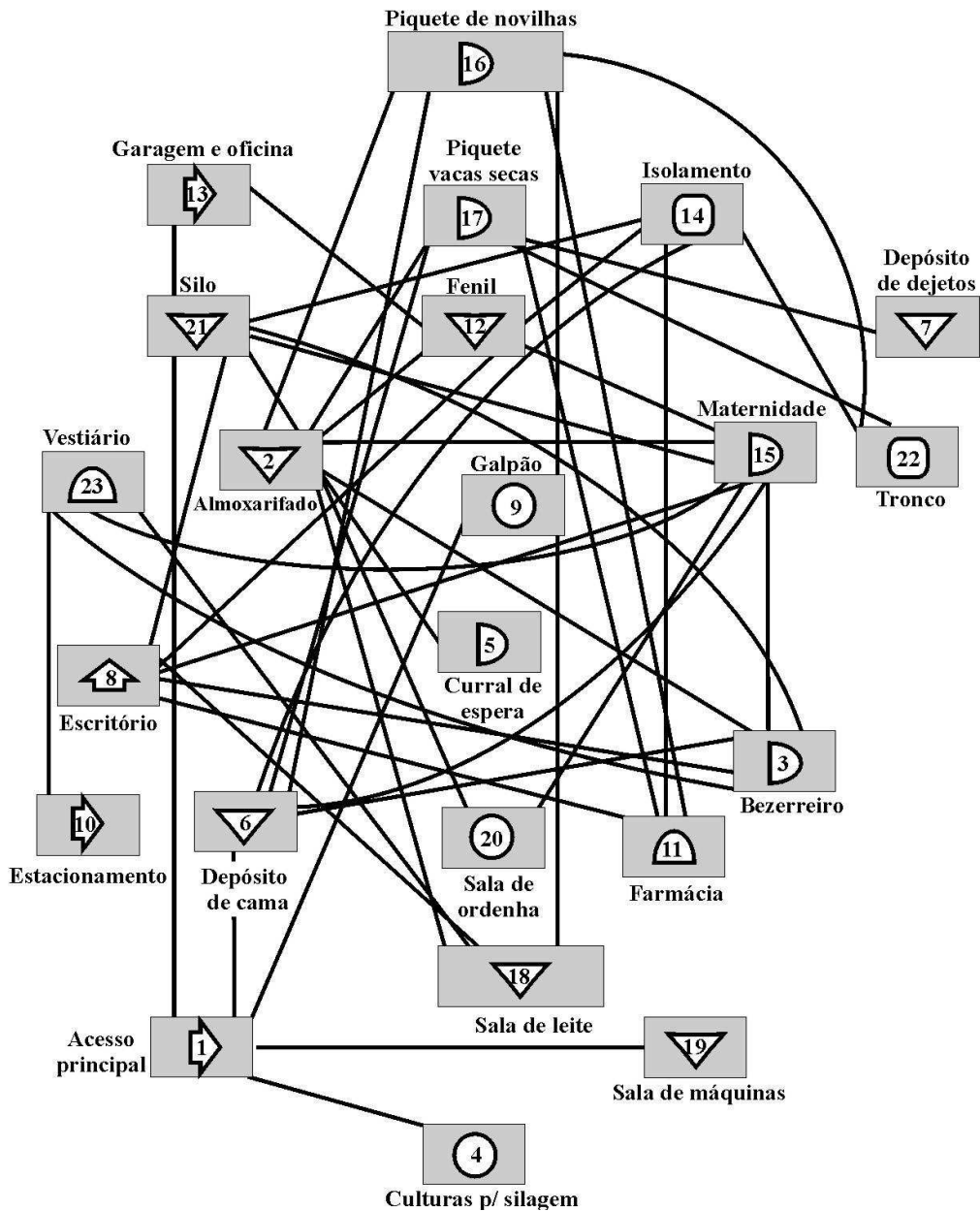
Símbolos	Atividades
○	Coleta / produção / aquisição
◀	Deslocamento / transporte
□	Inspeção / contagem / tratamento
D	Espera do lote / criação
▽	Estoque / armazenamento / distribuição
D	Serviços de apoio
↑	Área administrativa

Figura 28 - Diagrama 2 de inter-relações para o grau de proximidade muito importante (E) entre as instalações das Fazendas A, B, C e D.



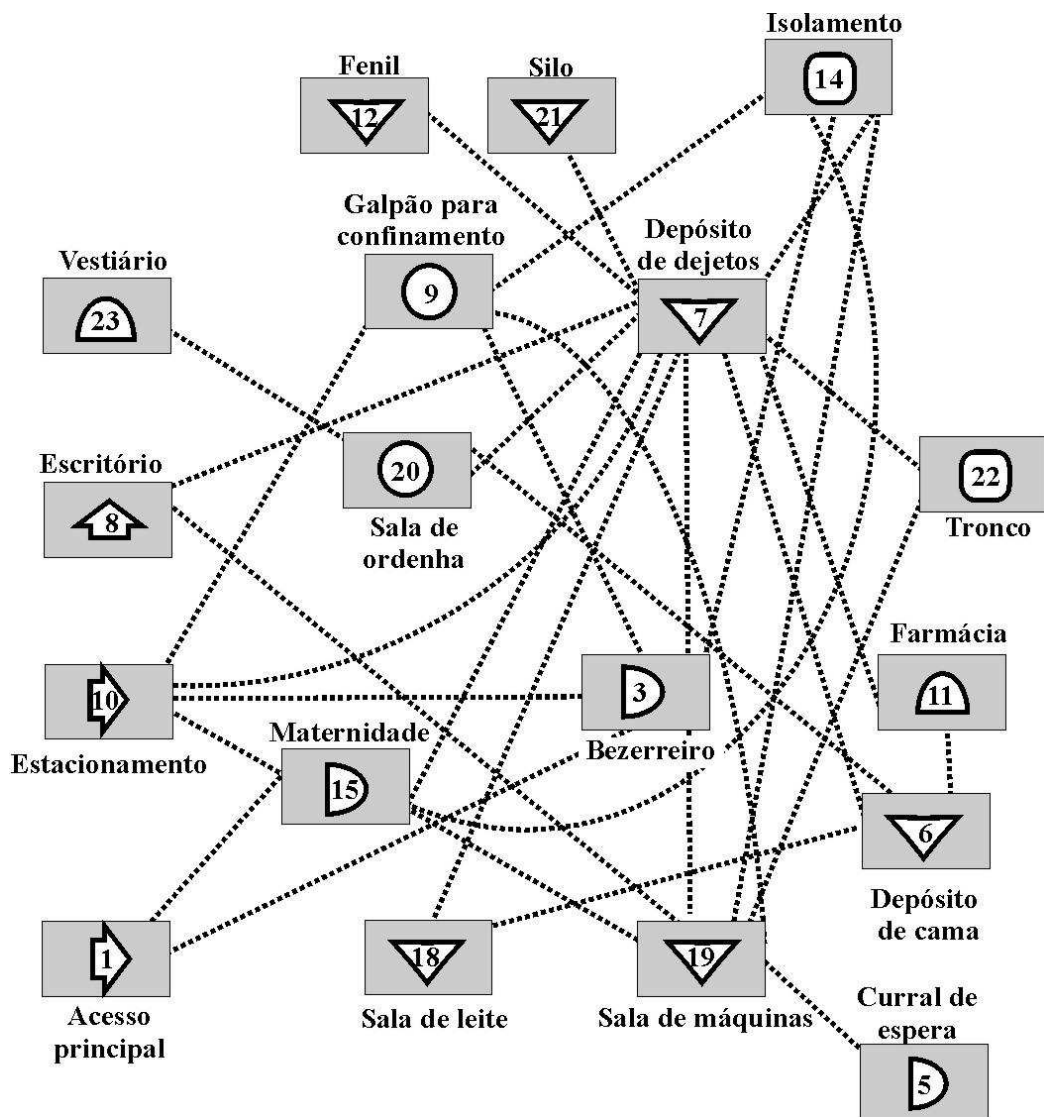
Símbolos	Atividades
○	Coleta / produção / aquisição
◀▶	Deslocamento / transporte
□	Inspeção / contagem / tratamento
◐	Espera do lote / criação
▽	Estoque / armazenamento / distribuição
◑	Serviços de apoio
⌂	Área administrativa

Figura 29 - Diagrama 3 de inter-relações para o grau de proximidade importante (I) entre as instalações das Fazendas A, B, C e D.



