Construções rurais

Construções rurais

Eduardo Bucsan Emrich
Thayla Morandi Ridolfi de Carvalho Curi

© 2017 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Presidente
Rodrigo Galindo

Vice-Presidente Acadêmico de Graduação
Mário Ghio Júnior

Conselho Acadêmico
Alberto S. Santana
Ana Lucia Jankovic Barduchi
Camila Cardoso Rotella
Cristiane Lisandra Danna
Danielly Nunes Andrade Noé
Emanuel Santana
Grasiele Aparecida Lourenço
Lidiane Cristina Vivaldini Olo
Paulo Heraldo Costa do Valle
Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

Revisão Técnica
Carolina Belei Saldanha
Eduardo Bucsan Emrich
Thayla Morandi Ridolfi de Carvalho Curi

Editorial
Adilson Braga Fontes
André Augusto de Andrade Ramos
Cristiane Lisandra Danna
Diogo Ribeiro Garcia
Emanuel Santana
Erick Silva Griep
Lidiane Cristina Vivaldini Olo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Emrich, Eduardo Bucsan
E53c Construções rurais / Eduardo Bucsan Emrich, Thayla Morandi Ridolfi de Carvalho Curi. – Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017.
202 p.

ISBN 978-85-522-0203-5

1. Materiais de construção I. Curi, Thayla Morandi Ridolfi de Carvalho Curi. II. Título.

CDD 691

2017
Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Avenida Paris, 675 – Parque Residencial João Piza
CEP: 86041-100 — Londrina — PR
e-mail: editora.educacional@kroton.com.br
Homepage: http://www.kroton.com.br/

Sumário

Unidade 1 | Introdução à construção rural 7

Seção 1.1 - Introdução às construções rurais 9
Seção 1.2 - Resistência dos materiais 20
Seção 1.3 - Paredes, fundações e elementos construtivos relacionados 32

Unidade 2 | Materiais e instalações rurais 47

Seção 2.1 - Introdução aos materiais de construção civil 49
Seção 2.2 - Instalações rurais 67
Seção 2.3 - Componentes e características das instalações rurais 83

Unidade 3 | Eletrificação em construções rurais 105

Seção 3.1 - Instalações hidrossanitárias 107
Seção 3.2 - Circuitos elétricos em construções rurais 122
Seção 3.3 - Eletrificação em construções rurais 136

Unidade 4 | Projeto de construção rural 151

Seção 4.1 - Planejamento de edificações e instalações rurais 154
Seção 4.2 - Ambiência em construções rurais 168
Seção 4.3 - Projeto de construção rural 183

Palavras do autor

A produção rural, seja ela animal ou agrícola, depende de inúmeros fatores para que ocorra de forma rentável e sustentável. Nesta unidade serão apresentados os principais conceitos sobre as diferentes construções rurais e as especificidades para cada um dos sistemas produtivos agropecuários. Dentre os sistemas, destacam-se a criação de bovinos, suínos, aves, o cultivo de plantas em ambientes protegidos e o armazenamento de grãos, como soja e milho. As construções rurais são realizadas para abrigar e proteger animais, vegetais e os trabalhadores que cuidam da produção.

Vamos conhecer essas construções, suas aplicações, bem como projetá-las, orçá-las e construí-las. Isso permitirá que você desenvolva habilidades não só para administrar uma empresa rural e nela produzir, mas também para discutir e atuar ativamente na implantação e manutenção da infraestrutura da fazenda.

Mas, você sabe a diferença entre as construções rurais e as construções urbanas? Vamos discutir sobre esse tipo de obra, falaremos um pouco sobre o histórico e a evolução dessa área do conhecimento e a importância de que sejam estudadas. Aprenderemos também sobre os diferentes materiais de construções e suas aplicações em cada tipo de obra rural, incluindo-se os componentes e características de cada instalação rural.

Durante nossos estudos, conheceremos as instalações hidrossanitárias, instalações e circuitos elétricos e eletrificação rural. Esses são aspectos importantes para que a implantação de um projeto de infraestrutura funcione corretamente. Entretanto, não é suficiente que se conheça apenas sobre o material a ser utilizado. Deveremos saber ainda como planejar e projetar uma obra a ser adotada em uma área rural. Por isso, no final desta unidade, você será capaz de elaborar e interpretar um projeto de construção.

Na Unidade 1, você conhecerá as funções e evoluções das construções rurais e a importância delas para a produção agropecuária. Estudaremos também a resistência dos materiais de construção e os esforços e deformações aos quais estão sujeitos e como eles interagem nas estruturas. Você conhecerá noções de paredes, vigas, lajes, fundações e pilares.

Já na Unidade 2, estudaremos os materiais utilizados nas construções rurais, as características dessas instalações e aprenderemos a diferenciar cada tipo de estrutura.

Na Unidade 3, serão abordadas as instalações hidrossanitárias e elétricas, além da geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

Por fim, na Unidade 4, vamos descobrir como planejar diferentes estruturas e instalações rurais, baseando-nos nas diferentes ambiências para cada tipo de produção. Dessa forma, ao final do estudo, você será capaz de elaborar um projeto de construção rural.

Bons estudos!

Introdução à construção rural

Convite ao estudo

As construções rurais em uma fazenda ou empresa rural são fundamentais para o sucesso da produção agrícola e animal. Será sempre preciso construir, fazer a manutenção e adaptar desde grandes obras como silos, currais, baias e galpões, até uma pequena composteira ou reservatório de água. Desta maneira, é fundamental ser capaz de aplicar conhecimentos básicos quanto aos materiais de construção, resistência dos materiais, ambiência e bem-estar animal, noções básicas de instalações hidrossanitárias e elétricas para elaboração de um projeto de construção rural. Esses conhecimentos permitirão a você, estudante, projetar e organizar as diversas construções rurais de forma a otimizar a produção, favorecendo a administração mais eficiente e sustentável.

Uma grande empresa agropecuária, produtora de gado de corte e grãos, adquiriu uma nova unidade produtiva e deseja implementar alterações significativas em toda a estrutura física da fazenda. Para organizar as atividades e gerenciar todos os processos desenvolvidos na nova unidade, a empresa decidiu contratar você, um profissional capaz não somente de administrar a produção agropecuária, mas que também possa planejar as novas construções da fazenda. E você, habilitado em construções rurais, é o profissional ideal para realizar tal tarefa.

Com relação às alterações nas construções rurais a serem realizadas na fazenda, algumas tarefas serão fundamentais. É importante que você seja capaz de avaliar, identificar e sugerir resoluções de problemas no dimensionamento das instalações rurais que serão implementadas. Para isso, você deverá avaliar quais materiais possuem maior aptidão para cada tipo de utilização. Uma estrutura com laje normalmente utilizada em residências seria uma

opção adequada para uma instalação de gado de corte? Quais seriam os melhores materiais de construção? Como você poderá fazer isso? Quais critérios deverão ser adotados?

Durante a realização das diferentes obras, você será capaz de dimensionar e corrigir problemas que possam surgir na execução e reforma de estruturas de sustentação, como vigas e pilares. Além disso, planejar e projetar as mais diversas instalações no meio rural são habilidades desenvolvidas nesta seção da unidade de ensino da disciplina Construções Rurais.

Estudando todos os aspectos das diferentes construções rurais, você será capaz de resolver todos esses questionamentos. Portanto, para tratar desse tema, não basta apenas saber projetar. É importante conhecer as especificidades e particularidades que cada obra, seja ela de construção ou reforma, para que sejam obtidos resultados satisfatórios na produção agrícola e na criação animal.

Bons estudos!

Seção 1.1

Introdução às construções rurais

Diálogo aberto

As construções rurais são de importância fundamental na produção e desenvolvimento das atividades de agricultura e criação animal. Conhecer, planejar, organizar e projetar estão entre as atribuições de um profissional capacitado nessa habilidade técnica.

Imagine que você, como profissional capacitado para trabalhar com construções rurais, foi contratado para administrar a produção agropecuária e organizar as novas instalações que serão construídas em uma fazenda recentemente adquirida por um grande grupo que atua na agropecuária. Sabe-se que existirão diversos desafios a serem vencidos, mas com sua habilitação e conhecimento em construções rurais, as tarefas serão realizadas com facilidade.

A primeira atividade a ser desenvolvida em sua nova atividade profissional consiste em analisar a estrutura física existente na fazenda em que você foi contratado para trabalhar. A fazenda possui curral de confinamento para acabamento de gado de corte. Entretanto, não se sabe se essas instalações são adequadas para o desenvolvimento da atividade pecuária.

Sabe-se que o "confinamento" é um tipo de sistema para criação de bovinos de corte, em que os animais são presos em currais com área restrita, fornecimento de alimentação (ração e água) em cochos e que esse tipo de sistema é muito utilizado para a terminação de bovinos, acabamento da carcaça que será comercializada.

A estrutura presente na fazenda localiza-se a 100 metros de um ribeirão, na parte mais baixa da fazenda, em um terreno cuja declividade é de 2%, com solo muito argiloso e baixa absorção de água. Há relatos de inundações esporádicas no local. A área possui acesso a uma rodovia, entretanto, nesse local é preciso atravessar uma pequena ponte de madeira estabelecida sobre o ribeirão. O pasto no local parece não se desenvolver adequadamente devido ao excesso de água presente no solo.

Um dos diretores do grupo para o qual você trabalha solicitou que

você fizesse uma vistoria no local e apontasse se seria interessante reformar a estrutura existente ou se seria melhor construir outro curral de confinamento em um local mais alto da fazenda. Baseado no questionamento do diretor, você acredita que a empresa deve optar por uma nova obra, ou deve investir recursos para reformar a estrutura já existente, sanando os possíveis problemas que possam vir a acontecer na produção?

Nesta seção, você estudará relevantes conteúdos que contribuirão para que você consiga solucionar a problemática apresentada. Conhecendo as construções rurais, você terá uma visão mais ampla da forma como essas estruturas podem afetar na qualidade e na quantidade de produtos agropecuários produzidos, interferindo diretamente na rentabilidade de uma propriedade.

Vamos começar? Bons estudos!

Não pode faltar

Para que as construções rurais sejam executadas, quer seja em obras públicas ou privadas, é necessário que se sigam algumas normas e padrões, sendo realizadas por profissionais com habilitação técnica, capazes de apontar as melhores soluções e aplicações para o requerente da obra. Pelas características específicas dessas obras, é necessário um conhecimento aprofundado sobre as áreas de agronomia e zootecnia.

Podemos, então, considerar as construções como um conjunto de estruturas necessárias a uma empresa rural, que possibilite a racionalização da produção agrícola ou da criação animal. Essas construções, de maneira geral, devem seguir alguns preceitos básicos como: possuir água e saneamento adequados, direcionamentos adequados em relação ao sol, locação correta no terreno, simplicidade e funcionalidade, durabilidade, materiais e técnicas construtivas adequadas, economicidade de material e mão de obra, adequado controle das variáveis climáticas, para permitir futuras expansões e apresentar custo reduzido.

Quando lidamos com construções rurais, devemos saber que essas obras atendem, basicamente, às atividades agrícolas e à produção animal. Entretanto, podem ser construídos outros tipos de obras, como moradias para os produtores rurais e para os trabalhadores que realizam as atividades envolvidas no processo produtivo.

No agronegócio, as construções rurais são amplamente utilizadas. Os tratores, colhedoras e demais implementos agrícolas, por exemplo, são armazenados em galpões onde ficam abrigados de intempéries e podem passar por processos de manutenção. Os galpões são também utilizados para guardar sementes e fertilizantes que são utilizados no plantio. Após a colheita, os grãos de soja e milho são armazenados em silos até que sejam encaminhados para o destinatário final.

Na produção de mudas de hortaliças, em algumas hortaliças-fruto, como tomate, pimentão e pepino japonês, e na hidroponia, o cultivo protegido é fundamental para a obtenção de produtos de qualidade e que atendam às necessidades do mercado consumidor. Para que isso seja possível, é fundamental a construção de estufas e casas de vegetação que sejam não só bem dimensionadas, mas dotadas de sistemas de exaustão e que permitam as melhores condições para o desenvolvimento das plantas.

Esses são apenas alguns exemplos de como as construções rurais são empregadas na agricultura. Em relação à criação animal, são diversas as utilizações das construções rurais. A criação de frangos de corte é realizada em granjas, que são edificações com formatos de galpões, em que os animais têm todas as condições de ambiência adequadas para o pleno desenvolvimento. Nesses locais, é possível controlar a temperatura, a quantidade de luz, a ventilação e, ainda, atender em plenitude às demandas alimentares das aves. Isso permite que sejam obtidas grandes produtividades em ciclos curtos entre a entrada e saída dos animais para o abate.

Sistemas semelhantes ao descrito para a avicultura de conte são encontrados para a produção de galinhas poedeiras, porcos e coelhos. Nesses sistemas de criação, a produtividade é otimizada, pois permite o controle dos fatores ambientais, criando condições ideais para a criação desses animais e, consequentemente, a viabilidade técnica do negócio.

Sem as construções rurais, nenhum desses sistemas de produção seria possível. Além disso, o custo desse tipo de produção seria bem mais alto, impossibilitando que grande parte dos consumidores comprasse os produtos e subprodutos advindos desses animais. Desta forma, as construções rurais estão intimamente ligadas à produção de alimentos.

Pensando nisso, na elaboração do projeto, deve-se considerar a

qual fim ela se destina e quais são as necessidades e as perspectivas de aproveitamento da propriedade. Esses aspectos são de grande importância, pois podem influenciar, diretamente, no rendimento da produção agrícola e animal, no caso de haver sub ou superdimensionamento de uma obra, por exemplo.

Um projeto incorretamente elaborado pode tornar o negócio de uma fazenda impraticável acarretando grandes prejuízos ao produtor. Sendo assim, é fundamental identificar quais procedimentos serão necessários para que sejam atingidos os objetivos e metas para tornar o projeto viável, possibilitando que ele seja rentável.

Deve-se, também, atentar às legislações federal, estadual e municipal, no que diz respeito ao meio ambiente, à segurança e ao controle sanitário. As obras devem estar locadas de forma a favorecer a movimentação, o transporte de material, bem como a promoção de condições favoráveis ao trabalho e o bem-estar dos trabalhadores, atentando-se também às questões relacionadas à logística.

Seguindo esses princípios, seja em uma construção de grande ou de pequeno porte, deve-se buscar construir obras da forma mais adequada possível, em um menor tempo e ao menor custo, otimizando ao máximo o uso de máquinas, ferramentas e mão de obra. Haverá sempre complicações, mas com planejamento e conhecimento técnico, esses problemas tendem a ser reduzidos.

Reflita

As construções rurais, assim como os recursos disponíveis no local de implantação da obra, são fundamentais para o bom desenvolvimento das atividades agrícolas. Caso fosse necessária a construção de uma estufa para produção de mudas de hortaliças, você optaria pela utilização da parte mais baixa ou mais alta de um terreno?

Para que ocorra a otimização das construções rurais, evitando complicações na implantação de estruturas ou na reforma de obras já existentes, é possível dividir as construções rurais em três fases bem definidas, sendo elas:

• Fase preliminar: consistem nos trabalhos iniciais que precedem à construção, efetivamente. É nesse momento que se define a finalidade que determinada obra vai atender, escolhe-se o local de implantação, organiza-se o canteiro de obras, realizam-se sondagens de solo e de

subsolo, execução de terraplenagem ou terraplanagem, elaboram-se o projeto e o orçamento da obra.

• Fase de execução: nesse momento, são estabelecidas as fundações, alicerces e baldrames. São produzidas também as obras de concreto armado e concreto simples, levantam-se as paredes, instalam-se coberturas e telhados, e são produzidos os pisos.

• Fase de acabamento: nesta fase as obras podem diferenciar-se bastante de acordo com o tipo de acabamento escolhido. Serão assentados pisos, cerâmicos e azulejos (quando necessários). Serão realizadas instalações hidrossanitárias e elétricas. Podem-se aplicar pinturas.

A utilização dos materiais de construção iniciou com o uso de materiais da forma como os encontrava na natureza. Com o tempo, o homem passou a adaptá-los às suas necessidades. A maior parte das construções rurais limitava-se a pequenas obras produzidas em pedra, madeira, barro, metais e fibras vegetais. Não era possível a construção de grandes vãos livres como os utilizados em galpões de armazenamento de máquinas e insumos, por exemplo. Entretanto, para o sistema produtivo utilizado, as construções rurais atendiam às demandas.

Com o passar dos anos, os materiais e técnicas requeridas para as construções rurais foram mudando e se tecnificando. O surgimento de produtos e processos novos fez com que várias construções se tornassem obsoletas para as necessidades da produção agrícola. Mudaram também as necessidades de construções no ambiente rural. Se antes a criação animal se limitava ao pastejo extensivo, novas demandas para produção de carne bovina, suína e de aves surgiram. Era necessário produzir mais carne e novos sistemas produtivos com animais confinados foram criados.

Um exemplo dessa evolução é a criação de aves de corte. No Brasil, a produção comercial começou em meados de 1860, época em que se começou a comercializar galináceos por todo o país. Nessa época, a criação do frango era campestre, em que as aves viviam soltas e demoravam seis meses para serem abatidas, pesando mais de 2,5 kg.