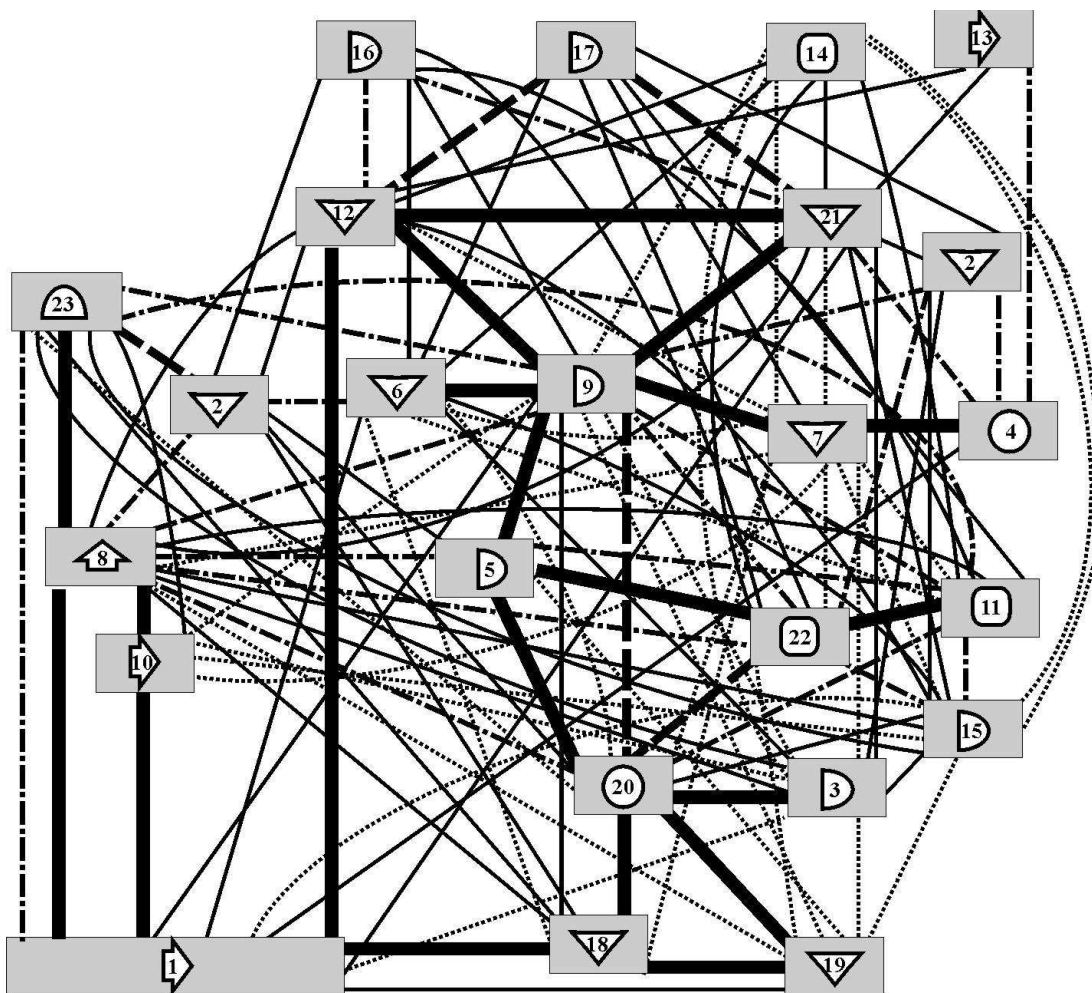
Símbolos	Atividades
○	Coleta / produção / aquisição
→	Deslocamento / transporte
□	Inspeção / contagem / tratamento
D	Espera do lote / criação
▽	Estoque / armazenamento / distribuição
⌒	Serviços de apoio
⌒	Área administrativa

Figura 30 - Diagrama 4 de inter-relações para o grau de proximidade pouco importante (O) entre as instalações das Fazendas A, B, C e D.



Símbolos	Atividades
○	Coleta / produção / aquisição
⇨	Deslocamento / transporte
□	Inspeção / contagem / tratamento
⌒	Espera do lote / criação
▽	Estoque / armazenamento / distribuição
⌒	Serviços de apoio
⌆	Área administrativa

Figura 31 - Diagrama 5 de inter-relações para o grau de proximidade indesejável (X) entre as instalações das Fazendas- A, B, C e D.



Símbolos	Atividades
○	Coleta / produção / aquisição
◁	Deslocamento / transporte
□	Inspeção / contagem / tratamento
◐	Espera do lote / criação
▽	Estoque / armazenamento / distribuição
◑	Serviços de apoio
⌂	Área administrativa

Figura 32 - Diagrama síntese das inter-relações entre as instalações das Fazendas A, B, C e D.

Por intermédio do diagrama síntese das inter-relações, foi possível identificar que a instalação descrita como almoxarifado (2) liga-se a muitas outras, havendo a necessidade de dividi-la ou descentralizá-la.

Definido o vínculo geográfico entre as diversas instalações que compõem um sistema de confinamento, pode-se partir para a determinação da área para cada uma. O objetivo foi estabelecer a inter-relação entre espaços, isto é, adaptar ao diagrama síntese de inter-relações, os espaços físicos e ou as áreas necessárias para cada instalação. Para obter a área ou o espaço requerido para cada instalação, utilizou-se o método de projeção de tendências, conforme exposto no Capítulo 2. O resultado está apresentado, de forma sintética, no Quadro 29 de características e áreas das instalações.

O Quadro 29 contém a lista das instalações necessárias para a implantação de um sistema de confinamento tipo baias livres e referência de área ( $m^2$ ) ou de volume ( $m^3$ ) por animal alojado no galpão para confinamento, considerando-se o número de animais alojados igual ao número de baias existentes no galpão, bem como características físicas e os requisitos especiais que diferem o tipo e a forma de cada instalação.

Foram consideradas de dimensões variáveis as instalações destinadas ao acesso principal, às culturas para silagem, ao estacionamento, à garagem e à oficina, ao isolamento e aos piquetes de novilhas e de vacas secas. As áreas necessárias para essas instalações dependem do espaço disponível e do nível de mecanização da propriedade; contudo, deve-se estimar, principalmente para os piquetes, uma área mínima de  $10m^2$  por animal a ser alojado, de acordo com a recomendação da ABCP (1996).

Para estimar a área destinada ao galpão de confinamento, foram consideradas as áreas cobertas e descobertas para alimentação, incluindo cochos e espaço para permanência dos animais, área de descanso com baias e corredores para permanência e circulação de animais e máquinas, área de cocho para volumoso e minerais, áreas para bebedouro por animal, área total do galpão para confinamento e o número de baias instaladas.

O número de baias instaladas no galpão para confinamento das fazendas pesquisadas é apresentado no Quadro 29, considerando-se que:

- a) lotação efetiva refere-se ao número de animais estabulados e ordenhados no período da pesquisa, desconsiderando-se aqueles alojados em piquetes ou em outras condições;
- b) capacidade instalada indica, com base na literatura, o total de animais possíveis de serem alojados no galpão, partindo-se do pressuposto que o número de animais não pode superar em 10% o número de baias;
- c) total de baias indica o número total de baias com acesso livre aos animais dentro do galpão para confinamento, sendo usado como base para cálculo de área utilizada por animal.

Quadro 29 - Número de baias e relação m<sup>2</sup>/animal alojado em baias no galpão para confinamento.

Base de cálculo	Fazenda A*	Fazenda B*	Fazenda C*	Fazenda D*
Lotação efetiva, vacas (LE)	90	126	30	53
Capacidade instalada (CI)	141	212	30	220
Total de baias (TB)	128	192	27	200
Área total do galpão, m <sup>2</sup> (AG)	3.920	2.175	1.951	3.000
<b>Relação m<sup>2</sup>/animal</b>	<b>30,6</b>	<b>11,3</b>	<b>72,2</b>	<b>15,0</b>

Fonte: (\*) Levantamento “in loco”, realizado em janeiro e fevereiro de 2000.

As áreas destinadas aos cochos para alimento volumoso, para minerais e para bebedouros foram calculadas considerando-se a razão entre a área de cada equipamento e o número de baias instaladas no galpão para confinamento de cada fazenda, como indicado no Quadro 30.

Quadro 30 - Áreas de cochos e bebedouro em m<sup>2</sup>/animal alojado em baias.

Base de cálculo (m <sup>2</sup> )	Fazenda A	Fazenda B	Fazenda C	Fazenda D
Cocho para alimento volumoso	1,31	0,85	1,44	1,00
Cocho para mistura mineral	0,01	*	*	0,11
Bebedouro	0,18	0,26	0,09	0,24

Fonte: Levantamento “in loco”, realizado em janeiro e fevereiro de 2000.

Nota: (\*) Mistura mineral fornecida junto com o alimento volumoso e concentrado.

Para o cálculo da área da sala de ordenha, foram consideradas as áreas do fosso de operação, com piso rebaixado, a área de ordenha ocupada pelo animal, o período de funcionamento diário e o tempo médio gasto na ordenha por animal. Cabe ressaltar que o cálculo das áreas refere-se a salas do tipo espinha-de-peixe com ordenha automática e piso elevado para lotes de seis e doze animais, de acordo com o Quadro 31.

Quadro 31 - Tempo de funcionamento, área da sala de ordenha e relação m<sup>2</sup>/animal alojado em baias no galpão para confinamento.

Base de cálculo	Fazenda A*	Fazenda B*	Fazenda C*	Fazenda D*
Funcionamento (horas/dia)	3,50	6,00	3,50	6,50
Tempo médio de permanência (min)/animal	1,71	1,64	1,77	3,00
Área de fosso (m <sup>2</sup> )	25,20	21,16	15,75	26,14
Área de ordenha (m <sup>2</sup> )	56,00	30,00	26,25	66,00
Área total (m <sup>2</sup> ) (AT)	81,20	51,16	42,00	92,14
<b>Relação m<sup>2</sup>/animal (AT/TB)</b>	<b>0,63</b>	<b>0,26</b>	<b>1,55</b>	<b>0,46</b>

Fonte: (\*) Levantamento “in loco”, realizado em janeiro e fevereiro de 2000.

A área para sala de máquinas e sala de leite foi calculada considerando-se as áreas totais dos ambientes que abrigam os equipamentos.

Para um dimensionamento mais rigoroso dessas instalações, é necessário um levantamento completo dos equipamentos a serem utilizados, devido à gama de modelos disponíveis, como mostrado no Quadro 32.