O processo de modernização da produção no Brasil, que possibilitou o aumento da escala, iniciou-se na década de 1930. Isso ocorreu pelo fato de ser necessário abastecer um mercado crescente que demandava por carne. Depois de 1950, a avicultura brasileira foi aprimorada com

os benefícios oferecidos pela genética, utilização de vacinas, pelo aprimoramento da nutrição e pela introdução de equipamentos específicos no sistema produtivo.

Na década de 1960, as agroindústrias avícolas brasileiras ganharam estrutura e se tornaram grandes empresas. Nos dias atuais, os frangos de corte são abatidos com cerca de 40 dias de idade e peso médio de 2,4 kg. Essas alterações no sistema produtivo de aves de corte foram muito importantes não só para o aumento da produção, mas também por permitir a abertura de mercados internacionais que passaram a comprar a carne de frango brasileira.

Hoje, o Brasil é o segundo maior produtor e exportador de carne de frango do mundo. A média de consumo interno per capita anual de carne de frango supera 34 kg ao ano. Todo esse avanço está diretamente ligado à evolução das construções rurais. As granjas de produção de frango contam hoje em sua construção com materiais que absorvem e transmitem menos calor. Os sistemas de arrefecimento, também conhecidos como "sistema de ventilação e resfriamento", são integrados e controlados por sensores extremante sensíveis e painéis de controle computadorizados. Isso faz com que as variações de temperatura sejam muito menores, o que favorece a vida dos animais, reduzindo o estresse e, consequentemente, reduzindo perdas.

O mesmo raciocínio sobre as construções rurais pode ser utilizado na agricultura. Na década de 1950, a agricultura do Brasil era basicamente composta por produtos destinados à subsistência e por áreas relativamente pequenas de culturas como café e cana de açúcar. Após a Revolução Verde, ocorreu a conquista do cerrado, e grandes áreas de produção de grãos passaram a ser cultivadas com o uso de maquinário, fertilizantes e defensivos químicos.

Grande parte desses grãos, notadamente a soja, passou a ser exportada. A produção das "commodities agrícolas" exigiu que os silos, antes utilizados apenas para armazenamento de pequenas quantidades e consumo local, fossem redimensionados para atender a uma demanda internacional crescente. Para isso, os materiais de construção passaram a não se limitar somente a pedras e tijolos. Blocos de concreto, painéis pré-moldados, paredes dry-wall, entre outros, estão substituindo os materiais convencionais, com certas vantagens como rapidez de execução e racionalização das diversas construções rurais.

Esse tipo de construção exigiu que fossem implantadas novas tecnologias para controle de volume, temperatura do material armazenado e otimização de logística para carga e descarga. Sem as construções rurais, tais atividades seriam inviáveis e, por exemplo, o Brasil não seria hoje o maior produtor de soja do mundo.

Exemplificando

Até a década de 60, durante a Revolução Verde, a agricultura do Brasil apresentava características de subsistência. Nesse período, pouco se exigia de estruturas de armazenamentos. Após as alterações que o sistema produtivo agrícola sofreu, o Brasil passou a exportar alimentos, principalmente soja. Exigiu-se, então, a construção de diversas estruturas de armazenamento, como os silos na Figura 1.1.

Figura 1.1 | Estrutura para armazenamento de grãos

Fonte: <http://www.rdmonline.com.br/wp-content/uploads/sites/4/2016/06/Armazem.jpg>. Acesso em: 6 jun. 2017.

A evolução nas construções rurais acompanha as próprias mudanças na produção rural. A agropecuária, que antes tinha características de produção local, tomou características de agronegócio, exigindo que fosse criada uma estrutura funcional e de baixo custo para atender de forma eficiente a essa demanda.

Por outro lado, os pequenos agricultores rurais continuam produzindo alimentos em escalas menores com objetivo de realizar o fornecimento para mercados locais. Esse tipo de produção exige obras menores, como currais e pequenas represas de água. Evoluíram-se, então, as normas para elaboração dessas obras e os materiais utilizados. Respeitando-se as legislações ambientais que também evoluíram e os princípios da economicidade e eficiência, esse tipo de obra é fundamental para o desenvolvimento das atividades rurais.

Assimile

Na execução de construções rurais, deve-se buscar otimizar a utilização de recursos, atendendo às necessidades em proporções adequadas para as quais essas obras foram projetadas. Os resultados devem apresentar o mínimo de defeitos possível, em curto período de tempo, ao menor custo.

Já foi tratado neste texto que as construções rurais apresentam especificidades e funcionalidades diferentes das construções urbanas. Quando se tratam de obras no meio rural, esse tipo de construção deve atender às demandas específicas de um sistema produtivo que pode ser diferente em cada situação.

Conhecer as reais necessidades que a obra deve atender permite que o sistema seja otimizado, favorecendo a produção, armazenamento e comércio dos produtos agrícolas e animais. Obras sem planejamento mostram-se ineficientes e pouco úteis para a manutenção da atividade rural. Dessa maneira, as construções rurais podem apresentar tanta importância quanto a própria produção.

As construções rurais têm ainda maior relevância se pensarmos na diversidade de obras que podem existir em uma propriedade rural. Desde uma cisterna, que tem a função de fornecer água para o consumo, ou uma fossa séptica para a coleta de esgoto, até um grande armazém para armazenamento de maquinário. Caso algum desses elementos esteja em desacordo com a demanda produtiva da propriedade, a produção poderá ser prejudicada e, consequentemente, a rentabilidade do produtor também será afetada.

Sendo assim, é de grande importância que as construções rurais sejam devidamente planejadas e adequadas às condições e demandas produtivas da propriedade. O entendimento é que essas obras são fundamentais para o fluxo produtivo adequado, que deve ser sempre considerado nos diferentes sistemas de produção agrícola e animal.

Pesquise mais

A produção de frangos de corte tem crescido no Brasil. As estruturas para produção desses animais passaram por significativas alterações nos últimos anos. Acesse o link a seguir para fazer uma pequena leitura sobre o tema. OLIVEIRA, Carlos Eduardo Gomes et al. Características arquitetônicas e

tecnológicas de galpões para criação de frangos de corte no Distrito Federal. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 162-171, mar./abr. 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Flavio_Damasceno/publication/273240582_Caracteristicas_Arquitetonicas_e_Tecnologicas_de_Galpoes_para_Criacao_de_Frangos_de_Corte_no_Distrito_Federal/links/572df69908ae7441518f3e07.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2017.

Sem medo de errar

Retomando a São Paulo, um dos diretores do grupo solicitou que você fizesse uma vistoria no local e apontasse se seria interessante reformar a estrutura existente ou se seria melhor construir outro curral de confinamento em um local mais alto da fazenda. A reforma da estrutura poderia apresentar menores custos para a fazenda, quando comparada com a construção de uma estrutura completamente nova.

Analisando a situação proposta, fica bastante claro que a estrutura disponível não atende adequadamente às necessidades da fazenda. Por mais que uma reforma dessa estrutura seja viável, ela, provavelmente, nunca será adequada à proposta de terminação de gado de corte.

A não adequação não diz respeito só à estrutura física em si. A construção poderia ser reformada a um custo relativamente mais baixo que uma nova obra. Acontece que a obra foi alocada em um local inadequado para essa finalidade. Por estar em um local muito baixo, sujeito a inundações, muito provavelmente, o gado poderá sofrer quando ocorrerem chuvas. Inundações, mesmo que esporádicas, podem exigir um esforço logístico para a retirada dos animais do local, aumentado os custos, podendo gerar danos sanitários e colocando a eficiência do negócio em risco. Além disso, a ponte que dá acesso ao local pode sofrer com as inundações, mantendo o gado inacessível.

Nesse caso, o mais adequado seria realizar a construção de uma nova estrutura de currais de confinamento. Essa construção deveria ser realizada em um local mais alto, com pasto disponível para a utilização em sistemas de piquete e produção de silagem. Mesmo que o gasto inicial fosse maior, os ganhos em logística e produtividade compensariam a opção pela alteração de local da obra.

Avançando na prática

Construção de um viveiro de mudas orgânicas

Descrição da situação-problema

Na unidade de produção em que você trabalha existe um viveiro de mudas de hortaliças utilizadas em uma produção orgânica vendida para uma grande rede de supermercados. Esse viveiro encontra-se na parte mais elevada do terreno, e a água utilizada para a irrigação das plantas é fornecida por um poço artesiano.

O diretor da empresa questionou você se a localização do viveiro estava adequada. Sabe-se que a produção de mudas era no sistema orgânico e que a incidência de ventos no local era grande. Não havia quebra-ventos ao lado do viveiro e a área vizinha era utilizada para produção de soja com sistema de sucessão por milho.

De acordo com as informações prestadas, você acredita que o viveiro esteja cumprindo sua função adequadamente? Seria necessária a alteração de local? Quais alterações parecem ser necessárias?

Resolução da situação-problema

Tratando-se de uma produção orgânica de hortaliças, esse viveiro apresenta sérios problemas. A proximidade com uma produção de milho e soja pode fazer com que a deriva dos produtos fitossanitários aplicados na lavoura atinja o viveiro, causando a contaminação das plantas. Nesse caso, o plantio de árvores de grande porte, que funcionassem com quebra-ventos, poderia amenizar o problema.

Entretanto, o texto diz que a água para irrigação é fornecida por meio de um poço artesiano e que o viveiro está localizado na parte mais alta do terreno. Obviamente, a localização desse viveiro é inadequada. Mesmo que a deriva de defensivos seja amenizada com o plantio dos quebra-ventos, a produção ainda estará sujeita à contaminação, podendo ser reprovada em uma certificação de orgânicos. A grande incidência de ventos pode ser prejudicial para as plantas e a água proveniente de poço pode secar em um período de seca mais prolongada.

Dessa maneira, caso haja recursos suficientes, é recomendado que o viveiro seja realocado para uma área mais baixa do terreno, onde esteja protegido dos ventos e da deriva e haja água disponível em quantidade e qualidades adequadas.

Faça valer a pena

1. As construções rurais são obras que devem atender às necessidades de uma determinada unidade produtiva, compreendendo os preceitos básicos de um sistema produtivo.
Assinale a alternativa que contém apenas elementos que devem estar, obrigatoriamente, em uma granja para produção de frangos de corte.
a) Água, escoamento de esgoto, banheiros.
b) Luz, durabilidade, acesso ao asfalto.
c) Cobertura, arrefecimento, proteções laterais.
d) Locação correta no terreno, direcionamento correto em relação ao sol, acesso ao asfalto.
e) Economicidade, acabamentos com pintura, durabilidade.

2. As construções rurais apresentam grandes diferenças em relação às urbanas. Esse tipo de obra apresenta especificidades que as obras urbanas não possuem.
Com relação às características específicas das construções rurais, indique a alternativa que apresenta a principal função dessas obras.
a) Moradia.
b) Ampliação das cidades.
c) Estabelecimento de pessoas no ambiente rural.
d) Atendimento às demandas produtivas da agricultura e da criação animal.
e) Distribuição populacional geográfica.

3. Uma empresa produtora de frangos de corte deseja estabelecer um programa para criação de uma série de granjas de produção de frango em parceria com produtores agrícolas. Para escolha das áreas de implantação das granjas, a empresa decidiu preparar um material de divulgação que facilitasse a busca por produtores. Podem ser enfatizadas três exigências básicas para que um produtor possa participar do projeto.
Baseando-se em seus conhecimentos sobre construções rurais, assinale a alternativa que contém as três exigências apontadas pela empresa para que um produtor possa participar do projeto.
a) Água, luz e asfalto próximo.
b) Água, luz e proximidade da unidade de abate.
c) Luz, proximidade da unidade de abate e asfalto próximo.
d) Proximidade da unidade de abate, asfalto próximo, proximidade de pontos comerciais.
e) Asfalto próximo, proximidade de pontos comerciais e capacidade de comercialização.

Seção 1.2

Resistência dos materiais

Diálogo aberto

A escolha correta dos materiais de construção é uma etapa fundamental para o sucesso de qualquer construção rural. Mesmo que uma obra seja projetada e dimensionada de forma adequada, a escolha errada dos materiais pode inviabilizar a função das construções rurais, com consequentes perdas econômicas.

Você, profissional habilitado para trabalhar com construções rurais, foi contratado para administrar a produção agropecuária e a infraestrutura de uma fazenda recentemente adquirida por um grande grupo agropecuário. Na etapa anterior, decidiu-se que um novo curral de confinamento para acabamento de gado de corte deveria ser construído em área de maior altitude do terreno. Esse investimento permitirá que a propriedade produza gado de qualidade, a preços mais acessíveis e em quantidade capaz de atender a um mercado de frigoríficos que tem apostado no aumento do volume do consumo interno.

Já foi estudado na seção anterior que o confinamento é um sistema em que os bovinos de corte ficam presos em currais, com área restrita e fornecimento de alimentos e água em cochos. Utiliza-se o sistema para a terminação de carcaças a serem comercializadas, em períodos que costumam variar de 3 a 4 meses. Esse sistema pode ser bastante lucrativo, mas diversos fatores devem ser observados para que se possam alcançar economicidade, eficiência e bem-estar do animal. Para a nova estrutura de curral a ser construída, a empresa administradora da fazenda atribuiu a você a tarefa de gerenciar o projeto desde a concepção até a entrega da obra. Espera-se que seja utilizado na obra o que há de mais moderno, eficiente e econômico, no que diz respeito a materiais, soluções e inovações tecnológicas, para que o curral seja construído com máximo de eficiência e economia. Faz parte da organização estratégica da empresa vencer a grande oferta de carne bovina disponível no mercado nacional, por meio da produção em escala, da alta qualidade de produto e de custos otimizados.

Diversos desafios surgirão a partir dessa construção. Afinal, quais critérios devem ser adotados para a escolha dos materiais mais adequados

para a construção de paredes, vigas, telhados, pilares e revestimentos? Esses materiais suportarão todas as forças solicitadas? Sabe-se que esses materiais devem ser capazes de exercer múltiplas tarefas, como suportar o peso próprio, proteger os animais dos agentes climáticos, proporcionar conforto térmico a esses animais, manter a higiene da instalação, possuir baixo custo e alta durabilidade. Escolhas equivocadas podem prejudicar toda a construção, causando danos à produção e gerando perdas econômicas à propriedade.

Dessa forma, com os conteúdos abordados nessa seção, será possível conhecer as forças às quais as estruturas estão submetidas, contribuindo para que você elucide quais critérios devem ser seguidos e adotados na escolha de materiais a serem utilizados. Essa escolha deverá, neste momento, ser restrita a duas importantes partes da obra: a estrutura de sustentação da cobertura e o telhado da área de alimentação dos animais. Foi dada especial atenção a essas duas estruturas pela necessidade de serem sustentadas por todas as outras partes da construção. A escolha correta da cobertura permitirá que o restante da obra seja também dimensionada de maneira correta. Bons estudos!

Não pode faltar

Estudar a resistência dos materiais é uma atividade complexa, que permite, de forma geral, escolher os melhores materiais para as diferentes construções, determinando as proporções e o dimensionamento dos elementos para a construção de qualquer tipo de estrutura. O resultado dessa soma de fatores faz com que essas estruturas sejam capazes de cumprir as finalidades propostas, respeitando normas de segurança, com grande confiabilidade, durabilidade e da maneira mais econômica possível.

À característica de um determinado material, componente de uma estrutura, que permite que ele seja capaz de resistir à ruína é dado o nome de "resistência". Sim, quanto mais resistente for um material, mais difícil será destruí-lo. Essa resistência do material pode ser dividida em sete tipos, apresentados a seguir.

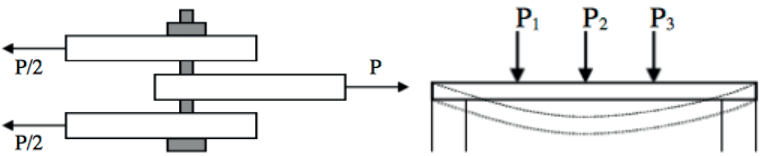
A resistência à tração, que é capacidade que um material tem de se manter intacto quando submetido às forças de tração, como ocorre em tirantes, pendurais e armaduras de concreto (Figura 1.2 A). A resistência à compressão diz respeito à capacidade de um material resistir à pressão exercida diretamente sobre ele, como o que ocorre em paredes, pilares, apoios e fundações (Figura 1.2 B).

Figura 1.2 | Representação de resistência à tração (A) e de resistência à compressão

Fonte: adaptada de Baêta e Sator (1999).

A resistência ao cisalhamento (ou corte) é a contenção de forças em direções opostas, que tendem a romper o material. Como ocorre nos cortes de chapa, nos rebites, nos pinos e tesouras de telhados (Figura 1.3 A). A resistência à flexão é a que impede uma laje de apresentar "barrigas", por exemplo (Figura 1.3 B).

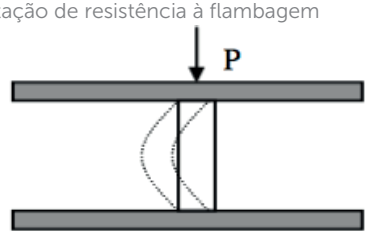
Figura 1.3 | Representação de resistência ao cisalhamento (A) e de resistência à flexão (B) em materiais



Fonte: adaptada de Baêta e Sator (1999).

A resistência à flambagem impede que os elementos estruturais submetidos à compressão vertical, com cargas atuando paralelamente ao eixo longitudinal da peça, sofram envergaduras. Exemplos desse tipo de resistência são encontrados nas colunas, escoras, pilares, hastes (Figura 1.4). A resistência à torção, a menos requerida em relação às demais resistências aqui apresentadas, consiste no deslocamento angular de uma seção transversal em relação à outra. Ocorre em vigas curvas, eixos e parafusos.

Figura 1.4 | Representação de resistência à flambagem



Fonte: adaptada de Baêta e Sator (1999).

A resistência composta nada mais é do que a capacidade que determinado elemento estrutural tem de resistir às múltiplas forças que são exercidas sobre ele, simultaneamente, provenientes de diversas solicitações. Se considerarmos somente essa característica, os materiais utilizados deveriam apresentar o máximo de resistência composta. Entretanto, outras

características são fundamentais na escolha dos materiais a serem utilizados.

Uma dessas características é a rigidez. Este termo diz respeito à capacidade de um elemento reagir às deformações. Essa limitação às deformações é necessária para que se obtenha confiabilidade na construção. Um material que sofra com deformações em demasia pode aparentar falta de segurança da estrutura e até redução da precisão no encaixe das peças, o que compromete a organização entre os elementos de uma estrutura.

Entretanto, conhecer a resistência e a rigidez de um determinado material não é suficiente para que esse elemento suporte a ação das cargas solicitadas por uma estrutura. Para que se mantenha o estado de equilíbrio, deve-se evitar a instabilidade provocada pela associação de elementos em uma obra. Dessa maneira, deve-se conhecer também a estabilidade das estruturas como um todo.

O entendimento do conjunto dessas características deve ser bastante complexo a ponto de se compreender que a associação de diferentes materiais estará sujeita não só às cargas previstas no cálculo do material utilizado, mas também pela concentração de materiais e por cargas alternativas que surgirão em condições específicas de ressonância e fadiga de material e por choques dinâmicos.

Portanto, a escolha dos materiais em uma obra depende de múltiplas características e da interação dos materiais com o meio em que a obra será construída. Dentre os critérios descritos, deve-se ter ciência também da dimensão da construção, buscando-se a otimização da obra. Essa otimização tem como parâmetros: os custos mínimos, os menores pesos e a capacidade de se fabricar, montar, manter e reparar.

Exemplificando

Quando nos referimos aos termos sinônimos "tensões" ou "solicitações", estamos nos referindo às parcelas de forças interiores de um corpo, que atuam na unidade de superfície de uma área predeterminada de um material. Áreas e tensões podem ser apresentadas com base nas unidades mais utilizadas, apresentadas no quadro a seguir.

Quadro 1.1 | Unidades de áreas e tensões

Unidades de áreas	Unidades de força (tensões)
cm^2	$t\ cm^{-2}$
m^2	$kg\ mm^{-2}$
dm^2	$N\ m^{-2}$ (Pa)

Fonte: elaborado pelo autor.

As forças às quais os materiais de construção estão sujeitos são conhecidas como "tensões". O conceito de grandeza é muito parecido com o da grandeza pressão. A relação entre essas duas grandezas pode ser facilmente explicada utilizando a equação para cálculo de pressão (P) exercida por uma força (F1) sobre uma área (A1), que é equivalente ao dobro dessa força (F2), exercida no dobro da área (A2): $P = \frac{F1}{A1} = \frac{F2}{A2}$. Esse conceito é utilizado nos "macacos hidráulicos", nos quais a aplicação de uma pequena força em uma das extremidades produz força de maior magnitude na outra extremidade.

A unidade principal de tensão é o Pa (Pascal), conforme é apresentada no Quadro 1.1 e equivale a N m^{-2} . As tensões podem ser calculadas pela equação:
$\sigma = FA^{-1}$, onde F é igual à força exercida e A representa a superfície de contato. Esse tipo de tensão pode ser dividido em:

1) Tensões Normais:

a) Tensão de compressão sobre um material.

b) Tensão de tração de um material.

2) Tensões de Cisalhamento ou de Corte, que atuam tangencialmente à seção transversal.

É importante salientar que a tensão é uma força externa ao material. Isso significa que um aumento contínuo da tensão sobre um corpo resultará em ruptura desse corpo. A tensão calculada com a carga máxima que um corpo suporta é conhecida como "Tensão de Ruptura" ou "Tensão Estática".

Outro conceito importante que deve ser conhecido em construções rurais diz respeito à deformação de um material. Todo corpo está sujeito a sofrer deformações, mas se esse corpo tem a capacidade de retomar seu estado inicial, podemos dizer que esse corpo é elástico. Imagine uma mola, que pode ser esticada e retomar sua forma inicial após sofrer esse alongamento. Diversos materiais podem apresentar elasticidade incluindo o aço, a borracha e a madeira.

Reflita

Sobre os conceitos apresentados, espera-se que uma estrutura de aço apresente maior resistência que uma estrutura construída em madeira. Entretanto, esse tipo de material tende a ser também mais pesado. A maior massa do aço exercerá sobre a estrutura da obra maior ou menor tensão?

Entretanto, caso seja aplicada uma força em um material, que sofra deformação, perdendo sua forma original, podemos dizer que esse é um material plástico, como por exemplo, a argila. Devemos nos atentar para o fato que a maior parte dos materiais apresentar a dualidade de comportamento frente às solicitações a que são submetidos, dependendo dos esforços a que são submetidos. Os materiais elásticos até certa carga atuam como tal e, a partir daí, tornam-se plásticos. Da mesma maneira, não existe material perfeitamente elástico. Após a ação de qualquer força, sempre existirá alguma deformação, conhecida como "deformação permanente" ou "residual".

Assimile

Os materiais de construção estão expostos à ação de diversas forças, quando são utilizados em uma obra. Para que possamos compreender a melhor forma de utilizar esses materiais, em quantidades adequadas, precisamos conhecer os conceitos básicos de resistência, rigidez, equilíbrio, tensões, elasticidade e plasticidade. Tenha atenção, pois esses conceitos serão fundamentais para todo o conhecimento formulado nesta unidade.

Todas as características e forças apresentadas anteriormente, normalmente, estarão ligadas ao concreto. Estudos mais profundos sobre concreto serão realizados nas unidades seguintes. Entretanto, podemos conceituar concreto, em linhas gerais, como material composto constituído por cimento, água, areia e brita.

De modo geral, a construção de elementos estruturais pode ser realizada com concreto armado. Para esse tipo de elemento, posicionam-se armaduras de aço dentro de uma forma ou molde e adiciona-se concreto fresco para preencher a forma. Simultaneamente, deve-se proceder ao adensamento do concreto. A forma pode ser retirada, dando origem a uma peça de concreto armado.

O concreto armado é uma peça estrutural amplamente utilizada nas construções rurais ao longo do mundo. Normalmente, sua utilização está ligada a peças em que se tem necessidade de resistência à tração, como no caso de tirantes, vigas e lajes. O aço, presente nesse tipo de peça, trabalha muito bem à tração, além de ser muito resistente à compressão.

O concreto armado possui diversas vantagens, como baixo custo,

alta durabilidade, resistência a fogo, água e compressão, associadas às vantagens encontradas no aço, como a resistência à tração e à compressão. Esse conjunto de característica permite a construção de diversas formas e volumes, em baixo tempo e rapidamente, para as mais diversas construções rurais.

A armadura presente no concreto armado é conhecida como "passiva". Esse nome é dado pelo fato de que as tensões e deformações que ocorrem nesse metal devem-se, apenas, às ações exteriores aplicadas a uma determinada peça.

Exemplificando

A Figura 1.5 é uma representação de como o concreto armado pode ser amplamente utilizado. Normalmente, utiliza-se a resistência à compressão e à tração oferecida pelas peças de concreto armado para produção de peças estruturais. Outra vantagem desse tipo de material é a possibilidade de construção de amplos vãos livres.

Figura 1.5 | Representação de utilização do concreto armado

Fonte: <http://www.epmformas.com.br/2011/servicos.html>. Acesso em: 21 mar. 2017.

Em um concreto simples estrutural, não serão encontradas armaduras de qualquer tipo, ou, caso haja algum tipo de armadura, estará em quantidade inferior ao mínimo exigido para o concreto armado.

São considerados elementos de um concreto armado todos os materiais que têm comportamento estrutural dependente da relação de aderência existente entre a armadura e o concreto. Nesses materiais não serão aplicados alongamentos e tensões antes da aderência entre eles.

Pesquise mais

No artigo "**Análise e viabilidade econômica em um sistema de confinamento para a terminação de gado de corte anelorado**", é possível compreender o custo de produção de um ambiente para criação de gado de corte.

GUIMARÃES, Letícia Alves; DE NARDI JUNIOR, Geraldo; OLIVEIRA, Paulo André. ANÁLISE E VIABILIDADE ECONÔMICA EM UM SISTEMA DE CONFINAMENTO PARA A TERMINAÇÃO DE GADO DE CORTE ANELORADO. Tekhne e Logos, v. 8, n. 1, p. 42-52, 2017.Disponível em: <http://fatecbt.edu.br/seer/index.php/tl/article/view/459/291>. Acesso em: 6 jun. 2017.

Entretanto, mesmo que um material atenda a todos os requisitos para suportar as cargas e tensões a que é submetido, uma construção estará sempre sujeita a atingir o seu "Estado Limite". Esta é uma característica que as construções adquirem no momento em que não são mais capazes de atender à finalidade a que se propõem. Uma edificação deve atender às condições adequadas de segurança, funcionalidade e durabilidade, além de suprir a funcionalidade para a qual foi projetada. No momento em que ela não atingir mais essas condições, essa construção atingiu o Estado Limite.

O Estado Limite pode ocorrer por ordem estrutural, quando atinge os Estados Limites Últimos (ruína), ou por ordem funcional, quando atinge os Estados Limites de Utilização (de serviço). O Estado Limite Último é o limite relacionado ao colapso estrutural, que determina a paralisação do uso da estrutura.

Nesse estado, ocorre o esgotamento da capacidade de sustentação, podendo ocorrer por ruptura de seções, colapso da estrutura, deterioração por fadiga e perda de estabilidade. Desta forma, uma obra deve ter em seu projeto uma margem de resistência aos carregamentos aplicados na estrutura. Essa margem de resistência é calculada por meio de "coeficientes de segurança", que fazem com que as estruturas trabalhem de forma a evitar a ruína.

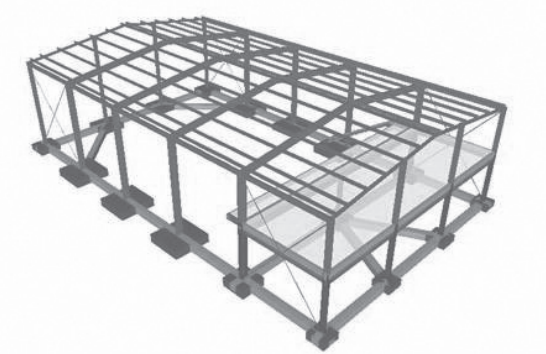
Já os Estados Limites de Serviço são relacionados à durabilidade das estruturas, aparência, conforto do usuário e funcionalidade das estruturas. Na análise da estrutura, devem ser consideradas as influências de todas as ações que possam produzir efeitos significativos para a segurança das estruturas, levando-se em consideração tanto os Estados Limites Últimos quanto os de Serviço.

Sem medo de errar

Questionou-se quais seriam os critérios adotados na escolha de materiais. Especificamente, foi recomendado que você apontasse os critérios para duas importantes partes da obra: a estrutura de sustentação da cobertura e o telhado da área de alimentação dos animais. Foi dada especial atenção a essas duas estruturas pela necessidade de serem sustentadas por todas as outras partes da construção. A correta escolha da cobertura permitirá que o restante da obra seja também dimensionada de maneira adequada. O telhado, que pode ser composto de material fibrocimento, cerâmico, madeira, metal e outras diversas opções, exerce uma carga sobre a estrutura do telhado. A estrutura, por sua vez, transmitirá toda essa carga para as vigas que sustentam a estrutura do telhado e estas, posteriormente, farão o mesmo com os pilares. Por fim, a carga será absorvida pela fundação e transmitida ao solo, que deve ser suficientemente estável para que a construção não seja abalada.

Na Figura 1.6, é possível observar a interação da transferência de cargas desde a cobertura até a fundação, para que essas forças sejam distribuídas ao solo.

Figura 1.6 | Representação da transferência de cargas da cobertura para as fundações



Fonte: <http://www.multiplus.com/CYPECAD/Atualizacao_Nova_versao.htm>. Acesso em: 7 maio 2017.

Na escolha dos materiais a serem utilizados, assim como para qualquer estrutura de uma obra, devem ser observados critérios básicos como os diferentes tipos de resistências, que podem ser classificados em

tração, compressão, cisalhamento, flexão, flambagem e torção.

Além disso, deve-se conhecer a rigidez do material e estabilidade que a estrutura deve apresentar. Outro importante fator diz respeito às tensões às quais as estruturas estarão sujeitas. Quanto maiores forem essas tensões, maiores serão a rigidez e a resistência exigidas dos materiais. As tensões podem ainda influenciar na escolha de um material de maior ou menor elasticidade.

Sendo assim, uma das possibilidades a serem adotadas para tornar a construção capaz de suportar todas as cargas às quais está sujeita seria a utilização de concreto armado para a construção das vigas e pilares de sustentação. A estrutura do telhado poderia ser construída de metal, que é mais durável e fácil de montar, quando comparada às estruturas de madeira. A cobertura poderia ser feita com telhas metálicas que apresentam facilidade na montagem e são mais resistentes e duráveis que as tradicionais telhas de material cerâmico.

Desta maneira, para escolher os materiais a serem utilizados na estrutura de sustentação da cobertura e o telhado da área de alimentação dos animais, sejam eles quais forem, todos os requisitos anteriormente citados devem ser cuidadosamente analisados, para que se tenha a maior economia possível mantendo a qualidade e segurança da construção.

Os materiais mais utilizados para esse tipo de construção são variados. Para as vigas e pilares, é muito utilizado o concreto armado (que contém concreto e aço), podendo também serem utilizados o aço e a madeira. Para a estrutura do telhado, o material mais tradicional é a madeira. Entretanto, têm se adotado as estruturas metálicas pela praticidade e facilidade de construção e o menor custo com manutenções.

Avançando na prática

Construindo uma estrutura de ordenha

Descrição da situação-problema

Em uma área de produção de uma fazenda, é necessário expandir a produção de leite para que esta atividade se torne mais eficiente, proporcionando maior economia em escala. Nessa obra, é necessário decidir o tipo de material mais adequado para a construção dos pilares de sustentação da cobertura da área de ordenha dos animais. Dentre as

muitas opções disponíveis, você defendeu a ideia de que o material mais aconselhável para essas peças seria o concreto armado.

As construções em concreto armado apresentam diversas vantagens. Entretanto, os pilares dessa construção estarão sujeitos a diversas tensões também e, por isso, devem apresentar resistências específicas. Quais os tipos de resistências que um pilar deve apresentar para suportar a carga que é transferida do telhado para ele? Por que a construção de pilares em concreto armado apresenta essas resistências, sendo capazes de suportar a tensão a que são expostos? Responda a esses questionamentos em defesa de sua opção pela utilização de concreto armado na construção dos pilares.

Desta forma, você deverá elucidar quais seriam as principais vantagens em realizar a construção dos pilares em concreto armado e não com outro tipo de material.

Resolução da situação-problema

A utilização do concreto amado para a construção dos pilares, vigas e lajes de sustentação da cobertura da área de ordenha é uma opção viável, visto que esse material apresenta diversas vantagens. O concreto em si apresenta baixo custo, alta durabilidade, resistência a fogo, água e compressão. O aço, presente na armadura do concreto, tem alta resistência à tração e à compressão. Esse conjunto de características permite a construção de diversas formas e volumes, em baixo tempo e rapidamente, para as mais diversas construções rurais.

Essas características fazem do concreto armado uma boa opção para a construção de estruturas de sustentação da cobertura do curral de confinamento. Com esse tipo de material, permite-se a economicidade, segurança e estabilidade da obra por grandes períodos de tempo. Esse material poderia ser utilizado também em vigas e lajes.

A utilização desse material justifica-se pelo fato de que os pilares construídos em concreto armado são capazes de suportar toda a carga transmitida a eles pelo telhado, vigas e laje. A principal força a que esses pilares estarão submetidos é a resistência à tração. Essa resistência diz respeito à capacidade que um material tem de se manter intacto quando submetido às forças de tração. Ocorre não só em pilares, mas também em tirantes, pendurais e armaduras de concreto. Outra característica que esse material deve apresentar é a resistência à compressão, que diz respeito à capacidade de um material resistir à pressão exercida diretamente sobre ele, que ocorre não só em pilares, mas em paredes, apoios e fundações.