Junto à sala de máquinas, deve-se prever um dispositivo auxiliar gerador de energia elétrica, a fim de se evitarem problemas com uma possível falta de fornecimento. Esse equipamento normalmente é um gerador movido a óleo diesel ou um complemento adaptável ao trator, sendo este mais econômico em função da eventualidade de sua utilização.

Para o cálculo da área necessária ao curral de espera, considerou-se a razão entre a área disponível de curral e o número total de baias instaladas no galpão para confinamento das fazendas pesquisadas, desconsiderando-se espaços necessários a bebedouros e outros equipamentos que se julguem necessários, conforme indicado no Quadro 32.

Quadro 32 - Área para a sala de máquinas, a sala de leite e o curral de espera relativamente ao total de baias.

Base de cálculo	Fazenda A*	Fazenda B*	Fazenda C*	Fazenda D*
Sala de máquinas (m <sup>2</sup> /animal)	0,17	0,10	0,40	0,10
Sala de leite (m <sup>2</sup> /animal)	0,33	0,20	1,33	0,53
Curral de espera (m <sup>2</sup> /animal)	1,56	0,75	2,40	1,57

Fonte: (\*) Levantamento “in loco”, realizado em janeiro e fevereiro de 2000.

**Quadro 33 - Previsão de áreas para sistemas intensivos de confinamento tipo baias livres, com base nos levantamentos realizados nas Fazendas A,B,C e D.**

Nº	Instalações	m <sup>2</sup> /animal	m <sup>3</sup> /animal	Características físicas e requisitos especiais
1	Acesso principal	variável		Deve permitir o deslocamento de caminhões e máquinas de grande porte
2	Almoxarifado	0,45	-	O desmembramento permite melhorar o atendimento a diversos setores
3	Bezerreiro	0,41	-	Destinado a baias fixas convencionais
4	Culturas para silagem	variável		Deve levar em conta o tipo de volumoso e o número de animais
5	Curral de espera	1,20	-	Pode ser reduzido de acordo com o manejo e os tamanhos dos grupos
6	Depósito de cama	0,10	-	Deve ser local seco, perto do estábulo e com acesso para veículo grande
7	Depósito de dejetos	-	0,070/dia	Considerando-se a densidade do esterco de 600kg/m <sup>3</sup>
8	Escritório	0,50	-	Pode ser reduzido para rebanhos superiores a 150 animais
9	Galpão p/ confinamento	7,50	-	A área considera o espaço das baias e de circulação de animais e máquinas
10	Estacionamento	variável		Deve permitir o acesso direto ao escritório e circulação de máquinas
11	Farmácia	0,16	-	Deve permitir o acesso direto ao tronco e estar próximo à sala de ordenha
12	Fenil	-	0,045/dia	Considerando-se o consumo de 6kg/animal/dia e ter beiral mínimo de 1,2m
13	Garagem e oficina	variável		Depende do nível de mecanização
14	Isolamento	variável		Pode-se adotar a recomendação para piquetes
15	Maternidade	1,38		Pode-se adotar a recomendação para piquetes
16	Piquete de novilhas	10,00		Valor relativo ao espaço ocupado por animal a ser contido
17	Piquete de vacas secas	10,00		Valor relativo ao espaço ocupado por animal a ser contido
18	Sala de leite	0,35		Deve possuir contato direto com a sala de ordenha e o acesso principal
19	Sala de máquinas	0,12		Aberturas devem direcionar-se ao oposto do local de permanência dos animais
20	Sala de ordenha	0,35	-	Deve possuir aberturas que garantam dissipação do calor e ruído
21	Silo	-	0,045/dia	Deve localizar-se próximo ao fenil e estábulo de confinamento
22	Tronco	0,09	-	Deve localizar-se próximo a sala de ordenha e farmácia
23	Vestiário	0,14	-	Deve localizar-se próximo ao escritório e estacionamento

Fonte: elaborado pelo autor.

#### 4.4. CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Durante os dois dias de coleta de dados em cada propriedade, pôde-se verificar, comparando-se os dados coletados com a bibliografia, que os animais foram submetidos a valores de ITGU até 74, considerados dentro da faixa suportável de estresse provocado pelo calor.

Comparando-se os índices encontrados e os estudos desenvolvidos por BAÊTA (1997) e HAHN (1985), em todas as fazendas pesquisadas foram obtidos índices de ITGU dentro do limite de conforto térmico para animais. Contudo no período da tarde, entre 12h e 15h, nos pontos de medição foram constatados índices de ITGU indicadores de estresse moderado aos animais.

Nos Quadros 34 a 37 são apresentados os valores obtidos de ITGU, o nível médio de ruído, a velocidade média do ar, o índice médio de luminosidade e a localização dos pontos de medição nas fazendas A, B, C e D, em coleta nos meses de janeiro e fevereiro, conforme as Figuras 33 a 36.

Quadro 34 - Condições ambientais de exposição ao calor, à luz e ao ruído na Fazenda A<sup>(1)</sup>.

Nº	Local de medição	Variáveis ambientais										
		ITGU			Velocidade do ar (m/s)			Nível médio de ruído (dBA)			Luminosidade (lux)	
		M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	Dia <sup>(5)</sup>	N <sup>(4)</sup>
1	Galpão	65,2	74,0	65,8	0,8	2,0	0,5	67,2	64,0	59,0	725	23
2	Galpão com ventilador	65,0	73,5	65,8	1,4	1,5	0,1	74,9	73,7	64,0	710	25
3	Galpão	65,0	73,5	65,8	1,1	1,6	0,2	67,9	64,0	59,0	980	22
4	Curral de espera com sombrite	64,7	73,1	70,1	0,1	0,2	0,1	75,4	72,0	69,3	196	18
5	Sala de ordenha	64,3	73,7	66,0	0,1	0,6	0,1	91,3	88,9	81,7	412	25
6	Externo	66,8	79,4	68,6	1,6	1,6	0,8	82,5	67,2	53,0	1.320	22

Fonte: elaborado pelo autor

Notas: <sup>(1)</sup> levantamento nos pontos de medição, nos meses de janeiro e fevereiro de 2000

<sup>(2)</sup> medição no período da manhã às 6 horas

<sup>(3)</sup> medição no período da tarde às 12 horas

<sup>(4)</sup> medição noturna às 21 horas

<sup>(5)</sup> luminosidade média dos pontos de medição, sob céu encoberto, às 6 e 12 horas

Quadro 35 - Condições ambientais de exposição ao calor, à luz e ao ruído na Fazenda B<sup>(1)</sup>.

Nº	Local de medição	Variáveis ambientais										
		ITGU			Velocidade do ar (m/s)			Nível médio de ruído (dBA)			Luminosidade (lux)	
		M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	Dia <sup>(5)</sup>	N <sup>(4)</sup>
1	Galpão	65,6	76,7	68,6	0,3	0,2	<0,1	63,0	64,4	46,0	890	20
2	Galpão	64,7	75,1	67,8	0,1	1,0	0,1	75,2	56,5	44,0	892	21
3	Galpão	71,0	74,0	69,7	<0,1	0,6	<0,1	73,9	69,5	40,0	880	20
4	Galpão	66,3	77,8	70,1	0,1	1,0	0,3	71,4	57,2	65,5	890	19
5	S. ordenha	72,1	76,4	72,2	<0,1	0,1	<0,1	86,6	79,0	77,0	880	22
6	Externo	66,5	81,6	68,3	0,3	0,3	0,4	75,0	70,0	63,5	1.200	20

Fonte: elaborado pelo autor

Notas: <sup>(1)</sup> levantamento nos pontos de medição, nos meses de janeiro e fevereiro de 2000

<sup>(2)</sup> medição no período da manhã às 6 horas

<sup>(3)</sup> medição no período da tarde às 12 horas

<sup>(4)</sup> medição noturna às 21 horas

<sup>(5)</sup> luminosidade média dos pontos de medição, sob céu parcialmente encoberto, às 6 e 12 horas

Quadro 36 - Condições ambientais de exposição ao calor, à luz e ao ruído na Fazenda C<sup>(1)</sup>.

Nº	Local de medição	Variáveis ambientais										
		ITGU			Velocidade do ar (m/s)			Nível médio de ruído (dBA)			Luminosidade (lux)	
		M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	Dia <sup>(5)</sup>	N <sup>(4)</sup>
1	Sala de ordenha	67,9	72,1	70,8	1,1	0,7	0,2	78,0	74,0	55,0	430	28
2	Galpão	68,3	78,4	71,9	0,6	0,8	0,3	62,0	64,0	42,0	560	28
3	Galpão	68,3	76,2	71,3	0,7	0,1	0,2	64,0	67,0	55,0	313	21
4	Cocho	68,5	72,7	70,1	0,2	0,1	0,2	61,0	64,0	59,0	64	12
5	Externo	67,0	73,3	70,6	2,1	2,8	0,4	46,0	63,0	65,0	1.400	22

Fonte: elaborado pelo autor

Notas: <sup>(1)</sup> levantamento nos pontos de medição, nos meses de janeiro e fevereiro de 2000

<sup>(2)</sup> medição no período da manhã às 6 horas

<sup>(3)</sup> medição no período da tarde às 12 horas

<sup>(4)</sup> medição noturna às 21 horas

<sup>(5)</sup> luminosidade média dos pontos de medição, sob céu encoberto, às 6 e 12 horas

Quadro 37 - Condições ambientais de exposição ao calor, à luz e ao ruído na Fazenda D<sup>(1)</sup>.