Faça valer a pena

1. A resistência dos materiais é uma característica fundamental para a utilização na confecção das mais diferentes peças de uma construção rural. Essas resistências são variáveis e podem ser maiores ou menores dependendo do tipo de força que é exercida sobre as peças. A capacidade que um material tem de se manter intacto quando submetido às forças de tração, como ocorre em tirantes, pendurais e armaduras de concreto, pode ser caracterizada como o tipo:
a) resistência à tração.
b) resistência à compressão.
c) resistência ao cisalhamento.
d) resistência à flexão.
e) resistência à flambagem.

2. Diversas características podem influenciar o comportamento dos materiais utilizados em uma construção rural, além disso, elas são determinantes no momento da escolha desses materiais. Sabe-se que um material que sofre deformações em demasia pode aparentar falta de segurança da estrutura. Qual o termo que melhor define a capacidade de um elemento reagir às deformações de forma que se obtenha confiabilidade na construção?
a) Pressão.
b) Resistência.
c) Rigidez.
d) Tensão.
e) Elasticidade.

3. O concreto armado é um material amplamente utilizado na construção civil. Em sua composição, além do concreto, tradicionalmente formado por cimento, areia, água e britas, existe a presença de uma armadura de aço que auxilia esse material a exercer sua principal resistência. Considerando que o concreto armado apresenta diversas resistências, assinale a alternativa que contém o principal tipo de resistência desse tipo de material em função das barras de aço.
a) Compressão.
b) Tração.
c) Cisalhamento.
d) Flexão.
e) Flambagem.

Seção 1.3

Paredes, fundações e elementos construtivos relacionados

Diálogo aberto

Nesta seção, discutiremos as funções das paredes, das vigas, das lajes, pilares e fundações. Estes elementos construtivos são fundamentais nas mais diversas construções rurais, principalmente, por serem responsáveis por suportar as cargas e tensões às quais a obra estará sujeita. Compreender a função de cada uma dessas partes das construções permite que o dimensionamento da obra e a escolha dos materiais sejam feitos de forma adequada. Essa adequação faz com que a construção possua o máximo de eficiência possível.

Na etapa anterior, você foi questionado sobre quais materiais seriam mais adequados para a construção das estruturas de sustentação do telhado e da própria cobertura da área de alimentação do curral de confinamento. Em seus estudos, você percebeu que os materiais de construção utilizados compõem, apenas, um dos aspectos que devem ser considerados em uma obra. É preciso que se conheçam os elementos construtivos e como eles interagem para suportar as tensões a que são submetidos.

Dando sequência às atividades, melhorias nas benfeitorias e na administração da fazenda, para as quais você foi contratado, surgiram novos questionamentos relacionados à estrutura do curral de confinamento para engorda de bovinos de corte. Dentre os principais questionamentos, destacam-se a importância dos elementos estruturais que poderiam ser utilizado para a construção do novo curral de confinamento.

Um dos diretores da empresa solicitou que você preparasse um documento apontando como deveria ser a fundação e de quais materiais deveriam ser construídos os elementos estruturais dessa construção rural. A fundação ideal seria direta ou indireta? Os pilares de sustentação deveriam ser construídos de madeira, metal ou concreto armado? As vigas que sustentam a estrutura da cobertura deveriam ser construídas com qual material?

Uma informação importante que foi obtida junto à empresa que realizou a sondagem do terreno era a de que o solo apresenta baixa sustentação por ser extremamente arenoso. Essa constatação pode afetar a escolha do tipo de fundação a ser adotada? Para resolver essa questão, você deverá compreender as características das diferentes fundações e suas utilizações. Adicionalmente, você conhecerá outras estruturas que trabalham associadas às fundações, paredes, das vigas, das lajes e pilares.

Nesta seção, você estudará conceitos como as principais fundações a serem utilizadas em construções rurais, paredes, vigas, lajes e pilares. O conhecimento de todos esses elementos estruturais e seus dimensionamentos são fundamentais para que uma construção rural seja capaz de suportar as cargas às quais é exposta.

Não pode faltar

Fundações são elementos estruturais destinados a transmitir ao terreno as cargas da estrutura. Devem ter resistência adequada para suportar as tensões causadas pelos esforços solicitantes. É necessário conhecer todas as cargas que serão exigidas das fundações. Após as sondagens preliminares do terreno e do cálculo das cargas exigidas pela edificação, é possível determinar os melhores tipos de fundações a serem adotados.

A escolha desses elementos estruturais depende de algumas variáveis que devem ser consideradas na implementação de uma obra. Inicialmente, deve-se analisar a topografia do terreno de trabalho. Nesta etapa, dados sobre taludes e encostas do terreno, necessidades de aterros e desaterros, dados sobre erosão, ocorrência de solos moles (ou frouxos) e obstáculos para a construção serão documentados.

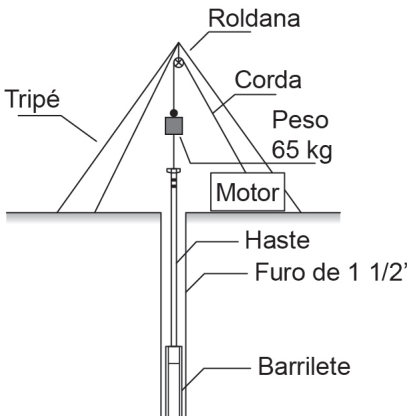
Após a análise topográfica, é necessário que se conheça a textura e estrutura do solo a ser utilizado. Mesmo que um solo seja firme e capaz de suportar a carga exercida pela construção, é necessário que seja realizado um exame mais cuidadoso da consolidação do terreno. Esse exame normalmente é realizado por meio de sondagens em profundidade com aparelhagem adequada. Isso é feito por empresas especializadas, para que sejam avaliadas a variabilidade das camadas e a profundidade de cada uma delas, a existência de camadas resistentes ou adensáveis, a compressibilidade e resistência do solo e a posição do nível d'água.

Essa sondagem pode ser realizada com trados manuais ou mecanizados. Os trados manuais mais utilizados são do tipo concha

(ou cavadeira) e helicoidal e trados torcidos e em espiral. É um processo simples, econômico e rápido para a investigação de solos. Já os trados mecanizados são muito utilizados para a determinação de fundações profundas. É um processo limpo, de fácil transporte e que requer pouca mão de obra na operação.

Um dos métodos de sondagem mais conhecido é do tipo SPT (*Standard Penetration Test*), também conhecido como "teste de penetração padrão" ou "simples reconhecimento". Esse processo permite que se conheça o tipo de solo a ser trabalhado, fornecendo informações determinantes para a escolha do tipo de fundação. Com a sondagem SPT, é possível determinar o tipo de solo, a resistência oferecida pelo solo à penetração do amostrador (N) e a posição do nível de água encontrada durante a perfuração. A sondagem tipo SPT é apresentada na Figura 1.7.

Figura 1.7 | Representação de uma sondagem do tipo SPT



Fonte: <https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-sondagem/>. Acesso em: 6 jun. 2017.

É necessário conhecer também os dados da estrutura a ser construída, por exemplo, se na construção há subsolo e quais serão as cargas atuantes. Após esse estudo, será possível descartar as fundações que não oferecem possibilidade de emprego para a obra em análise. Outras soluções devem ser adotadas. A partir daí, outros aspectos devem ser estudados.

Um desses dados diz respeito às construções vizinhas, os danos que escavações e vibrações da nova obra podem causar a essas construções e os danos já existentes. Outro aspecto diz respeito ao custo direto de execução do serviço, considerando-se o tempo total para conclusão. Custos mais baixos podem estar ligados a maiores tempos de execução e vice-versa. Portanto, a relação entre tempo de custo e execução da obra é de grande importância.

Reflita

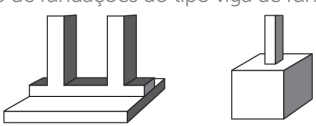
Quando se observa uma grande construção rural, percebe-se toda a estrutura para que uma atividade rural seja desenvolvida. Muitas vezes, o que se observa são os materiais de acabamento e capacidade de atendimento da construção. Mas, e se as fundações forem mal dimensionadas? O que é mais importante: o que você enxerga ou as fundações, que estão inseridas no solo?

Antes de estudarmos os tipos de fundações, é necessário que se conheça o que são as cargas exercidas em uma edificação. Essas cargas representam os pesos dos elementos constituintes das obras somados à sobrecarga que será proveniente da utilização da edificação. A altura da edificação também poderá ser considerada, quando a ação do vento puder interferir nas cargas.

As fundações são classificadas em diretas ou rasas e indiretas ou profundas. As fundações diretas são as que transmitem a carga recebida pela estrutura diretamente ao solo. São valas relativamente rasas, que podem chegar ao máximo de 3.0 m de profundidade, podendo ser construídas por viga de fundação, blocos, alicerces, sapatas e radiers. As fundações diretas recebem a distribuição de carga exercida pelos pilares da construção de forma pontual, distribuindo-a de forma que o solo seja capaz de suportá-la.

A viga de fundação, também conhecida como "baldrame" (Figura 1.8 A), é normalmente utilizada como fundações rasas e econômicas em terrenos firmes, cujas cargas são pequenas. O baldrame é uma viga construída em uma vala pouco profunda, capaz de suportar as cargas de uma construção, transferindo-as para o solo. Já o bloco é uma fundação caracterizada pela distribuição de carga de forma pontual (Figura 1.8 B). Desta forma, onde existir um bloco, existirá um pilar de sustentação. Esses blocos podem ser construídos de pedras, tijolos e concreto, e apresentam grande resistência à compressão.

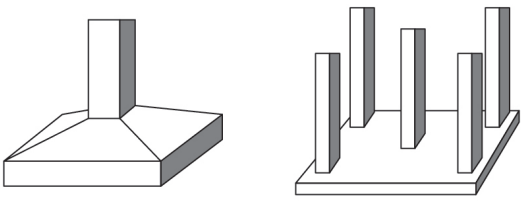
Figura 1.8 | Representação de fundações do tipo viga de fundação (A) e de bloco (B)



Fonte: adaptada de Barros (2011).

As sapatas são elementos de apoio de concreto com grande resistência à flexão (Figura 1.9 A). É considerada uma fundação direta que normalmente é construída em concreto armado, podendo ter a forma de uma placa ou de um tronco de pirâmide, que serve como suporte para colunas, pilares ou mesmo paredes. É aconselhada para solos que apresentem argila rija. Ela pode ser corrida ou isolada. Outro tipo de fundação direta é o radier (Figura 1.9 B). Os radiers são elementos construídos de forma contínua, uma laje que recebe as cargas provenientes de todos os pilares.

Figura 1.9 | Representação de fundações do tipo sapata (A) e de radier (B)

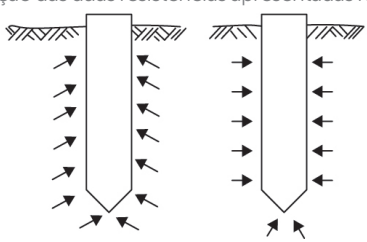


Fonte: adaptada de Barros (2011).

Os radiers são fundações que consomem um grande volume de concreto, sendo recomendados para grandes construções com altas concentrações de cargas. Estas estruturas devem ser capazes de resistir à carga produzida em cada pilar. Muitas vezes, podem substituir fundações profundas, inclusive em edificações com muitos andares. No Brasil, ainda são pouco utilizados.

Já as fundações indiretas são compostas por estruturas apoiadas sobre estacas que são penetradas no solo. Este tipo de fundação apresenta, na verdade, dois tipos de resistências distintas. A primeira baseia-se na distribuição do peso atuante sobre ela na superfície da extremidade inferior, que, consequentemente, transmite essa força sobre o solo. E a segunda resistência é gerada pela força de atrito entre a sua superfície lateral da estaca que a compõe e o solo (Figura 1.10).

Figura 1.10 | Representação das duas resistências apresentadas nas fundações indiretas



Fonte: adaptada de Barros (2011).

As estacas são peças alongadas, cilíndricas ou prismáticas, cravadas (do tipo pré-moldado) ou confeccionadas no solo (moldadas *in loco*), com as funções específicas de transmitir a carga recebida às camadas mais profundas, conter os empuxos laterais, compactar o terreno. Esse tipo de estrutura recebe forças de empuxo axiais de compressão, que são resistidas pelo terreno na ponta ou entre as paredes laterais da estaca.

As estacas cravadas são barras estruturais introduzidas no solo. A introdução dessas barras pode ser feita por meio de um sistema de percussão, método que utiliza pilões de queda livre para introduzir as estacas no solo; prensagem, que utiliza macacos hidráulicos, ou pelo método de vibrações, que usa martelo dotado de garras que cria vibrações que realizam o trabalho. Essas estacas cravadas são introduzidas até que a peça não apresente mais penetração no solo. As estacas podem ser de madeira, aço ou concreto.

Dentre as estacas in loco, as do tipo broca são as mais utilizadas, pois são de fácil manuseio. Esse tipo de material é executado por meio de um trado ou sistema hidráulico. Procede-se a abertura de um furo no solo, compacta-se o fundo do furo e lança-se concreto para preencher os espaços vazios com concreto. Existem também estacas escavadas, nas quais o solo é perfurado por meio de trado helicoidal; estaca tipo raiz, recomendada para locais onde não se podem utilizar máquinas de grande porte, e estacas tipo *strauss*, nas quais tubos metálicos rosqueáveis são utilizados com concretagem em seu interior.

As estacas podem ainda ser classificadas a partir da forma de sustentação das construções, em estacas de atrito ou estacas de suporte. As de atrito são aquelas que não entram nas camadas mais duras do solo, tendo suporte apenas na relação de atrito que o solo exerce com elas. As estacas de suporte penetram nas camadas mais resistentes do solo, gerando a transmissão da carga para estas camadas.

Exemplificando

As estacas metálicas do tipo pré-moldadas (Figura 1.11) têm sido bastante utilizadas na construção de fundações indiretas. A principal vantagem das estacas de aço está no fato de que podem ser utilizadas em quase todos os tipos de solos, suportando grandes capacidades de carga.

Figura 1.11 | Estacas metálicas de uma fundação indireta

Fonte: <http://www.meiacolher.com/2015/08/tipos-de-estacas-para-fundacao-aprenda.html>. Acesso em: 6 jun. 2017.

Quando tratarmos de construções rurais, outras importantes estruturas estarão envolvidas nos processos construtivos, além das fundações, sendo elas: as lajes, vigas, pilares e paredes. Nesses elementos estará presente, muitas vezes, o concreto armado. Como ocorre nas lajes maciças, que são placas de concreto armado que tem por finalidade suportar cargas de flexão. Nas construções rurais, são mais utilizadas em pisos, paredes de reservatórios e pontes.

De uma forma geral, as lajes têm a função de vedar o ambiente, servindo como cobertura logo abaixo do telhado, ou como piso, no caso de existir mais de um andar na construção. Portanto, além das já comentadas lajes maciças, podem também ser utilizadas as lajes pré-fabricadas.

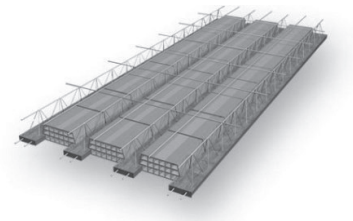
Esse tipo de laje apresenta dois elementos principais: as vigotas, que são estruturas compostas por concreto armado, e as lajotas, que são materiais cerâmicos semelhantes aos tijolos. Em associação a esses elementos, podem ser utilizados para a vedação: barro ou isopor, plástico, dentre outros. Para se construir uma laje pré-fabricada, devem-se distribuir as vigotas de forma a vencer os menores vãos do ambiente, até uma distância de 1,7 metros, sem escoramento.

As vigas, que normalmente são de concreto armado, servem para sustentar a laje, recebendo as cargas provenientes dessas estruturas e transmitindo-as para os pilares. Assim como as lajes, as vigas podem ser isoladas ou contínuas. As vigas estão sujeitas à solicitação de flexão, ocasionando no interior da peça esforços de tração, compressão e de cisalhamento.

Exemplificando

A Figura 1.12 A apresenta a uma laje pré-fabricada com suas vigotas e lajotas. Esse tipo de laje é bastante utilizado, principalmente pelo baixo custo de implantação, facilidade de construção e menor carga que representa para a obra. A Figura 1.12 B demonstra uma viga de sustentação de uma laje.

Figura 1.12 | Laje pré-fabricada (A) e de viga de sustentação (B)



A

B

Fonte: Bueno e Santos (2015, p. 17-19).

Assim como as lajes e as vigas, os pilares são estruturas sujeitas às cargas de uma construção. Uma característica importante a ser observada em relação às lajes é que estas não devem apresentar largura inferior a 12 cm. No caso de laje de cobertura sem balanço, esse componente deve ter espessura acima de 5 cm, e de 7 cm no caso de laje de piso ou de cobertura em balanço. Já para as vigas, se essas estruturas forem para vãos internos, devem apresentar altura entre 8 e 9% do vão livre, enquanto que se forem vão externos, a altura será entre 9 e 11% do vão livre.

Os esforços de compressão atuam sobre essas peças alongadas, que tem como principal função recolher as cargas provenientes das vigas e transmiti-las às fundações. No caso dos pilares, as armaduras presentes no concreto têm como principal função a resistência à compressão.

Os pilares, que devem ter uma seção transversal mínima de 360cm^2, podem ser construídos de diversos materiais, como aço e concreto armado. A segunda opção é amplamente utilizada, por sua facilidade de construção e preço acessível. Para a elaboração dos pilares em concreto armado, são produzidas formas, que podem ser de madeira, aço ou algum material sintético que servem para acomodar a armadura de aço, permitindo a acomodação adequada da argamassa.

O diâmetro das barras longitudinais que compõem esse tipo de pilar não deve ser inferior a 10 mm nem superior a 1/8 da menor dimensão da seção transversal. Devem ser evitadas barras deformáveis, para que a armação torne-se mais rígida o quanto for possível no interior da forma, antes e depois da concretagem. O espaçamento da armadura longitudinal não deve ser menor que 2 cm ou menor em 1,2 vezes a dimensão máxima do agregado. O espaçamento da armadura

longitudinal no contorno dos pilares não pode ser superior a 40 cm. A área de influência de um pilar pode variar de 15 a 20 m^2, dependendo de sua área.

Os pilares podem ser classificados quanto ao índice de esbeltez. Esse índice baseia-se no efeito da esbeltez sobre o pilar, que é a excentricidade de segunda ordem decorrente da aplicação simultânea de força normal e momentos fletores em suas extremidades e no efeito da esbeltez sobre toda a estrutura. Esse segundo efeito é caracterizado pelo deslocamento do nó superior da coluna em relação ao inferior.

Portanto, pelo índice de esbeltez de um pilar, é possível definir o quão ereto é um pilar. Esse índice mede o nível de dificuldade que um pilar tem em flambar. O valor é facilmente obtido dividindo-se o comprimento de flambagem pelo raio de giração mínimo. Se o índice de esbeltez é pequeno, a probabilidade de o pilar flambar é menor. Já se o índice de esbeltez é grande, a probabilidade de o pilar flambar é maior. A equação utilizada é: $\lambda = \frac{Lf}{I}$

λ = índice de elbeltez.

Lf = comprimento de flambagem da peça em metros.

I = raio de giração em metros.

Desta maneira, os pilares podem ser classificados em:

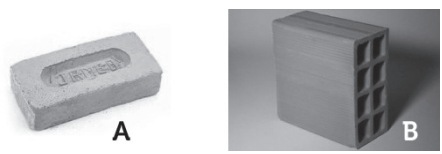
- Pilares robustos ou pouco esbeltos $\longrightarrow \lambda \leq \lambda 1$
- Pilares de esbeltez média $\longrightarrow \lambda 1 < \lambda \leq 90$
- Pilares esbeltos ou muito esbeltos $\longrightarrow 90 < \lambda \leq 140$
- Pilares excessivamente esbeltos $\longrightarrow 140 < \lambda \leq 200$

Assimile

As construções rurais devem ser dimensionadas de forma a suportar a carga e a sobrecarga a que são expostas. Os alicerces, as vigas e os pilares são as estruturas responsáveis por receber essa força. Por isso, devem ser dimensionados de forma correta e ser construídos com materiais adequados a suportar as forças que serão exercidas sobre eles.

Para a construção de paredes, diversas técnicas de alvenaria podem ser utilizadas. Destacam-se a alvenaria de tijolos e a de blocos de concreto. Para esse tipo de construção, são muito empregados os tijolos maciços (Figura 1.13 A), que apresentam várias dimensões, e os tijolos furados, que são mais leves que os maciços e que funcionam como isolantes térmicos, sonoros e de umidade. Os tijolos furados (Figura 1.13 B) proporcionam ainda maior rendimento de mão de obra e economia de material, apesar de não apresentarem suporte a cargas elevadas.

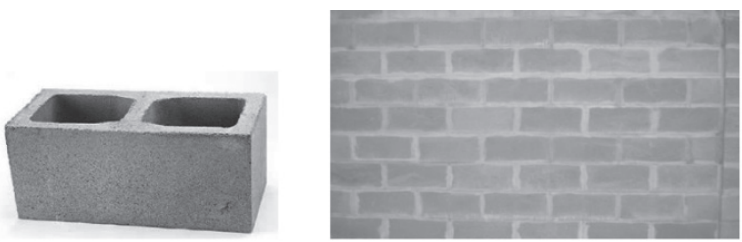
Figura 1.13 | Tijolo maciço (A) e tijolo furado (B)



Fonte: Bueno e Santos (2015, p. 26).

Os blocos de concreto também são bastante utilizados e constituem uma alvenaria de grande resistência, podendo ser utilizados sem revestimento ou recebendo a pintura diretamente sobre eles. Esse tipo de material apresenta custo mais baixo que os tijolos tradicionais e a vantagem de economia com revestimentos. Os blocos normalmente são assentados com argamassa, apesar de existirem alguns tipos que apresentem sistema de encaixe que dispensa a argamassa.

Figura 1.14 | Bloco de concreto para construção de parede



Fonte: Bueno e Santos (2015, p. 27).

Nos vãos das alvenarias, sobre as portas e as janelas, devem ser construídas as vergas, e sob as janelas, as contravergas (peitoril). Essas estruturas nada mais são do que concreto alocado em formas com o objetivo de evitar deformação na esquadria e trincas no peitoril e nos cantos.

Pesquise mais

No trabalho **Análise estrutural de painéis de concreto pré-moldado de fechamento de silos horizontais**, discute-se a utilização de pré-moldados no revestimento de silos. Uma boa leitura para compreender as alternativas de revestimentos em construções rurais.

RASI, J. R. et al. Análise estrutural de painéis de concreto pré-moldado de fechamento de silos horizontais. **Revista de Engenharia Civil IMED**, Passo Fundo, v. 3, n. 2, p. 39-53, jul./dez. 2016. Disponível em: <https://seer.imed.edu.br/index.php/revistaec/article/view/1536>. Acesso em: 6 jun. 2017.

Sem medo de errar

Você foi demandado a apresentar o tipo de fundação mais adequado para a construção do curral e os materiais a serem utilizados na produção das peças estruturais dos pilares e vigas de sustentação da cobertura do curral. A partir de uma sondagem, que já havia sido realizada no terreno, sabia-se que a área apresentava baixa resistência à penetração e também pouca sustentação por ser um solo extremamente arenoso. Por meio dos conhecimentos adquiridos nesta seção e pelo trabalho que vem sendo desenvolvido com a equipe de engenheiros que está construindo o curral, foi possível responder ao questionamento.

Sabe-se que existem dois tipos principais de fundações, as diretas e as indiretas. As diretas são mais superficiais e recomendadas para obras em que a carga aplicada sobre as estruturas não é tão grande. As indiretas são profundas e capazes de receber maiores cargas, sendo recomendadas para áreas em que o solo apresenta menor sustentação à estrutura e quando se deseja construir grandes obras.

No nosso caso, a obra do curral de confinamento vai consumir uma grande quantidade de material de construção, sendo as cargas aplicadas à estrutura bastante elevadas. Devemos levar em consideração a informação de que o terreno da obra é muito arenoso, apresentando baixa sustentação. Sendo assim, é recomendado que seja utilizada uma fundação indireta. Uma das opções é que essa fundação seja construída com estacas pré-fabricadas de aço, que possibilitariam maior agilidade e segurança na execução de toda a construção.

Com relação aos pilares e vigas de sustentação do telhado, é recomendável que sejam construídos em concreto armado. O concreto armado é uma peça estrutural amplamente utilizada nas construções rurais, pois apresenta grande resistência à tração e à compressão.

O concreto armado possui as diversas vantagens como baixo custo, alta durabilidade, resistência a fogo, água e compressão, associadas às vantagens encontradas no aço, como a resistência à tração e à compressão. Desta maneira, as vigas e pilares atenderão às necessidades requisitadas na construção do curral de confinamento.

Avançando na prática

Construção de galpão de armazenamento de grãos de café

Descrição da situação-problema

Uma cooperativa de produtores de café contratou seus serviços com o objetivo de receber orientações para a construção de sua nova central de armazenamento de produtos. Era uma demanda antiga dos cooperados que um galpão de armazenamento das sacas de café pudesse ser construído e armazenasse a produção, facilitando a comercialização e preservação do produto por maiores períodos de tempo.

Decidiu-se que o galpão seria construído com fundações indiretas, pilares de aço e cobertura com telhas galvanizadas. Entretanto, foi questionado qual seria o melhor material para ser utilizado nas paredes que manteriam o galpão fechado. Um dos cooperados afirmou que o tijolo furado seria uma boa opção. Outro cooperado defendia a ideia de que os blocos de concreto seriam a melhor opção. Baseando-se nessas duas opções, qual material você deverá indicar para ser utilizado na alvenaria das paredes do galpão?

Resolução da situação-problema

Para a construção do referido galpão de armazenamento de café, já havia sido decidido o material a ser utilizado nas partes estruturais da obra. Portanto, restava resolver qual seria o material usado na alvenaria das paredes da obra. O questionamento proposto apontava para duas opções: tijolo furado e blocos de concreto.

Sabe-se que os tijolos furados são uma opção econômica. Entretanto, esse material exige acabamento com argamassa e pintura para que se torne durável e tenha qualidade estética. Os blocos de concreto são também uma opção barata e apresentam a vantagem de não exigirem acabamento com argamassa e pintura. Essa qualidade faz com que a eficiência de mão de obra seja maior e que o custo final da construção seja menor. Desta maneira, recomenda-se que a construção das paredes do galpão seja feita com blocos de concreto.

Faça valer a pena

1. As fundações são estruturas fundamentais para a sustentação de uma construção. São elas que recebem as cargas provenientes dos pilares e as transferem para o solo. Essas fundações podem ser diretas e indiretas. Assinale a opção em que estão expostas apenas as fundações consideradas diretas.
a) Viga de fundação, sapata e estaca de aço.
b) Viga de fundação, estaca de alvenaria e radier.
c) Viga de fundação, sapata e radier.
d) Estaca de aço, sapata e radier.
e) Viga de fundação, sapata e estaca de alvenaria.

2. As fundações indiretas podem ser utilizadas para distribuir as cargas recebidas pelas construções para o solo de forma mais eficiente do que as fundações diretas. Em relação às estacas utilizadas nas fundações indiretas, assinale a alternativa que se refere às estacas cravadas ou pré-moldadas.
a) São barras estruturais confeccionadas no solo, podendo ser confeccionadas em madeira, aço ou concreto.
b) São barras estruturais introduzidas no solo até que a peça não apresente mais penetração. Podem ser de madeira, aço ou concreto.
c) São normalmente confeccionadas em concreto armado, produzidas in loco.
d) São produzidas em furos realizados no solo, por onde o concreto é adicionado a uma armadura.
e) São tubos metálicos rosqueáveis que são introduzidos no solo e preenchidos com concreto.

3. As vigas e pilares são elementos estruturais responsáveis por receber cargas das construções. Cada uma delas tem funções específicas, e a interação entre elas torna possível que a construção mantenha-se rígida. Enunciado: Assinale a opção que apresenta as principais funções das vigas em uma construção.
a) Não há função estrutural.
b) Suportar as cargas exigidas pela laje e transmitir cargas para os pilares.
c) Suportar as cargas provenientes dos pilares.
d) Suportar as cargas provenientes das fundações.
e) Transmitir as cargas provenientes das fundações.

Referências

BAÊTA, F. C.; SARTOR, V. **Resistência dos materiais e dimensionamento de estruturas para construções rurais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa/Departamento de Engenharia Agrícola, 1999. Disponível em: <http://arquivo.ufv.br/dea/ambiagro/arquivos/resistencia.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2017.

BARROS, Carolina Mendonça Fernandes de. **Apostila de Fundações**: TécnicasConstrutivas, Edificações. Pelotas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense, 2011.

BUENO, Carlos Frederico Hermeto; SANTOS, Rodrigo Couto. **Técnicas Construtivas Rurais**: Noções básicas para acompanhamento de obras. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados, 2015.

EPM – SISTEMAS DE FORMAS. **Formas para concreto**. 2017. Disponível em: <http://www.epmformas.com.br/2011/servicos.html>. Acesso em: 19 mar. 2017.

ESCOLA ENGENHARIA. **Tipos de sondagem**. 2017. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-sondagem/>. Acesso em: 6 jun. 2017.

FABICHAK, Irineu. **Pequenas construções rurais**. São Paulo: Nobel, 1987.

HALLACK, Joao Chafi et al. **Apostila de Resistência dos Materiais I**. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2012. Disponível em: <http://www.ufjf.br/mac/files/2012/11/Apostila_Res_Mat_outubro_2012.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2017.

MEIA COLHER. **Tipos de estacas**. 2017. Disponível em: <http://www.meiacolher.com/2015/08/tipos-de-estacas-para-fundacao-aprenda.html>. Acesso em: 6 jun. 2017.

MULTIPLUS. **Nova Versão do CYPECAD**. 2017. Disponível em: <http://www.multiplus.com/CYPECAD/Atualizacao_Nova_versao.htm>. Acesso em: 6 jun. 2017.

OLIVEIRA, Carlos Eduardo Gomes et al. Características arquitetônicas e tecnológicas de galpões para criação de frangos de corte no Distrito Federal. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 162-171, mar./abr. 2014. Disponível em: <https://goo.gl/7gBFNa>. Acesso em: 13 mar. 2017.

PEREIRA, Milton Fischer. **Construções Rurais**. São Paulo: Nobel, 2009.

GUIMARÃES, Letícia Alves; DE NARDI JUNIOR, Geraldo; OLIVEIRA, Paulo André. Análise e Viabilidade Econômica em um Sistema de Confinamento para a Terminação de Gado de Corte Anelorado. Tekhne e Logos, v. 8, n. 1, p. 42-52, 2017. Disponível em: <http://fatecbt.edu.br/seer/index.php/tl/article/view/459>. Acesso em: 6 jun. 2017

RASI, J. R. et al. Análise estrutural de painéis de concreto pré-moldado de fechamento de silos horizontais. **Revista de Engenharia Civil IMED**, Passo Fundo, v. 3, n. 2, p. 39-53, jul./dez. 2016. Disponível em: <https://seer.imed.edu.br/index.php/revistaec/article/view/1536>. Acesso em: 6 jun. 2017.

RDM ONLINE. **Estrutura para armazenamento de grãos**. 2017. Disponível em: <http://www.rdmonline.com.br/wp-content/uploads/sites/4/2016/06/Armazem.jpg>. Acesso em: 6 jun. 2017.

Materiais e instalações rurais

Convite ao estudo

Os materiais encontrados na natureza foram utilizados pela humanidade desde os primórdios para a construção de abrigos e proteção das intempéries. No entanto, para satisfazer as necessidades do homem, eles sofreram evolução em função de novas exigências e padrões. Assim, foram utilizados materiais cerâmicos, aglomerantes, agregados, argamassas, concreto, aço e madeira para a construção de obras na área rural, como silos, ambientes protegidos para animais e plantas, entre outros.

Nesse sentido, cabe ao projetista da obra, na ocasião da escolha do material a ser utilizado em determinada instalação, verificar se todos os elementos construtivos escolhidos da sua obra são satisfatórios do ponto de vista quantitativo, qualitativo e de custo-benefício. Para isso, é importante o conhecimento das propriedades específicas de cada material e o comportamento aos esforços a que for solicitado, como foi visto na seção anterior.

Uma empresa alimentícia do ramo da suinocultura deseja construir um novo galpão de suínos na fase de terminação do ciclo produtivo e deseja saber quais são os materiais mais adequados para a instalação. Você, com habilitação em construções rurais, será o profissional capaz de informar quais materiais são mais adequados para a cobertura, forro, vedação, revestimento e pavimentação dessa instalação rural. Assim, haverá a divisão em três etapas principais:

- Primeira etapa: você será capaz de informar quais são os materiais mais aptos para a instalação de suínos.

- Segunda etapa: você terá conhecimento dos componentes construtivos das instalações rurais para, assim, escolher quais das opções também são mais aptas para a produção de suínos.

- Terceira etapa: após o conhecimento dos componentes construtivos e dos materiais, você será capaz de entender as escolhas com maiores detalhes, bem como dimensionar a instalação rural para suínos na fase de terminação que se propõe.

Com relação aos materiais, é importante que você seja capaz de avaliar criticamente para sugerir o material mais adequado. Uma estrutura de laje pré-moldada é a mais adequada e financeiramente viável para uma instalação de suínos? A utilização de elementos estruturais de madeira é o mais adequado para instalações animais em que é realizada limpeza com água e desinfetantes a cada ciclo de produção? Paredes de alvenaria ou de madeira são a opção mais adequada para granjas de suínos? Em quais etapas do ciclo elas são mais recomendadas? Revestimento cerâmico auxiliaria na limpeza ou piso de concreto? Por quê? Assim, nesta seção conheceremos os materiais de construção utilizados nas instalações rurais.