Nº	Pontos de medição	Variáveis ambientais										
		ITGU			Velocidade do ar (m/s)			Nível médio de ruído (dBA)			Luminosidade (lux)	
		M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	Dia <sup>(5)</sup>	N <sup>(4)</sup>
1	Sala de ordenha	66,7	66,5	64,7	<0,1	0,2	<0,1	89,2	91,8	58,0	440	25
2	Galpão	64,5	66,3	65,2	0,4	1,2	0,6	54,0	64,0	62,0	820	22
3	Galpão	64,7	66,1	63,8	0,6	1,4	1,1	62,0	64,0	62,0	826	21
4	Externo	69,0	70,1	63,4	2,8	3,3	1,8	62,0	63,0	58,0	1.408	23

Fonte: elaborado pelo autor

Notas: <sup>(1)</sup> levantamento nos pontos de medição, nos meses de janeiro e fevereiro de 2000

<sup>(2)</sup> medição no período da manhã às 6 horas

<sup>(3)</sup> medição no período da tarde às 12 horas

<sup>(4)</sup> medição noturna às 21 horas

<sup>(5)</sup> luminosidade média dos pontos de medição, sob céu encoberto, às 6 e 12 horas

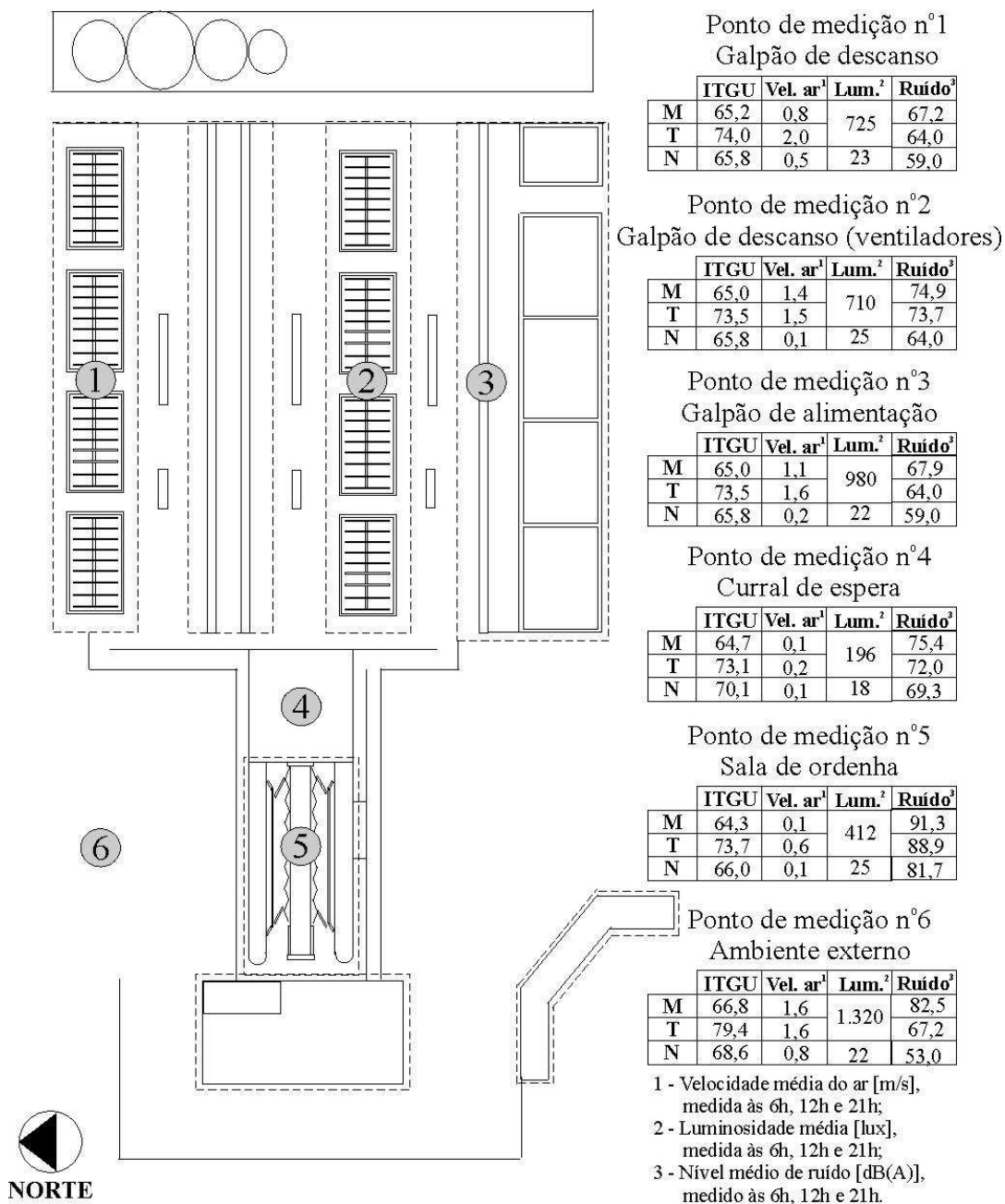
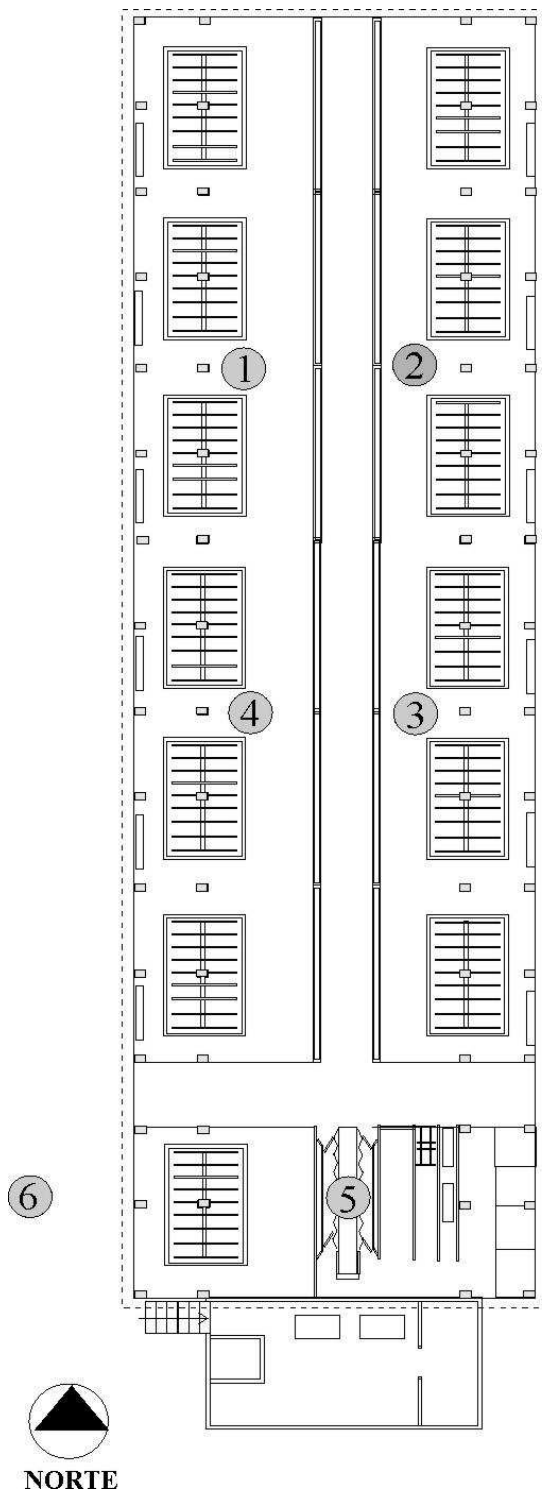


Figura 33 - Resultados das condições ambientais de exposição ao calor, à luz e ao ruído nos pontos de medição indicados na Fazenda A, sob condições de céu encoberto.



Ponto de medição n°1  
Galpão para confinamento

	ITGU	Vel. ar <sup>1</sup>	Lum. <sup>2</sup>	Ruído <sup>3</sup>
M	65,6	0,3	890	63,0
T	76,7	0,2		64,4
N	68,6	0,0	20	46,0

Ponto de medição n°2  
Galpão para confinamento

	ITGU	Vel. ar <sup>1</sup>	Lum. <sup>2</sup>	Ruído <sup>3</sup>
M	64,7	0,1	892	75,2
T	75,1	1,0		56,5
N	67,8	0,1	21	44,0

Ponto de medição n°3  
Galpão para confinamento

	ITGU	Vel. ar <sup>1</sup>	Lum. <sup>2</sup>	Ruído <sup>3</sup>
M	71,0	0,0	880	73,9
T	74,0	0,6		69,5
N	69,7	0,0	20	40,0

Ponto de medição n°4  
Galpão para confinamento

	ITGU	Vel. ar <sup>1</sup>	Lum. <sup>2</sup>	Ruído <sup>3</sup>
M	66,3	0,1	890	71,4
T	77,8	1,0		57,2
N	70,1	0,3	19	65,5

Ponto de medição n°5  
Sala de ordenha

	ITGU	Vel. ar <sup>1</sup>	Lum. <sup>2</sup>	Ruído <sup>3</sup>
M	72,1	0,0	880	86,6
T	76,4	0,1		79,0
N	72,2	0,0	22	77,0

Ponto de medição n°6  
Ambiente externo

	ITGU	Vel. ar <sup>1</sup>	Lum. <sup>2</sup>	Ruído <sup>3</sup>
M	66,5	0,3	1.200	75,0
T	81,6	0,3		70,0
N	68,3	0,4	20	63,5

- 1 - Velocidade média do ar [m/s], medida às 6h, 12h e 21h;
- 2 - Luminosidade média [lux], medida às 6h, 12h e 21h;
- 3 - Nível médio de ruído [dB(A)], medido às 6h, 12h e 21h.