Você aprenderá que os materiais disponíveis no mercado apresentam aplicações genéricas, cabendo ao projetista a seleção e a adaptação deles para a obra a ser executada. A eleição do material deve levar em consideração a durabilidade, resistência e economia a fim de assegurar a resistência e maior vida útil das instalações, ou seja, devem ser levadas em consideração as características técnicas, estéticas e econômicas.

Bons estudos!

Seção 2.1

Introdução aos materiais de construção civil

Diálogo aberto

Observamos que a escolha dos materiais mais adequados é importante para a construção de uma obra como um todo e que também é importante levar em consideração aspectos do material como resistência, durabilidade e economia a fim de assegurar a estabilidade e durabilidade das instalações, como também as características técnicas, estéticas e econômicas a fim de garantir a escolha mais adequada.

O principal objetivo do projetista é identificar os materiais mais aptos para o uso, seja para o piso de um galpão de vacas leiteiras, para a cobertura de uma granja de frangos de corte ou mesmo para construir um comedouro para bovinos de corte. O importante é ter o conhecimento das exigências e características dos animais para a escolha ser a melhor possível sem encarecer a obra, e é exatamente isso o que vamos abordar aqui.

Neste sentido, vimos na apresentação da unidade que uma empresa alimentícia do ramo da suinocultura deseja construir um novo galpão de suínos para a fase de terminação do ciclo produtivo e deseja que você informe quais materiais são mais adequados para utilizar em cada elemento construtivo dessa instalação (piso, pilares, divisórias, portões) em função de todo o manejo que é realizado dentro de uma granja de suínos (limpeza das excretas dos animais, limpeza e desinfecção das paredes e divisórias, arraçoamento, recebimento dos animais novos e retirada dos animais quando alcançam a faixa de peso e a idade de abate).

Como você é um profissional com habilitação em construções rurais, capaz de informar quais materiais são mais adequados para uso na cobertura, forro, vedação, revestimento e pavimentação dessa instalação rural, a primeira ação que você deve tomar é observar quais as necessidades térmicas e de alocação dos animais e dos operários que frequentarão a instalação. Assim, você deve levar em consideração: quais atividades serão realizadas nessa instalação em função da utilização? Quais manejos serão desenvolvidos (arraçoamento, limpeza, mudança dos animais, entre outros)? Como deve ser o acesso? E quais as recomendações para o piso e paredes? Assim, nesta etapa espera-se

que você seja capaz de identificar quais materiais são utilizados para cada componente construtivo na instalação em função do manejo, com base no seu conhecimento e nas características de cada um deles.

Com relação aos materiais, é importante que você seja capaz de avaliar criticamente a necessidade dos animais e dos operários envolvidos para sugerir a escolha mais adequada para a construção, utilização e manejo. Por essa razão, vamos abordar os materiais cerâmicos, aglomerantes, agregados, argamassa, concreto, aço e madeira.

Não pode faltar

Os materiais utilizados nas instalações rurais são praticamente os mesmos utilizados nas construções civis, eles são encontrados no mercado para aplicações genéricas e, por isso, cabe ao projetista a seleção e adaptação deles, quanto às suas características, da melhor forma possível para atender às necessidades da obra.

As características que vamos ver nesta seção são:

I) Características técnicas: dizem respeito à resistência mecânica compatível com os esforços solicitados, durabilidade em função das ações dos agentes que o solicitam, trabalhabilidade em função da adaptabilidade e aplicabilidade dos materiais em relação ao formato, dimensão, peso, dureza e elasticidade, e sanidade (compreende a propriedade do material em não causar mal à saúde dos envolvidos na sua utilização).

II) Características estéticas: dizem respeito ao cuidado de construir uma obra harmoniosa.

III) Características econômicas: consideram quesitos como o custo do material, o custo de transporte do material (frete), aplicação, montagem e durabilidade.

Vamos conhecer os materiais mais comuns utilizados nas instalações rurais, iniciando pelos cerâmicos.

Os **materiais cerâmicos** podem ser considerados como uma rocha artificial obtida pela etapa de moldagem, etapa de secagem e etapa de cozedura de argilas ou de misturas contendo argilas (argilas e desengordurantes). Esse material é composto por partículas coloidais constituídas de minerais de silicatos de alumínio hidratado de dimensões menores que 5×10^{-6}m. Esse constituinte da argila possui a propriedade de se transformar em pasta plástica, quando misturada à água, e conserva

a forma moldada ao secar e endurecer sob ação de altas temperaturas.

As argilas podem ser classificadas segundo a estrutura, o emprego, a composição e a plasticidade. Vejamos cada uma delas.

Quanto à estrutura:

- Argilas de estrutura laminar fazem parte do grupo das caulinitas, montmorilonitas e micáceas e são utilizadas na fabricação de artigos cerâmicos.

- Argilas de estrutura fibrosa são constituídas por minerais do grupo da paligorsquite e sepiolite e possuem alta viscosidade (viscosidade é a propriedade física que caracteriza a dificuldade de um fluido ao escoamento) nas suspensões ou dispersões, por essa razão elas não floculam facilmente, ou seja, não formam blocos facilmente.

Quanto ao emprego:

- Infusíveis: são constituídas praticamente de caulim puro, apresentam cor branca após o cozimento.

- Refratárias: praticamente puras, não se deformam em temperatura até 1.500 °C e apresentam baixo coeficiente de condutividade térmica. Por essa razão, são utilizadas em fornos, lareiras e churrasqueiras.

- Fusíveis: são as que se deformam e vitrificam a temperaturas inferiores a 1.200 °C. Por essa razão, são empregadas na fabricação de azulejos, material sanitário, tijolos e telhas. Nas obras rurais, a argila fusível é a mais empregada na construção de paredes, mureta, divisórias, cobertura de telha cerâmica, nos comedouros feitos no piso com azulejos que impedem que as vacas machuquem a língua ao se alimentarem.

Quanto à composição:

- Puras: basicamente, são constituídas de silicatos de alumínio hidratado.

- Impuras: são constituídas de silicatos de alumínio hidratado e desengordurantes.

Quanto à plasticidade:

- Gordas: são plásticas e untosas ao tato, e sofrem maior deformação durante o cozimento.

- Magras: são pobres em materiais argilosos e ricas em materiais desengordurantes.

As propriedades da argila são características essenciais que ela deve apresentar para a utilização na indústria cerâmica. A primeira

característica é a plasticidade, que corresponde à propriedade da matéria em se deformar e conservar suas características, e está em função da quantidade de água da sua composição (mais água, mais plástica até um determinado limite), como já foi estudado na seção anterior. A segunda característica é a resistência mecânica, que não depende unicamente do teor de coloides, mas também de uma granulometria adequada; assim, quando a porcentagem de substâncias argilosas supera 60% e o resto dos materiais como silte, areia média e areia fina são divididos igualmente, podemos dizer que possui adequada resistência.

Os artigos em cerâmica mais utilizados nas construções rurais são os materiais de argila: tijolos, telhas, ladrilhos, peitoris, tijolos especiais, manilhas, drenos e conduítes; materiais em louça: azulejos, peças sanitárias, pastilhas, ladrilhos, peças de porcelana; e materiais refratários. O piso dos aviários pode ser revestido com tijolos assentados em espelho.

Os **aglomerantes** são produtos encontrados diretamente na natureza (naturais) ou que é necessário fabricar (artificiais) capazes de manter juntos materiais de mesma natureza ou de natureza diferente, e se dividem em dois grupos distintos: aglomerantes betuminosos e aglomerantes hidráulicos.

Os aglomerantes betuminosos têm essa denominação por serem hidrófugos, ou seja, repelentes à água. Eles possuem uma sensibilidade à variação de temperatura, podendo enrijecer em baixas temperaturas e quase tornarem-se líquidos quando em temperaturas elevadas. São materiais quimicamente inertes e por isso são indicados no emprego em revestimentos e tintas de proteção, principalmente contra a umidade em função do seu desempenho em evitar vazamento. Dentre eles, podemos destacar o asfalto, os alcatrões e suas misturas. Nas áreas rurais, o piche é muito utilizado para revestir pavimentos. As propriedades mais usuais dos aglomerantes betuminosos são:

I) Densidade: varia entre $0,9\ kg/dm^{-3}$ e $1,4\ kg/dm^{-3}$.

II) Dureza: é caracterizado pela consistência e oposição à penetração.

III) Viscosidade: resistência à deformação oposta por um fluido sob ação de uma força (ela determina a fluidez do material).

Os aglomerantes hidráulicos são materiais pulverulentos que, adicionados à água, formam uma pasta capaz de endurecer por secagem natural, ou seja, provocam uma reação química que libera calor. Assim, eles endurecem quando colocados na água e, depois de secos, tornam-

se resistentes se sofrerem o contato direto com a água.

As propriedades mais importantes dos aglomerantes hidráulicos são:

I) Resistência mecânica: é obtida conforme a pasta seca e com o decorrer do tempo (o endurecimento inicial é denominado "pega", ou seja, assim que a mistura não permite mais alteração na sua forma).

II) Durabilidade: capacidade da mistura em manter os agregados unidos depois da secagem e endurecimento.

III) Composição: aglomerantes resultantes de produto que não sofrem mistura como o caso da cal, gesso, cimento conhecido comercialmente como Portland, cimento natural e cal hidráulica são conhecidos como simples; quando é obtido da mistura de subprodutos industriais (escórias) ou pozolanas com aglomerantes simples (geralmente sal ou cimento), é chamado composto; misto é o aglomerante feito de dois aglomerantes simples; e, por fim, o aglomerante com adição resultante da mistura de dois aglomerantes simples com adição de outros elementos para conferir finalidades como diminuição da permeabilidade, redução da retração, redução do calor de hidratação, aumento da resistência a agentes agressivos.

No caso das construções rurais, o aglomerante mais utilizado é o hidráulico simples. É utilizado para a construção de paredes de alvenaria, elementos estruturais como fundação, baldrame, vigas e pilares e tem a preferência por ser resistente à água, principalmente em caso de necessidade contínua de lavagem dessas instalações para confinamento animal para evitar problemas sanitários que comprometem a saúde e a produtividade do animal. Normalmente os pisos das instalações animais são cimentados para facilitar a limpeza e impedir que a umidade do solo adentre à instalação pelo chão.

Assimile

O tempo de pega determina o tempo total entre a mistura do cimento com a água para formar a pasta, até seu endurecimento total. Assim, o tempo de pega é dividido em:

- Início da pega: intervalo de tempo existente entre a adição da água ao cimento e o começo da reação química.

- Fim da pega: quando não é possível desagregar o material.

A determinação do tempo de pega é importante para identificar quando o cimento apresenta sua maior resistência e é realizada por meio do Aparelho de Vicat (Figura 2.1).

Figura 2.1 | Aparelho de Vicat – determinação do tempo de pega

Fonte: <http://www.solocap.com.br/aparelho.1.jpg>. Acesso em: 26 maio 2017.

Os **agregados** são materiais granulares sem forma ou volume definidos e geralmente inertes, ou seja, inalteráveis sob a ação do ar, da água ou do gelo; seu custo é relativamente baixo e apresentam dimensões e propriedades adequadas para utilização em construções.

Esse material desempenha importante papel nas argamassas e concretos por serem de baixo custo e exercerem influência benéfica sobre algumas propriedades importantes como retração e resistência à abrasão do concreto, sem anular a resistência mecânica, estabilidade dimensional (diminuem a retração), durabilidade e trabalhabilidade das misturas.

Podemos classificar os agregados em relação à sua origem:

I) Naturais: procedentes de jazidas naturais, como é o caso da areia de rio, seixo rolado (pedregulho).

II) Artificiais: obtidos por processos industriais, como o caso da brita, areia artificial, argila expandida.

Em relação às dimensões, podem ser:

I) Miúdos: grãos que passam pela peneira ABNT 4,8 mm e ficam retidos na peneira ABNT 0,075 mm, como o caso da areia.

II) Graúdos: passam pela peneira ABNT 152 mm e ficam retidos na peneira ABNT 4,8 mm, como o caso da brita e do pedregulho.

Em função da sua massa específica:

I) Leves: inferior a $2g/cm^3$, como os agregados vegetais, pedra pomes, isopor, cinzas, argila expandida.

II) Leves normais: de $2g/cm^3$ a $3g/cm^3$, como o caso da areia quartzoza, brita e seixo rolado.

Outra característica dos agregados é a sua granulometria, ou seja, é a proporção relativa (em %) dos diferentes tamanhos dos grãos, podendo ser obtida pelo ensaio de peneiramento do agregado – e assim são verificadas as porcentagens, em massa, retidas por peneira, ou retidas acumuladas.

Os agregados apresentam grande influência nas propriedades das argamassas e concretos em função da sua quantidade de água de molhagem necessária, uma vez que quanto mais fino for o agregado maior será a quantidade de água necessária, pois maior é a área de contato desse grão. Por isso, é necessária a determinação da umidade da areia, para saber ao certo qual a quantidade de água que ainda falta para hidratar toda a pasta para fazer o concreto, por exemplo, cujos constituintes são: cimento, areia, brita e água. Assim, a questão do inchamento da areia deve ser considerada, que pode ser definido como o aumento considerável do volume aparente da areia em função do afastamento entre os grãos provocado pela água livre aderente. Assim, areias finas apresentam maior inchamento, devido à maior superfície específica (mais fino) e o inchamento máximo ocorre para valores de umidade situados entre 4% e 6%.

Geralmente, os agregados são utilizados nas instalações rurais para a formação de argamassas (agregado miúdo), concreto (agregado miúdo e graúdo) e para pavimentar acessos nas fazendas com cascalhos e/ou brita a fim auxiliar o trajeto de carros e caminhões.

A **argamassa** é uma mistura de um ou mais aglomerantes (geralmente um é o cimento Portland, mas a cal também é utilizada), com agregados

miúdos (como vimos anteriormente, a areia) e água. De maneira geral, podemos citar algumas propriedades da argamassa: resistência à compressão entre 20 MPa e 40 MPa, compacidade (determina o grau de compactação do material), impermeabilidade e aderência aos outros materiais, estabilidade volumétrica (não altera o seu volume) e durabilidade.

O tipo de argamassa mais conhecido é a de assentamento, utilizada para a construção de paredes com tijolos cerâmicos e argamassa composta, geralmente, por areia e cal no traço 1:3. Isso quer dizer que para cada "medida" (pedreiros utilizam 1 lata de óleo de 20 L, por exemplo) de cal, deve-se adicionar 3 medidas de areia. O material pode ser misturado com o uso de pá ou enxada, e adiciona-se água suficiente para se ter uma massa de boa trabalhabilidade, com consistência adequada. No caso do uso de cal hidratada (obtida no mercado em pó acondicionada como o cimento), o traço utilizado é 1:5 (1 de cal para 5 de areia) em volume. Para o concreto, o traço mais usual é 1:2:3 (1 volume/massa de cimento, 2 volumes/massa de areia e 3 volumes/massa de brita). Nesse sentido, também precisamos saber sobre o tempo de pega. Essa questão de traço será mais detalhada na parte sobre concreto.

Nesta etapa, é importante a determinação da umidade do agregado miúdo, ou seja, a quantidade de água que ele possui para prever o verdadeiro fator água/cimento nas argamassas (também no concreto), uma vez que os agregados acabam retendo líquido pela sua grande área superficial. A determinação da umidade pode ser realizada pela secagem da areia em estufa, ao fogo ou pelo frasco de Chapman. Nos dois primeiros casos, pesa-se a areia antes de ser seca (mh) e depois da secagem (ms) e utiliza-se a equação: $Umidade_{areia} = \left(\frac{m_h - m_s}{m_s} \right) \times 100$.

A determinação da umidade da areia é importante para se ter o conhecimento da quantidade de água que o agregado já possui antes da confecção de argamassas e de concretos, isso permite o reajuste das quantidades de material. Ela também pode ser determinada pelo *Speedy moisture tester* (medidor rápido de umidade, em tradução livre).

O cimento pode ser classificado em função do tempo de início de pega, ou seja, o tempo necessário para dar início às reações químicas entre o cimento e a água.

- Cimento de pega rápida: 8 minutos

- Cimento de pega semilenta: 8 a 30 minutos

- Cimento de pega lenta (normal): 30 minutos a 6 horas

O instante em que a peça se torna um corpo rígido é o que marca o fim da pega.

Observação: a cura do concreto visa evitar a evaporação da água de amassamento (que deve reagir com o cimento, hidratando-o).

Alguns ensaios são realizados na argamassa, como o ensaio de *Flow table* (Mesa Cadente) – NBR 13276/2016 (Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do índice de consistência), que auxilia na determinação da trabalhabilidade da argamassa. Outros testes como o de compressão simples são realizados de acordo com a norma NBR 7215/1996 e ensaio de tração por flexão.

As argamassas são utilizadas para a união dos tijolos nas paredes de alvenarias das construções rurais, por exemplo. Assim, sua utilização estende por toda a propriedade, tal como a residência rural, casa do administrador, instalações zootécnicas e de horticultura, represas, entre outros.