Figura 34 - Resultados das condições ambientais de exposição ao calor, à luz e ao ruído nos pontos de medição indicados na Fazenda B, sob condições de céu parcialmente encoberto.

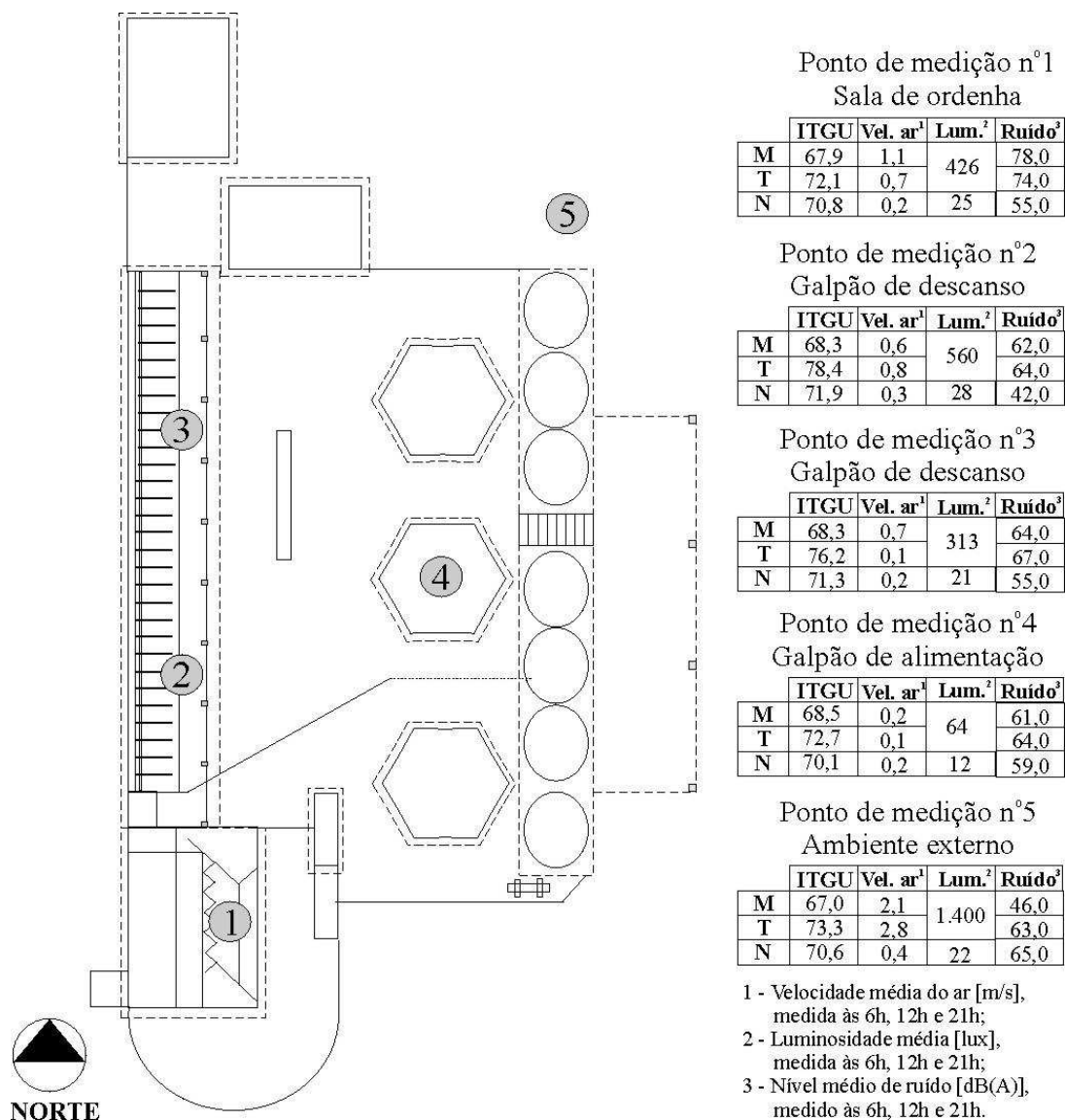


Figura 35 - Resultados das condições ambientais de exposição ao calor, à luz e ao ruído nos pontos de medição indicados na Fazenda C, sob condições de céu encoberto.

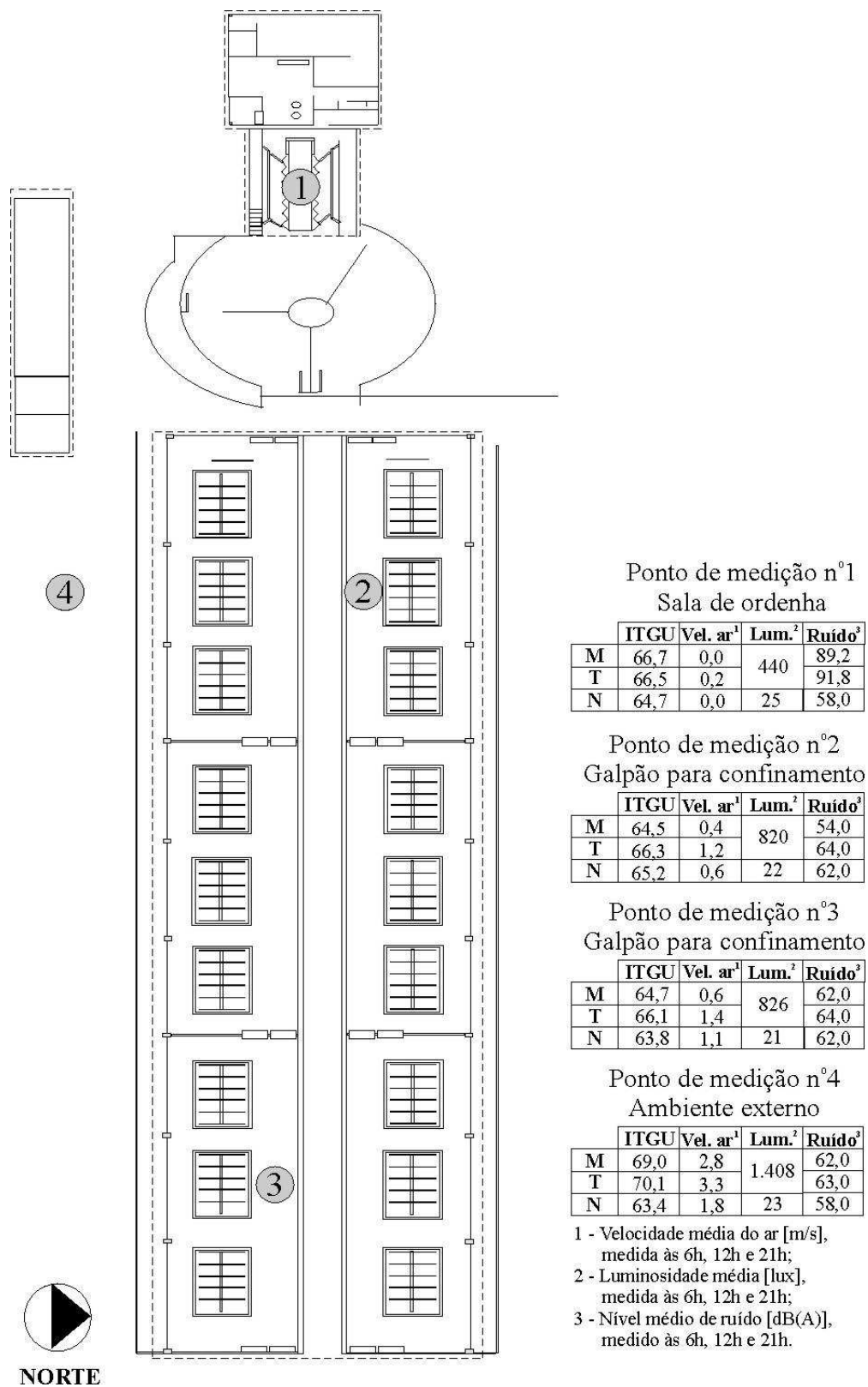


Figura 36 - Resultados das condições ambientais de exposição ao calor, à luz e ao ruído nos pontos de medição indicados na Fazenda D, sob condições de céu encoberto.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

Buscando-se considerar a realidade do produtor, as tendências tecnológicas e as necessidades metodológicas na fase de projeto, na presente pesquisa foram estudados, analisados e tratados sistemicamente problemas arquitetônicos, ambientais e de manejo que permeiam a produção de leite.

Para fins de planejamento de sistemas de confinamento tipo baias livres, na pesquisa trataram-se procedimentos metodológicos para o arranjo físico desse tipo de instalações agroindustriais, os quais possam servir de suporte ao desenvolvimento de projetos. Um exemplo de aplicação é apresentado como um estudo piloto que pode servir de referência à implantação de um sistema intensivo de confinamento tipo baias livres.

A proposta de setorização resultante do uso do SLP apresenta-se como uma alternativa para o arranjo físico das instalações. Tendo como elemento principal o galpão para confinamento, foram combinados os diagramas de fluxos e de inter-relações para estabelecer o espaço requerido para cada instalação, conforme indicado no Quadro 33.

O estudo piloto prevê 23 instalações necessárias ao funcionamento de um sistema de confinamento tipo baias livres para uma locação de 150 animais adultos, alojados e em fase de lactação, como se mostra na Figura 37.

Cabe ressaltar que o tamanho do plantel pode variar de acordo com o estágio de implantação, isto é, plantel em formação ou plantel já constituído. De modo geral, o número de animais do plantel deve ser da ordem de quatro vezes o número de animais alojados.

Propõe-se um galpão para confinamento com área de  $1.173\text{m}^2$  ( $7,50\text{m}^2$  por animal alojado e dividida em quatro lotes, por meio de contenções) e cochos de alimentação, feno, mistura mineral e bebedouro, permitindo o manejo do rebanho conforme o nível de produção de leite dos animais. Prevêem-se baias instaladas perpendicularmente aos cochos de alimentação, visando-se induzir a uma maior utilização dos cochos. As 144 baias propostas possuem largura de 1,20m e comprimento de 1,80m, divididas em oito blocos de 18 baias cada. O número de animais alojados é 10% maior que o número de baias instaladas, conforme recomenda a bibliografia, portanto a capacidade total de estabulação é de 158 animais. Porém, para facilitar a compreensão do método para cálculo de áreas, adotou-se o número médio de 150 animais.

O galpão para confinamento é formado por um corredor central, com largura de 1,20m, pelo qual ocorre o deslocamento dos animais até o curral de espera e a volta às baias após a ordenha. Os cochos para alimento volumoso localizam-se nas laterais do galpão, prevendo-se o abastecimento por intermédio de carreta misturadora (Totalmix); desse modo, evita-se o trânsito de tratores no interior do galpão, o que permite reduzir a área construída por animal alojado e o nível de ruído.

O estudo piloto também contempla a instalação de canaletas hidráulicas coletoras em todo o perímetro do galpão para confinamento, tendo em vista a eliminação da abrasão provocada pela grade de proteção das canaletas em contato com o casco durante a circulação dos animais. A limpeza pode ocorrer por meio de raspagem ou inundação, utilizando-se o sistema “flushing”.

Para a cobertura do galpão para confinamento, propõe-se utilizar estrutura metálica, de madeira ou de pré-moldado de concreto, conforme preferência do produtor, com lanternim em duas águas, como forma de

facilitar a movimentação de ar e a dissipação de calor, como esquematizado na Figura 38. Prevê-se a localização do depósito de cama no interior do galpão, a fim de facilitar a reposição diária do material usado como cama, reduzindo-se o deslocamento de funcionários.

A proposta contempla  $180\text{m}^2$  de área total para o curral de espera, considerando-se  $1,20\text{m}^2$  por animal. Conforme já discutido, encontra-se diretamente ligado ao galpão para confinamento e à sala de ordenha. O curral de espera corresponde a um ambiente cercado, coberto com sombrite, visando-se reduzir a carga térmica que incide nos animais, sendo dividido em duas partes: uma é a espera dos lotes de chegada e a outra a saída da sala de ordenha. Cabe ressaltar que os animais que se encontram no curral de espera têm acesso aos bebedouros do galpão para confinamento.

Optou-se por uma sala de ordenha espinha-de-peixe, com piso elevado, e capacidade para ordenhar oito animais simultaneamente, como forma de aumentar o tempo de funcionamento e o desempenho do equipamento. Possui área de  $52,50\text{m}^2$ , o que corresponde a  $0,35\text{m}^2$  por animal alojado, contenções metálicas totalmente permeáveis à ventilação e acesso imediato ao pedilúvio, ao tronco e ao curral de espera, conforme o manejo previsto.

Quanto à sala de leite, foi prevista uma área total de  $52,50\text{m}^2$ , correspondendo a  $0,35\text{m}^2$  por animal alojado, possui um acesso direto à sala de ordenha e um outro, maior, ao acesso principal destinado à coleta de leite pelo caminhão e à manutenção dos equipamentos. Encontra-se diretamente ligada à sala de máquinas, com vistas a minimizar o custo de implantação.

Para a sala de máquinas, prevêem-se aberturas voltadas para o lado contrário aos locais de permanência dos animais, visando-se máxima troca de ar e minimização do ruído provocado pelos equipamentos. Para essa instalação, prevê-se área total de  $18\text{m}^2$ , o que corresponde a  $0,12\text{m}^2$  por animal alojado.

A farmácia está sendo localizada ao lado da sala de ordenha, com área de  $24\text{m}^2$  ( $0,16\text{m}^2$  por animal alojado), possui acesso direto ao tronco e ao

pedilúvio, facilitando o manejo. O tronco e o pedilúvio, localizados entre a farmácia e a sala de ordenha, apresentam área de  $13,50\text{m}^2$ , o que corresponde a  $0,09\text{m}^2$  por animal alojado.

Para a instalação destinada ao bezerreiro fixo, estabeleceu-se área de  $61,50\text{m}^2$  ( $0,41\text{m}^2$  por animal alojado), cobertura de duas águas com lanternim, contenções permeáveis à ventilação ao nível dos animais, cocho de alimentação, bebedouro e baias individuais.

Propõe-se para o bezerreiro a utilização das baias individuais, como as do galpão para confinamento, visando-se o condicionamento dos animais ao uso da cama de descanso, como forma de preparação ao posterior uso do galpão para confinamento, visto que a não adaptação do animal pode levá-lo ao descarte. Quanto à localização, é sugerido que se situe próximo à sala de leite, local provedor de alimento, como forma de reduzir o deslocamento de funcionários durante o trato diário.

A maternidade com área de  $207\text{m}^2$  ( $1,38\text{m}^2$  por animal alojado), caracteriza-se pela presença de cocho de alimentação e bebedouro cobertos, baias de descanso individuais, baias de parição e área descoberta entre o cocho e as baias de descanso. O fornecimento de alimento deve ser feito por meio de carreta misturadora (Totalmix), como parte do roteiro de distribuição de alimento.

Os piquetes de novilhas e de vacas secas, previstos com área total de  $1.500\text{m}^2$  ( $10\text{m}^2$  por animal alojado), são providos de cocho e bebedouro cobertos, servindo também como área de descanso para os animais. São situados próximos aos locais de armazenamento de alimentos, sendo separados do galpão para confinamento pelo silo e pelo fenil, como forma de dificultar a transmissão de doenças. Cabe ressaltar que, conforme citado anteriormente, o espaço requerido para piquetes irá depender do estágio de evolução do plantel, de forma que um plantel em formação necessitará de maior área disponível para criação das novilhas.

O piquete de isolamento prevê cocho e bebedouro cobertos e sua área é variável, de acordo com a necessidade do plantel.

Deve-se salientar que um plantel que está em formação recebe um maior número de animais externos; conseqüentemente deve possuir área disponível apropriada. Na presente proposta o estudo piloto disponibiliza 200m<sup>2</sup>, com capacidade de contenção de até 20 animais.

É fundamental que os locais destinados ao armazenamento dos alimentos estejam localizados próximos ao galpão para confinamento e dos piquetes, a fim de facilitar a distribuição do alimento, reduzindo-se o tempo de fornecimento.

O estudo propõe um fenil de 1.296m<sup>3</sup> (0,048m<sup>3</sup> por animal alojado) e capacidade para 162 toneladas de feno (densidade de 125kg/m<sup>3</sup>) e empilhamento máximo de 4 metros de altura, o suficiente para garantir o abastecimento de 150 animais alojados durante seis meses (consumo médio de 6kg/dia).

Na estrutura do silo, previu-se um local destinado ao armazenamento de alimento concentrado (ração) com 36m<sup>2</sup>, e um sanitário de 6m<sup>2</sup>, com acesso externo. Para o silo, optou-se pela utilização do modelo trincheira com capacidade para 675 toneladas de volumoso, dividido em duas estruturas de 615m<sup>3</sup> cada, suficiente o bastante para abastecer um rebanho de 150 animais alojados durante seis meses. Considera-se a densidade de 550kg/m<sup>3</sup> de volumoso e profundidade de 3 m para o silo.

O estudo proposto prevê também um almoxarifado, destinado à guarda de ferramentas e peças de manutenção e reposição, com área de 67,50m<sup>2</sup> (0,45m<sup>2</sup> por animal alojado), sendo dividido em três estruturas independentes, localizadas próximas das áreas de armazenamento, administração e garagem.

Quanto à garagem e à oficina, ocupam área variável, de acordo com o nível de mecanização da propriedade. Contudo, propõe-se área mínima de 150m<sup>2</sup>, suficiente para acomodar um trator, uma carreta misturadora, um caminhão de pequeno porte e acessórios.

A proposta indica também a implantação do setor administrativo com área de 75m<sup>2</sup> (0,50m<sup>2</sup> por animal alojado), próximo ao acesso principal,

reduzindo o tráfego de pessoas e veículos, principalmente, nas áreas destinadas aos animais. Juntamente com o escritório, prevê-se a instalação de vestiário com  $21\text{m}^2$  ( $0,14\text{m}^2$  por animal alojado).

Para o depósito de dejetos, está sendo sugerida a sua localização próxima ao galpão para confinamento e à cultura de milho para silagem, para posterior distribuição dos efluentes. O volume previsto é de  $315\text{m}^3$  de dejetos para um período de 30 dias, considerando-se uma produção diária de  $0,070\text{m}^3$  por animal.