O **concreto** é produzido de maneira que se estabeleçam as quantidades ótimas de cimento, água, agregados miúdo e graúdo, para que se obtenha uma mistura homogênea, com plasticidade compatível com o uso proposto, resistência mecânica adequada e durabilidade da obra. O "traço" é a razão (em peso ou em volume) entre o cimento e os diferentes constituintes do concreto. Em laboratórios, trabalha-se com o traço em massa, enquanto que em canteiro de obras o traço mais usual é o volumétrico (adotando-se como unidade a lata de 18 L ou de óleo de 20 L).

O traço pode ser representado por **c:a:p:x**, onde: **c** = kg de cimento (c=1); **a** = kg de agregado miúdo por kg de cimento; **p** = kg de agregado graúdo por kg de cimento; **x** ou fator **a/c** – kg de água por kg de cimento. Assim, é possível calcular a razão entre a água e os materiais secos (agregado miúdo e graúdo – **a+p**) que se dá pela equação

$$A_{\%} = \left(\frac{x}{a + p + c} \right) \times 100$$

Reflita

A quantidade de água inserida na mistura para fazer o concreto é um fator importante que garantirá que as reações químicas do cimento sejam realizadas com êxito (início e fim da pega)?

É importante lembrar que quanto mais água a mistura apresentar, melhor será a trabalhabilidade e facilidade de empregá-la na obra. Entretanto, uma quantidade excessiva de água no concreto conferirá menor resistência à compressão da mistura. Por isso é importante dosar de maneira assertiva a relação água/cimento. Dessa forma, a maior quantidade de água confere maior trabalhabilidade, embora perca na resistência. Por isso, o projetista deverá sempre estar atento durante a realização da obra!

A fabricação do concreto pode ser realizada pela mistura manual indicada apenas quando se necessita de uma pequena quantidade de concreto, e para isso primeiramente se faz a mistura de areia e brita, posteriormente misturam-se os agregados, então faz-se a colocação do cimento, a mistura dos agregados e do cimento, a adição de água e a mistura final. Já para a fabricação de uma grande quantidade de concreto (enchimento de baldrame ou de lajes) é aconselhável o uso de betoneira. Assim, os materiais são colocados na betoneira em movimento, seguindo-se a seguinte ordem: agregados, cimento e água.

Após a fabricação, realiza-se a moldagem do concreto. Parra isso, deve-se tomar cuidado para que a altura de queda do concreto jamais exceda 0,80 m, a partir da qual será necessário utilizar uma calha, não despejando o concreto de uma só vez. No caso do uso de fôrmas de madeira, elas devem ser previamente molhadas, pois a madeira absorve boa parte da água de amassamento, alterando a proporção entre os constituintes do concreto. Após a moldagem, deve-se efetuar o acabamento da superfície. Durante o endurecimento, deve-se realizar uma cura perfeita, procurando manter sempre as fôrmas úmidas e, posteriormente, efetuar a desmoldagem após o endurecimento completo do concreto, ou seja, após uma semana, de maneira geral.

É importante atentar também para a água utilizada na massa, uma vez que a colocação da água tem por objetivo hidratar o cimento. Assim, a dosagem de água é de fundamental importância para a obtenção de

um concreto que atenda às exigências do projeto. Ela deverá ser limpa, ou seja, sem matérias orgânicas ou substâncias químicas, e aconselha-se evitar o uso de água armazenada durante muito tempo em um recipiente metálico, devido ao risco da oxidação.

O **aço** é um produto siderúrgico obtido da fusão do minério de ferro com o carbono, e as matérias-primas utilizadas durante o seu processamento são:

I) Ferro gusa: obtido da redução do minério de ferro, adicionando-se carbono, ferro e silício ao produto.

II) Ferroligas (ferro manganês, ferro silico-manganês, ferro silício): utilizadas para ajustes da composição química do aço e para conferir as características mecânicas necessárias.

III) Cal: atua como escorificante, retendo as impurezas do metal e formando a escória.

IV) Oxigênio: utilizado para reduzir o teor de carbono do aço e diminuir o tempo de fusão.

A laminação é dividida em três etapas:

I) Desbaste: os tarugos são pressionados entre cilindros, reduzindo sua seção e aumentando seu comprimento.

II) Preparação: novos desbastes são realizados e o tarugo começa a adquirir o formato de barra laminada.

III) Acabamento: é dada a forma final da barra laminada, recebendo as nervuras e as gravações da bitola nominal.

As principais características das barras e fios de aço definidas pela norma NBR 7480/1996 são a massa linear (necessária para determinar a bitola da peça), as propriedades mecânicas (resistência, escoamento, alongamento), o dobramento (aprovação quando não apresenta quebra ou fissura na região dobrada), e as nervuras e entalhes (aderência entre o concreto e o aço).

A NBR 7480/1996 estabelece que os aços laminados a quente constituam as barras nas categorias CA-25 e CA-50. A diferença entre essas duas barras é que as barras CA-25 são lisas e as barras CA-50 são

providas de saliências ou mossas, com finalidade de aumentar a aderência ao concreto. As nomenclaturas são feitas da seguinte forma, para o aço CA-50, por exemplo, "CA" significa aço para Concreto Armado e o "50" significa a tensão de escoamento (símbolo f_{yk} com unidade de $kNcm^{-2}$).

A Tabela 2.1 apresenta as bitolas das barras em milímetros de acordo com a norma NBR 7480/1996.

Tabela 2.1 | Bitolas das barras (mm)

Barras – Bitolas									
6,3	8	10	12,5	16	20	22	25	32	40

Fonte: adaptada de NBR 7480 (ABNT, 2007, p. 14).

O aço em instalações rurais é utilizado para a fabricação dos elementos estruturais como pilares, lajes e vigas. Atualmente, são utilizadas estruturas metálicas para vigas, pilares e telhados que auxiliam em uma construção mais rápida e com maior durabilidade. Como já foi visto anteriormente, o concreto é um material que tem alta resistência à compressão, mas não apresenta o mesmo desempenho para esforços de tração, assim utiliza-se o aço, que resiste bem aos dois esforços, tanto de tração quanto compressão. Desse uso surgiu então o concreto armado, que é uma estrutura de concreto associada a uma ferragem, aproveitando, assim, as vantagens dos dois materiais.

A **madeira** é um importante material utilizado nas construções rurais devido à sua grande gama de aplicações. Todo esse emprego está em função de seu fácil manuseio, da possibilidade de ser reaproveitada, do custo relativamente baixo, com resistência mecânica elevada, além de oferecer condições favoráveis de isolamento térmico e acústico.

Esse material tem três características mais relevantes, ela é:

- Heterogênea, ou seja, é formada por diferentes elementos anatômicos como as fibras (folhosas – função de resistência) e traqueídes (coníferas – função de resistência e de transporte de líquidos); raios (transporte horizontal de seiva); vasos (folhosas), no transporte de líquidos; parênquimas (células que têm várias funções ligadas à fotossíntese, à reserva de água e de amidos); e canais de resina (coníferas).

- Ortotrópica, ou seja, responde de forma diferenciada aos esforços em três direções principais: longitudinal (direção das fibras); radial (direção

dos raios); e tangencial (tangenciando os anéis de crescimento).

- Higroscópica, ou seja, apresenta troca de umidade com o ambiente. A umidade da madeira pode ser influenciada pela temperatura e a umidade relativa do ar.

As principais propriedades da madeira que devem ser levadas em consideração no projeto são:

I) Umidade: que é determinada pela metodologia proposta pela norma NBR 7190/97 – Anexo 5 e está relacionada à resistência da madeira. Para o cálculo da umidade da madeira, é possível utilizar a seguinte equação

$$Umidade_{areia} = \left(\frac{m_h - m_s}{m_s} \right) \times 100$$

, onde: Umidade% = umidade da madeira (%), mh = massa inicial (g) e ms = massa seca (g).

II) Densidade: é a relação entre a massa por unidade de volume (kg.m-3) e se divide em densidade básica (valor comparável aos apresentados na literatura nacional e internacional e segue a NBR 7190/1997), aparente e real.

III) Retração: ocorre quando a madeira perde água abaixo do Ponto de Saturação das Fibras (o ponto no qual toda a água do lúmen foi removida, mas a parede celular está ainda saturada); o contrário da retração ocorre quando a madeira absorve água, ela sofre inchamento. Quando ocorre o processo de retração e inchamento em madeira maciça que se apresenta livre de tensões, podemos dizer que é um processo é reversível; já quando ocorre em produtos à base de madeira (compensados, aglomerados, chapas de fibras), normalmente esse processo não é completamente reversível. Assim, a retração e o inchamento são diferenciados nas direções longitudinal, radial e tangencial: no sentido longitudinal a retração é bem pequena quando comparada à tangencial e radial.

Outras propriedades da madeira são a resistência e a rigidez que estão em função da umidade da madeira, do tipo e na direção que é realizada a solicitação.

Na construção civil, a madeira é utilizada para fazer fôrmas de concreto, estrutura para telhados, construção de vigas e pilares, para fazer cochos e comedouros, bretes, porteiras, cercas, apartador para gado de corte, divisórias, entre outros.

Exemplificando

Caso você tenha que explicar ao empreiteiro da obra o que significa o traço 1,0:2,0:2,5:0,5, você pode esclarecer que isso quer dizer que, para cada "medida" de cimento, deverão ser adicionadas duas medidas de areia, duas medidas e meia de brita e meia medida de água para dosar o concreto.

Pesquise mais

O uso de materiais alternativos nas construções rurais está em alta em função das questões de sustentabilidade. Acesse o material a seguir e aprofunde seus conhecimentos a partir do Capítulo 3. O capítulo 5 apresenta os materiais de construção sustentáveis (da página 50 à 62):

Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014837.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2017.

Acesse também o material disponível em: <http://agriculturasamazonicas.ufpa.br/PDF'S/artigo%20Moreira%20e%20Carmo%20Agroecologia.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2017.

Sem medo de errar

Retornando ao problema proposto no início desta seção, sabemos que cada parte da execução de uma obra apresenta materiais mais aptos que outros em função das suas características. Sendo assim, vamos considerar a escolha dos materiais construtivos para uma granja de suínos em fase de terminação.

Avaliando o manejo desses animais, precisamos considerar as atividades realizadas pelo produtor rural e as necessidades que essa instalação deve suprir. Na granja de suínos a sanidade e a limpeza são fatores primordiais para a garantia de um lote saudável e produtivo, assim, são realizadas limpezas constantes enquanto os animais estão alojados e principalmente no vazio sanitário quando ocorre uma limpeza mais pesada para recebimento de um novo lote. Outro ponto a se considerar são os gases liberados pelas excretas (amônia) e o vapor produzido pela respiração dos animais.

Assim, os materiais devem ser resistentes à lavagem com produtos agressivos. Pensando nisso, o uso de madeira com sua capacidade de

absorver a umidade (higroscópica) não é a escolha mais adequada. Entretanto, materiais como concreto armado resistem melhor a essas exigências.

Dessa maneira, podemos considerar o piso da granja de concreto ripado (onde é possível a passagem das excretas dos animais para um poço que fica abaixo do piso dos animais, auxiliando na limpeza), que é resistente à abrasão das patas e ao peso dos animais, impedindo que eles escorreguem ao se movimentar.

As divisórias das baias podem ser feitas de alvenaria (tijolo cerâmico do tipo furado) em uma altura que impeça os animais de passarem de uma baia para outra, mas ao mesmo tempo baixa o suficiente para auxiliar a passagem do ar. Os portões que restringem o acesso dos trabalhadores e dos animais devem ser de metal como o alumínio, que não oxida, ao invés de aço, que oxida em contato com o ar, ou de madeira, em função da umidade a que esse portão estará exposto.

Os elementos estruturais como os pilares e as vigas também podem ser feitos de concreto armado para resistir aos agentes corrosivos e à água que são encontrados dentro dos galpões de criação de animais. Pensando no conforto térmico dos animais, a cobertura do galpão pode ser feita a partir de telhas cerâmicas, por conferirem maior inércia térmica; entretanto, como esses animais possuem dificuldade em dissipar o calor, é necessário que as construções sejam abertas para as trocas de ar e ventilação sem a necessidade de vedação.

Os equipamentos para alimentação, comedouros e bebedouros, serão comprados prontos no mercado. Normalmente os comedouros são de material de plástico para facilitar a limpeza e o bebedouro do tipo chupeta de inox, para não oxidar.

Os corredores de acesso dos animais também devem apresentar materiais de piso de fácil limpeza e que impeçam que os animais escorreguem; nesse caso, o concreto é uma opção a ser considerada.

E, por fim, a pavimentação ao redor do galpão poderá ser de material que auxilie e seja resistente à passagem de pessoas, suínos e caminhões (transporte de ração e de animais). Assim, um material betuminoso como o piche, asfalto ou piso batido com brita auxiliariam nessa movimentação do dia a dia.

Avançando na prática

Instalações de frangos de corte: materiais mais usuais nesta modalidade

Descrição da situação-problema

Não há como fazer um projeto adequado de instalações rurais sem conhecer os materiais mais utilizados e suas principais características e propriedades. Atualmente, vários materiais estão sendo substituídos no intuito de melhorar o conforto térmico, a durabilidade, o custo e até mesmo a facilidade de montagem, reduzindo a quantidade de mão de obra e o tempo de construção. Assim, com base nos conhecimentos adquiridos sobre materiais, você foi contratado por uma empresa localizada no estado de São Paulo do ramo zootécnico. A atividade que lhe foi dada é a seguinte: deverá ser realizado um levantamento dos materiais utilizados na prática em aviários para produção comercial de frangos de corte, nos elementos estruturais, estrutura da cobertura e piso. Dessa forma, com base nos materiais apresentados nesta seção, qual material você utilizaria na construção da granja para os elementos estruturais como as vigas e pilares? E quais materiais você considera mais adequados para emprego na estrutura da cobertura? Em relação ao piso, qual o material adequado para que a umidade do solo não entre em contato com as aves e para evitar que ele acumule patógenos e seja um potencial transmissor de doenças? Vamos fazer esses levantamentos levando em consideração a aptidão, a facilidade de instalação e as atividades desenvolvidas no dia a dia de uma granja?

Resolução da situação-problema

A partir de várias visitas realizadas nos aviários do interior do estado de São Paulo, pode-se montar uma tabela com três colunas: a primeira coluna apresenta as principais partes da construção, na segunda coluna estão os materiais mais usuais utilizados nessas instalações coletados pelo estagiário, e espera-se que você complete a terceira coluna com os materiais mais adequados e a explicação do uso dos mesmos. O Quadro 2.1 apresenta, então, o trabalho desenvolvido por sua equipe.

Quadro 2.1 | Levantamento dos materiais dos aviários de frango de corte

Elementos construtivos	Materiais mais comuns	Materiais mais adequados
Elementos estruturais (vigas e pilares)	Madeira e concreto armado	Concreto armado por permitir lavagens. Estruturas metálicas que apresentam facilidade e rapidez na montagem, resistem a lavagens e não sofrem ataques de agentes como cupins, cascudinhos e roedores.
Estrutura da cobertura	Madeira e estruturas metálicas	Estruturas metálicas não precisam de tanta manutenção quanto a madeira e não sofrem ataques de agentes como cupins e roedores.
Piso do aviário	Terra batida Piso cimentado	Piso cimentado para facilitar a limpeza e impedir que a umidade do solo entre na instalação.

Fonte: elaborado pelo autor.

Faça valer a pena

1. Os materiais cerâmicos podem ser considerados como uma rocha artificial obtida pela moldagem, secagem e cozedura de argilas ou de misturas contendo argilas (argilas e desengordurantes). Esses materiais são amplamente utilizados pela civilização humana e são empregados nas construções rurais.
Dentre os diversos empregos que os materiais cerâmicos desempenham nas construções rurais, assinale a alternativa que contém apenas as utilizações mais comuns para esse tipo de material.
a) Telhado, piso e vedação.
b) Telhado, paredes de alvenaria e piso.
c) Elementos estruturais, alvenaria e piso.
d) Telhado, parede de alvenaria e mureta.
e) Estrutura do telhado, telhado e cerca.

2. Os aglomerantes são produtos naturais ou artificiais capazes de manter

juntos materiais de mesma natureza ou de natureza diferente, podendo ser do tipo orgânico ou inorgânico. Hoje em dia são amplamente empregados nas construções rurais.
Assinale a alternativa que diz respeito às características somente dos aglomerantes betuminosos.
a) Os aglomerantes betuminosos são materiais pulverulentos e têm em sua composição o cimento.
b) Os aglomerantes betuminosos são hidrófugos e apresentam sensibilidade à variação de temperatura.
c) Os aglomerantes betuminosos são hidrófugos e apresentam resistência à variação de temperatura.
d) Podemos citar como exemplo de aglomerantes betuminosos o alcatrão, o cimento Portland e o asfalto.
e) Podemos citar como exemplo de aglomerantes betuminosos a cal, a areia e o asfalto.