Cabe ressaltar que a presente proposta resultante de um estudo preliminar, não deve ser considerada uma estrutura rígida e sim uma referência de planejamento aos interessados, a qual, desenvolvida segundo o SLP, confere ao projetista diretrizes práticas, ferramentas de controle dos vários passos de um projeto e base sólida e consistente para as mais diferentes condições de trabalho.

De um modo geral pode-se dizer que a melhor produção tende a acontecer quando se projeta a execução de uma tarefa definida, em um tempo definido e utilizando-se um método definido. Em projetos agroindustriais, como os sistemas intensivos de confinamento com estabulação tipo baias livres, em termos de organização dos espaços e atividades pode-se afirmar que a produtividade aumentará ao se especificar claramente o que deve ser feito, quem deve fazer, quando deve ser feito e o local adequado, seguindo um método de planejamento sistemático, organizado e universal.

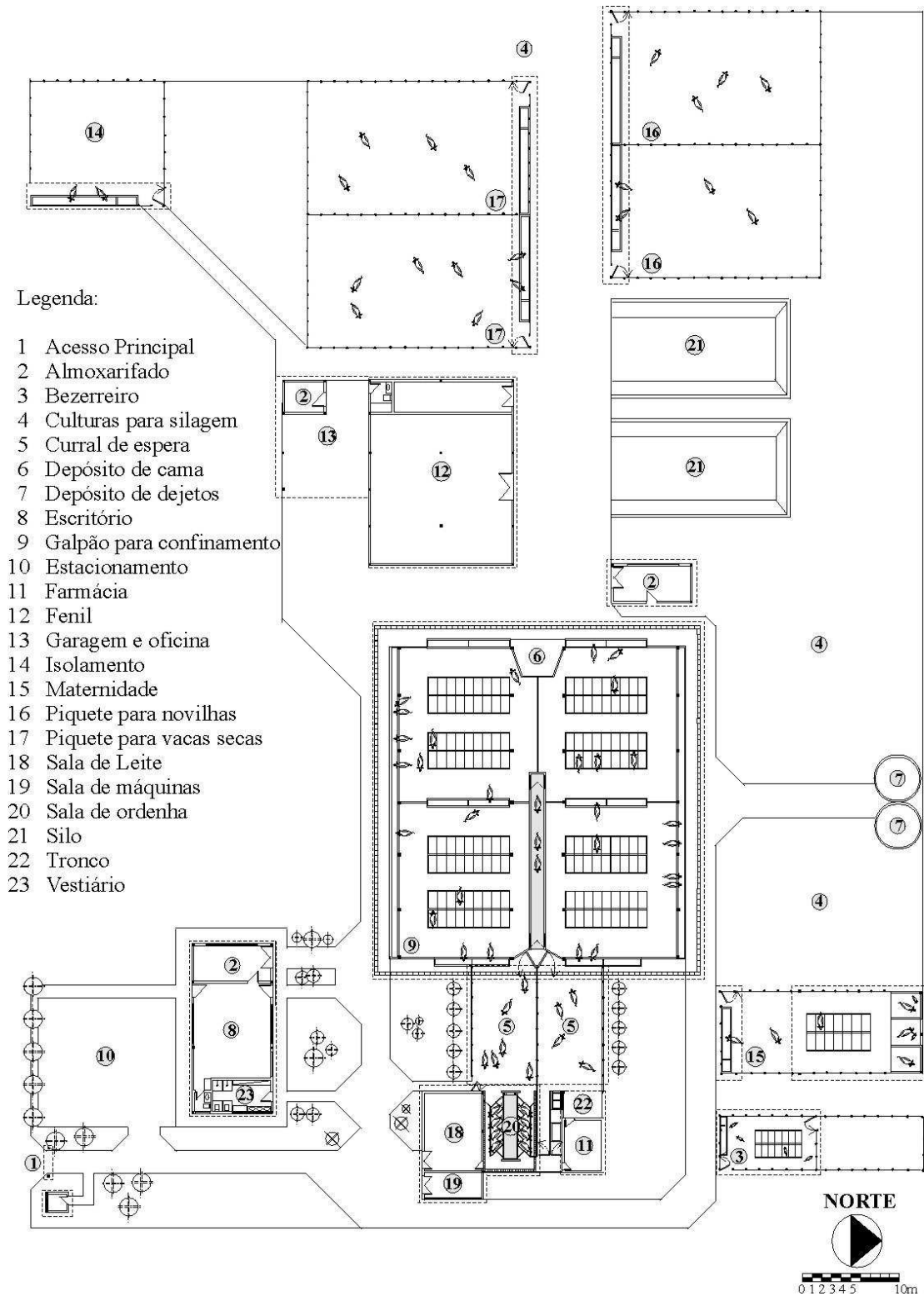


Figura 37 - Proposta de setorização resultante do uso do SLP: estudo piloto para sistemas de confinamento com estabulação tipo baias livres, com capacidade para 150 animais em produção.

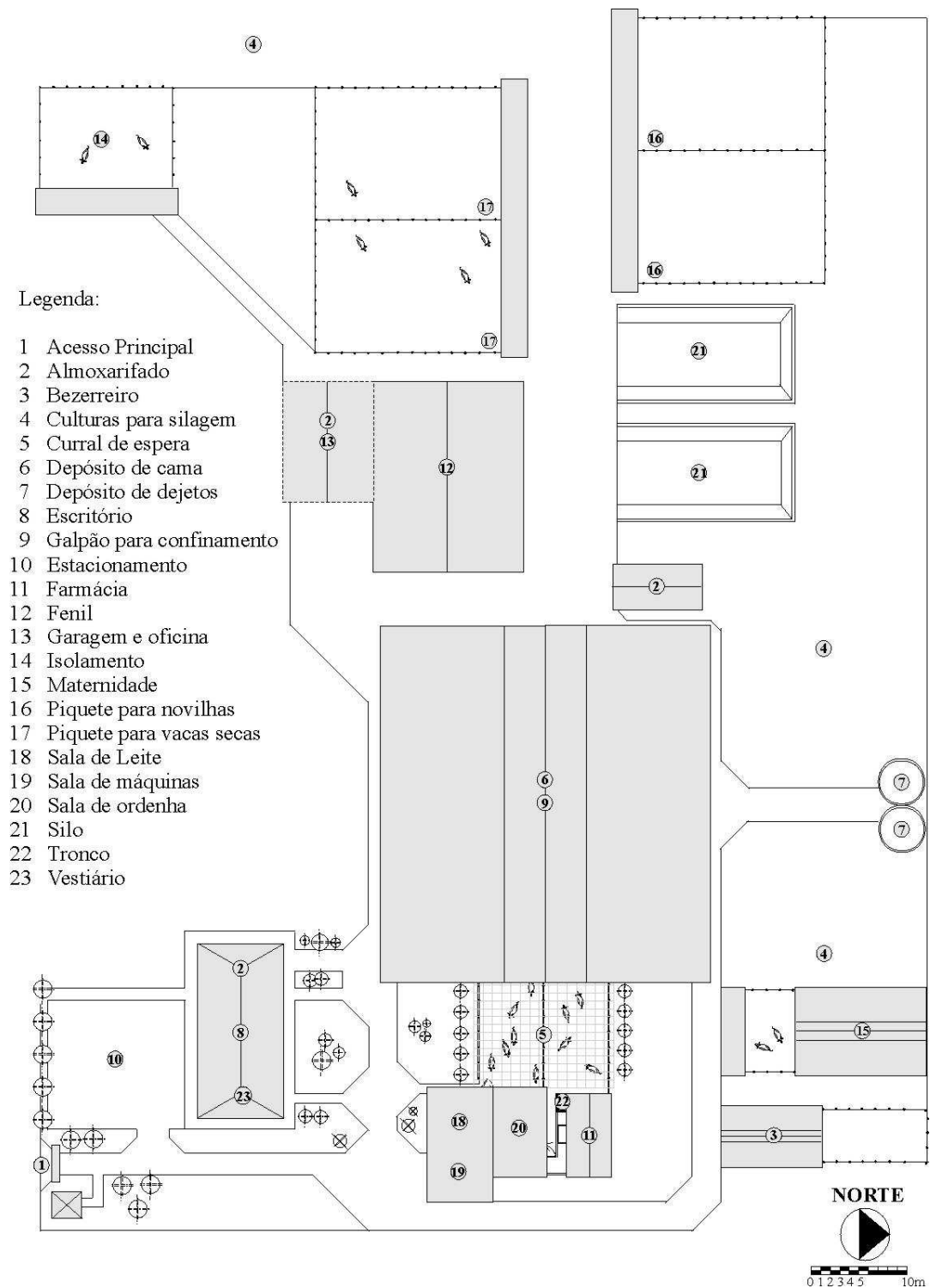


Figura 38 - Proposta para cobertura das áreas setorizadas com o SLP, resultantes do estudo piloto para sistemas de confinamento com estabulação tipo baias livres, com capacidade para 150 animais em produção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCP- Associação Brasileira de Cimento Portland. Guia de construções rurais à base de cimento - Benfeitorias para Bovinocultura. São Paulo, 1996. 62p.
- ANFAR – Associação Nacional dos Fabricantes de Ração. Boletim.1997.
- ARAVE, C. W. e ALBRIGHT, J.L. Cattle behavior. **Journal of Dairy Science**, Champaign (Illinois), v. 64, n. 6, p. 1318 - 29, June. 1981.
- ARAVE, C.W. e WALTERS, J.L. Factors affecting lying behavior and stall utilization of dairy cattle. *Applied Animal Ethology*, Amsterdam, v. 6, n. 4, p. 369 - 76, Oct. 1980.
- ARMSTRONG, D. V. Sistema de produção em confinamento: Planejamento de instalações e sala de ordenha. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 10, 1998; Piracicaba. Anais... Piracicaba, 1998.
- AKUTSU, M. SAT, N. PEDROSO, N. Desempenho térmico de edificações habitacionais e escolares: Manual de procedimentos para avaliação.. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo. 1987.
- BACCARI, F. JR. Manejo ambiental para produção de leite em climas quentes. In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia, 2, 1998, Goiânia. Anais... Goiânia, 1998. p. 136 – 161.

- BAÊTA, F. C. Instalações para gado leiteiro na região do merco sul. In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia, 2, 1998, Goiânia. Anais... Goiânia, 1998.
- BAÊTA, F.C. Ambiência em edificações rurais - conforto animal. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa - UFV, 1997. 246p.
- BEEDE, D. K. SHEARER, J.K.; Nutritional management of dairy cattle during hot weather. **Agri – practice**, v. 12, p. 5-13, 1992.
- BEEDE, D. K., COLLIER, R. J. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 62, p. 543-555, 1986.
- BEILHARZ R.G. e ZEEB, K. Social dominance in dairy cattle. **Applied Animal Ethology**, Amsterdam, v. 8, n. 1-2, p. 79 - 97, Jan. 1982.
- BUENO, C.F.H. Produção e manejo de esterco. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 135 - 136, p. 81- 5, 1986.
- BUFFINGTON, C.S., COLLAZO-AROCHO, A., CANTON, G. H., PITT, D., THATCHER, W. W., COLLIER, R. J. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711 - 714, 1981.
- BUFFINGTON, D.E. Shade management systems to reduce heat stress for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 26, n. 6, p. 1798 – 1802, 1983.
- BUCKLIN, R. A. Methods to relieve heat stress for dairy cows in hot, humid climates. **Applied Engeniering Agricultural**, v. 7, p. 241 - 246, 1991.
- CAMARGO, A. C. Comportamento de vacas da raça holandesa em um confinamento do tipo “free stall”, no Brasil central. Piracicaba, SP: ESALQ, 1988. 146 p. Dissertação (Mestrado em Concentração, nutrição e pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, 1988.
- CAMPOS, A. T. Determinação dos índices de conforto térmico e da carga térmica de radiação em quatro tipos de galpões de verão para Viçosa - MG. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa - UFV, 1986. 66p.
- CAMPOS, A. T. Análise de viabilidade da reciclagem de dejetos de bovinos com tratamento biológico, em sistema intensivo de produção de leite. Botucatu, SP: UNESP – Faculdade de Ciências Agrônômicas, 1997. 141 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – UNESP – Faculdade de Ciências Agrônômicas, 1997.

- CAMPOS, A. T. Manejo de dejetos de bovinos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TÉCNICOS, PESQUISADORES E EDUCADORES DE CONSTRUÇÕES RURAIS, 3, CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998. Lavras. Anais... Lavras: UFLA, 1998. p. 233 - 79.
- CNPGL - Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 5, n. 13, p. 1 - 8, 1996.
- CURTIS, S.E. Environment management in animal agriculture. Illinois: Animal Environment Services, 1983. p. 409.
- DANTAS, F.F. Estudo do termossifão em galpões para frango de corte com cobertura de telhas cerâmicas e de cimento-amianto. Viçosa, MG: UFV, 1995. 48p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 1979.
- DELASOTA, R.L. Fisiologia ambiental: mecanismos de respuestas del animal al estress calórico. JORNADA DE MANEJO DEL ESTRES CALÓRICO, 1, 1996, La Plata. Anais... La Plata, 1996. p. 1 - 43.
- DIAS, R.S. Afecções de casco: é melhor prevenir do que remediar. In: **Revista Imagem Rural: Leite**, v. 4, n. 42, p. 9 - 14, 1997.
- FALCO, J. Reações de vacas leiteiras mantidas à sombra, ao sol e em ambiente parcialmente sombreado. Viçosa, MG: UFV, 1979. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1979.
- FAO - Food and Agriculture Organization. Production quarterly bull statistics, v. 2, n. 4, p. 37, 1994.
- FAO - Food and Agriculture Organization. **Production yearbook, 1984**. Rome, Food and agriculture organization of the United Nations, 1984. 320p.
- FONSECA, L. F. L. A necessidade de incremento de produtividade. **Revista Imagem Rural**, v. 4, n. 42, ago. 1997.
- FRIEND, T. H. Free stall and feed bunk requirements relative to behavior, production and individual feed intake in dairy cows. Journal of Dairy Science. Champaign (Illinois), v. 60, n. 1, p. 108 - 16, Jan. 1977.
- GOMES, M. P. Identificação e proposição de sistemas de mecanização agrícola em pequenas propriedades da micro região de Viçosa/MG. Viçosa, MG: UFV, 1997. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.

- HAHN, G.L. Compensatory performance in livestock: influences. In: Yousef, M.K (ed.) Stress physiology in livestock, Boca Raton: CRC PRESS, Inc.; 1985. v. 2
- HARDOIM, P. C. Efeito da temperatura de operação e da agitação mecânica na eficiência da biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos. Jaboticabal, SP: UNES, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1999. 88 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1999.
- HARDOIM, P. C. Instalações para bovino de leite. In: ENCONTRO NACIONAL DE TÉCNICOS, PESQUISADORES E EDUCADORES DE CONSTRUÇÕES RURAIS, 3, 1988, Poços de Caldas. Anais... Poços de Caldas 1988.
- HEAD, H. H. Manejo de animais em sistema de estabulação livre, visando maximizar conforto e produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GADO LEITEIRO, 2, 1996, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, 1996.
- JOHNSON, H. D. Bioclimatology and adptation of livestock. Amsterdam: Elsevier, 1987. 279 p.
- KRAVCHENKO, A. e GONÇALVES, V. A. Influência dos materiais de cobertura na temperatura interna das construções. In: Anais da Escola de Agronomia e Veterinária. Universidade Federal de Minas Gerais, v. 10, n. 1, p. 27 - 38, 1980.
- LEAL, P. A. M. Ambiência animal. In: ENCONTRO NACIONAL DE TÉCNICOS E PESQUISADORES DE CONSTRUÇÕES RURAIS, 1, 1990, São Paulo. Anais... São Paulo, 1990.
- LINDLEY, J.A. Anaerobic aerobic treatment of milking center waste. **Transactions of the ASAE**, v. 22, n. 2, p. 404 - 8, 1979.
- MOUNT, L.E. Adaptation to thermal environment. University Park Press, 1979. p. 241
- MORSE, D. et al. Production and characteristics of manure from dairy cows in Florida. **Transactions of the ASAE**, v. 37, n. 1, p. 275 - 9, 1994.
- MÜLLER, P.B. Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos. Porto Alegre, 1989. 262 p.
- MÜLLER, C,J,C. Effect of shade on various parameters of Friesian cows in a mediterranean climate in south africa. **South African Animal Science**, v. 24, p. 61 - 66, 1994.

- MUTHER, R. Planejamento do layout: Sistema SLP. São Paulo, Edgar Blücher. 1978.
- NÃÃS, I. A. Biometeorologia e construções rurais em ambiente tropical. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2, 1998, Goiânia. Anais... Goiânia, 1998. p. 63 - 73.
- NOVAES, L. P. Confinamento de bovinos leiteiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GADO LEITEIRO, 1985, Piracaba. Anais... Piracicaba, FALQ, 1985.
- PIRES, M.F. A. Reflexo do estresse térmico no comportamento das vacas em lactação. In: SISPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1, 1998, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1998.
- RICHARDS, J. I. Milk production of Friesan cows subjected to high daytime temperatures when allowed food either as lib or at night time only. **Tropical Animal Health Production**, Edinburgh, v. 17, p. 141 - 152, 1985.
- RIVERO, R. Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural. Porto Alegre: D.C. Luzzatto, 1986. 240 p.
- SILVA, R.G. Bioclimatologia e melhoramento do gado leiteiro. **Revista Gado Holandês**, v. 53, n. 148, p. 5 - 12, 1988.
- SLEUTJES, M. Reações de bovinos da raça holandesa à radiação solar nas condições climáticas de Jaboticabal/SP. Piracicaba, Sp: ESALQ, 1976. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, 1976.
- STOBER, M. Identificação, anamnese, regras básicas da técnica do exame clínico geral. In: ROSEMBERG (ed). Exame clínico dos bovinos. 3. ed. Rio de Janeiro, 1993. 19 p.
- SOUZA, C. F. Eficiência de diferentes tipos de bezerreiros, quanto ao conforto térmico, primavera e no verão em Viçosa - MG. Viçosa, MG: UFV, 1992. 94p.
- VASILATOS, R., WANGSNESS, P. J. Feeding behavior of lactation dairy cows as measured by time-lapse photography. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 63, p. 412 - 416, 1980.

WHIGHT, R.E.; Calf housing in a warm climate. In: NATIONAL DAIRY HOUSING CONFERENCE, 2, 1983. Madisaon, Wisconsin, Anais... Madisaon, 1983. p. 235.

WIERSMA, F. Sistemas de estabulacion para la producion lechera en zonas de clima calido. **Revista Mundial de Zootecnia**, Roma, n. 50, p. 16 - 23, abr./jun. 1984.