3. Aglomerantes são produtos naturais ou artificiais capazes de manter juntos materiais de mesma natureza ou de natureza diferente, e se dividem em dois grupos distintos: aglomerantes betuminosos e aglomerantes hidráulicos.
Assinale a alternativa que diz respeito somente aos aglomerantes hidráulicos.
a) Os aglomerantes hidráulicos são materiais pulverulentos e auxiliam na impermeabilização de superfícies.
b) Os aglomerantes hidráulicos apresentam resistência mecânica à medida que a pasta se umedece; essa ação denomina-se "pega".
c) A composição dos aglomerantes hidráulicos são: cal, gesso, cimento, cal hidráulica e caulitita e micáceas.
d) Os aglomerantes hidráulicos são materiais granulares sem forma ou volume definidos e geralmente inertes.
e) Os aglomerantes hidráulicos apresentam resistência mecânica à medida que a pasta seca; essa ação denomina-se "pega".

Seção 2.2

Instalações rurais

Diálogo aberto

Já vimos que existem vários tipos de material de construção e que cada um deles apresenta um perfil e um emprego diferenciado em uma obra. Isto se deve às diferentes características, propriedades e aspectos que cada material tem e, por consequência, a função que ele representa nas diferentes obras rurais – granja, estábulo, aviário, silos, entre outros. Sendo assim, o principal objetivo do projetista é conhecer os elementos construtivos necessários para cada tipo de instalação rural e realizar a escolha de forma assertiva em função da atividade que será realizada na instalação (produção animal ou armazenamento de produtos agrícolas).

Neste sentido, vamos continuar trabalhando no problema sugerido na apresentação da unidade, em que uma empresa alimentícia do ramo da suinocultura deseja construir um galpão de suínos na fase de terminação do ciclo produtivo e você terá que informar quais serão as elementos construtivos e também os materiais mais adequados para serem utilizados na cobertura (telhas, estrutura do telhado e forro), preenchimento (paredes, cortinas e telados), isolamento (materiais que impeçam a perda de calor e/ou o ganho de calor do ambiente externo para o ambiente interno), finalização e pavimentação.

Considere que com a instalação sendo feita no Brasil, país tropical, há um desafio a ser vencido em relação às condições ideais de temperatura, principalmente considerando o estado de Mato Grosso do Sul. De acordo com a classificação climática de Köppen (ROLIM et al., 2007), a região apresenta Clima Tropical Chuvoso (Aw), caracterizado por ser quente e úmido, com duas estações definidas.

Devem ser, ainda, levadas em consideração todas as necessidades do animal e dos trabalhadores em relação ao bem-estar e também do manejo realizado no dia a dia nessas instalações. Faça uma pesquisa de campo para determinar as exigências de uma instalação para suínos na fase de terminação quanto aos materiais utilizados nela. Nesta etapa, você identificou que deverá solucionar os seguintes problemas: todas as paredes devem ter função para isolamento térmico? Ou somente impedir que os animais saiam e outros animais adentrem a instalação?

Elas devem ser vazadas ou fechadas? Isso auxiliará na ventilação? A cobertura deve ter função para isolamento térmico da radiação solar? O piso poderá facilitar a limpeza do local? Quais os principais tipos de comedouro e bebedouro utilizados para esses animais?

Assim, o conteúdo desta seção auxiliará na escolha dos tipos de elementos construtivos (cobertura, preenchimento, isolamento, finalização e pavimentação) em função dos critérios da instalação, dos animais, dos materiais e do manejo adotado pelas atividades.

Bons estudos!

Não pode faltar

Há a constante introdução de novas tecnologias nas construções rurais oriundas de países com condições climáticas, econômicas e culturais bastante diferentes das condições brasileiras, e isso causa preocupação quanto ao seu desempenho e influência na produtividade. Em função disso, são feitas adaptações por meio de tentativas que, várias vezes, são frustradas pelo aporte financeiro necessário e sem considerável melhora produtiva.

Assim, a cobertura, inclinação do telhado, forro, pintura, beiral, pé-direito da instalação, dimensões (largura e comprimento), cuidados com o entorno e sistemas mecânicos são meios da edificação rural que, ao serem estudados e aplicados de forma adequada, podem ser utilizados para solucionar os problemas das condições climáticas em que a instalação foi construída em caráter permanente, ou seja, a própria instalação, quando bem projetada e Isolada termicamente, pode evitar o problema de aquecimento se estiver localizada em região quente.

Uma das vantagens da construção correta das instalações para a criação animal em confinamento é, além de fornecer aos animais de produção melhores condições de desenvolvimento, auxiliar no aproveitamento das excretas dos animais para a produção de adubo e, no caso de suínos, até na produção de biogás.

O confinamento tem por objetivo básico a produção de carne, ovos e leite, visando a um mercado consumidor cada vez maior e exigente no que se refere à qualidade do produto consumido e ao bem-estar empregado aos animais pelas instalações e sistemas de produção.

Os animais atingem a sua produtividade ótima quando são mantidos em ambiente termoneutro, ou seja, quando a energia do alimento não é desviada para compensar desvios térmicos em relação ao intervalo de termoneutralidade para eliminar ou manter o seu calor.

Nesse sentido, o ambiente gerado pela instalação animal e pelo sistema de ventilação desempenha papel fundamental para alcançar alta produtividade, em espaço físico e tempo cada vez menor em relação aos sistemas de criação anteriores com sistema de ventilação natural e materiais pouco adequados. O estresse térmico nos animais pode ser definido como a exposição a altas temperaturas capaz de causar redução na ingestão de alimentos, prejudicando a taxa de crescimento, o rendimento e a qualidade da carne, além de provocar dispêndio de energia da produção para promover a perda de calor.

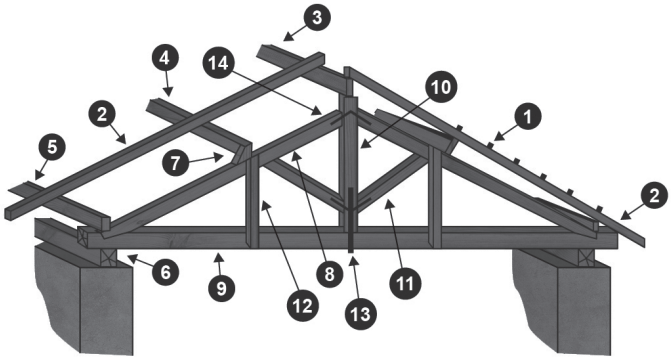
O confinamento consiste em conter animais em áreas próprias, submetendo-os a um tratamento metódico de sanidade, alimentação e manejo adequados ao ganho de peso e desempenho zootécnico. Por essa razão, ainda existe polêmica entre os técnicos de campo e produtores quanto à eficiência da criação de animais em confinamento em relação ao gasto versus o ganho. Entretanto, o confinamento é uma tendência com resultados positivos pela evolução tecnológica que ocorreu não só nas instalações e na maneira que se realiza o confinamento, mas também na melhora genética, sanidade, nutrição, manejo e nas instalações animais.

Entre os principais componentes das instalações rurais e suas características, temos:

Cobertura: A cobertura é responsável por proteger as instalações da radiação solar e das intempéries. De maneira geral, a cobertura é composta pela estrutura, pelas telhas e, dependendo da instalação rural, também pode conter forro, responsável pela separação entre o telhado e o ambiente onde estão os animais.

O telhado mais utilizado nas construções para animais são os de duas águas. Esse tipo de telhado é composto por duas superfícies planas, com declividades iguais ou distintas, unidas por uma linha central denominada cumeeira ou distanciadas por uma elevação (tipo americano para auxiliar na ventilação). Os fechamentos da frente e fundo são feitos por oitões. As vantagens do telhado de duas águas estão em facilitar o escoamento da água da chuva, a construção e por auxiliar na ventilação.

Figura 2.2 | Tesoura de um telhado



1 - Ripas
2 - Cabros
3 - Cumeeiras
4 - Terças
5 - Contrafrechal
6 - Frechal
7 - Chapuz
8 - Empena
9 - Linha, tensou ou tirante
10 - Pendural ou Pendural central
11 - Escora
12 - Pontalete, montante ou pendural
13 - Ferragem ou estribo
14 - Ferragem ou cobrejunta

Fonte: adaptada de <http://wwwo.metalica.com.br/images/stories/Id3243/coberturas-14.jpg>. Acesso em: 25 maio 2017.

A estrutura do telhado em construções rurais é feita, geralmente, de madeira ou de material metálico e tem como objetivo receber a armação em forma de tesoura. Na Figura 2.2 é possível observar não só a tesoura, mas também todos os componentes da estrutura.

Os componentes da estrutura do telhado são:

I) Tesoura: principal elemento estrutural do telhado, é chamada dessa forma em função do seu formato triangular.

II) Pendural: é a peça vertical da tesoura a qual recebe as solicitações das peças posicionadas nas diagonais.

III) Diagonal: são as peças posicionadas na diagonal e recebem as solicitações das terças.

IV) Terças: são as peças posicionadas na longitudinal dos telhados a fim de unir as tesouras do telhado e também são responsáveis por receber as solicitações dos caibros e distribuí-las para as tesouras.

V) Caibros: são as peças localizadas na transversal no telhado e recebem as solicitações das ripas, transmitindo-as para as terças.

VI) Ripas: são as peças posicionadas na longitudinal dos telhados,

como as terças, mas têm espaçamento menor e dão apoio às telhas cerâmicas. As ripas também são responsáveis por transferir as solicitações das telhas para os caibros.

VII) Chafuz ou calço: essa peça é responsável pelo travamento das terças nas diagonais.

VIII) Linha: são as peças posicionadas na parte inferior da tesoura e distribuem as solicitações das tesouras para as vigas ou pilares da instalação ou qualquer outra peça que faça a função estrutural.

IX) Cumeeira: são as peças localizadas na parte superior do telhado onde fica a divisão das águas do telhado (as telhas que são fixadas na cumeeira são conhecidas como selote).

X) Rincão: essa nomenclatura se deve quando duas águas do telhado se encontram em uma parte baixa, e as águas formam um ângulo de 90° uma com a outra.

XI) Beiral: é a parte do telhado que se projeta além das paredes externas da edificação e é utilizada para proteger as calçadas e as paredes da radiação solar e das intempéries; geralmente, nela é fixada a calha para direcionar a água da chuva ao encanamento pluvial.

XII) Testeira: é o acabamento do telhado geralmente feito em madeira, com 0,15 m de largura.

Os telhados feitos de madeira possuem inclinação de 30%, mas é o fabricante das telhas utilizadas quem determinará qual a inclinação indicada do telhado a fim de evitar refugo (quando a água da chuva entra por entre as telhas causando vazamento e ocorre quando a inclinação do telhado é menor que a recomendada) de água quando ocorrerem chuvas prolongadas e/ou ventos fortes, bem como o tamanho do telhado de maneira geral.

As coberturas nas construções rurais possuem sua estrutura em madeira ou em material metálico. A utilização mais comum em telhados é a de telhas de cerâmicas que possuem um peso próprio considerável, necessitando de uma estrutura forte. Atualmente opta-se por telhas de fibrocimento por exigirem menos das estruturas e pelo baixo preço.

As telhas de fibrocimento são materiais com baixa resistência

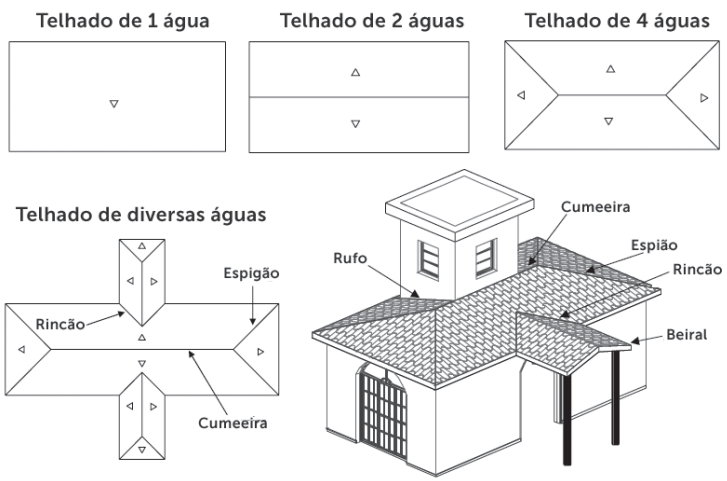
térmica, isto é, propriedade do material em impedir que o calor passe por ele $0{,}41 m^2.C.W^{-1}$. O que auxilia na redução da troca do calor entre o ambiente externo e interno é pintar de branco ou mesmo utilizar telhas sanduíches – que possuem uma camada de telha metálica, uma camada de material com alta resistência térmica (como o caso de lã de vidro, poliestireno expandido ou outro material isolante) e mais uma camada de telha metálica.

O forro pode ser uma opção de uso sob a cobertura e atua como uma segunda barreira física, reduzindo a transferência de calor do ambiente externo para o interno. Esse aparato forma um bolsão de ar que aumenta a resistência térmica capaz de reduzir em 62% o ganho de calor utilizando um forro simples de painel de madeira de 6 mm, ou capaz de reduzir em até 90% no caso de forro com ventilação. É possível encontrar instalações com forro de acortinado de polietileno (igual à cortina), material *Foil*®, material com diferentes espessuras resultando em diferentes isolamentos quando utilizado.

Exemplificando

A Figura 2.3 ilustra e exemplifica telhados com diferentes águas para você entender melhor a diferença entre eles.

Figura 2.3 | Telhado com uma água, duas águas, quatro águas e diversas águas



Fonte: <http://cursos.construir.arq.br/wp-content/uploads/2012/04/Figura-26.1-Tipos-de-telhados.png>. Acesso em: 4 maio 2017.

Assimile

É importante que você assimile que a cobertura é responsável por reduzir entre 20% e 40% da carga térmica de radiação no interior da instalação rural. A área da cobertura corresponde a 80% da área da instalação e a 49% da radiação solar recebida, ou seja, quanto mais o produtor investir em isolamento na cobertura (seja pintando o telhado de branco seja utilizando telhas sanduíches), menor será seu gasto com sistema de ventilação para retirar o calor transferido pelo Sol.

Materiais de preenchimento: Os materiais de preenchimento são utilizados para proteger os animais contra ventos fortes, chuva, radiação solar e frio. Assim, as paredes de instalações de animais em confinamento são fechadas para acondicionamento térmico a fim de oferecer uma boa ambiência e, por consequência, um desempenho produtivo superior.

As paredes das instalações são construídas de diversas maneiras e com diversos materiais de preenchimento.

Normalmente, para instalações mais tecnificadas de frangos de corte e suínos são utilizados diferentes tipos de material de preenchimento em instalações com diferentes tipologias:

1ª tipologia: utiliza-se material de alvenaria (tijolo e cimento) nas paredes da frente e do fundo. Já as paredes laterais possuem uma mureta em alvenaria de aproximadamente 0,5 m de altura, e acima da mureta é instalado um telado antipássaro até a altura do pé-direito. Em toda a área que compreende a mureta e a tela é instalado um cortinado de polietileno que pode ser na coloração amarela, azul na face interna e branca/prata na face externa, ou preta na face interna e branca/prata na face externa. Esse acortinado pode ser mantido sempre fechado com ventilação artificial, ou pode ser manejado para auxiliar na ventilação natural.

2ª tipologia: utiliza-se material de alvenaria (tijolo e cimento) nas paredes da frente e do fundo. Já as paredes laterais possuem uma mureta em alvenaria de aproximadamente 1,0 m de altura, e acima da mureta é instalado um telado antipássaro até a altura do pé-direito. A área do telado pode ser preenchida por um acortinado mantido sempre fechado utilizando ventilação artificial, ou pode ser manejado para auxiliar na ventilação natural e impedir que os raios solares adentrem à instalação.

3ª tipologia: utiliza-se material de alvenaria (tijolo e cimento) nas paredes da frente, do fundo e das laterais. O sistema de ventilação, no caso, deverá ser apenas do tipo artificial por não permitir a abertura das laterais. Nas instalações com todas as paredes fechadas, é possível observar materiais de preenchimento de alvenaria, de alvenaria com isolamento termoacústico através de poliestireno expandido nos espaços vazios do tijolo, também pode ser de material metálico nas faces externas e material isolante no centro, bem como de compensado naval que auxilia no isolamento térmico e na facilidade de limpeza dessas instalações.

Não podemos nos esquecer que os materiais de preenchimento também podem ser utilizados no interior das instalações com o objetivo de separar animais, como no caso de suínos em fase de creche, em que são utilizadas muretas de alvenaria, grades de proteção em ferro ou alumínio, paredes de alvenaria vazada de aproximadamente 1,2 m de altura para auxiliar ou impedir a ventilação e que os animais tenham contato visual entre as baias, por exemplo. Outra utilização é para encaminhar os animais do transporte à instalação e vice-versa.

Nesse caso, é necessário que essas paredes não formem curvas com ângulos retos, que impeçam o animal de ver a continuidade, assim, ele consegue se manter na trajetória sem paradas bruscas. Também é recomendado que essas paredes apresentem altura superior à do animal, de forma que impeça que ele visualize a parte externa. Essas medidas visam ao bem-estar animal e são mais utilizadas para a produção de suínos e bovinos.

Exemplificando

A Figura 2.4 apresenta algumas dessas tipologias.

Figura 2.4 | Diferentes materiais de preenchimento nas instalações rurais, com cortina (a), parede de alvenaria (b) e parede de material metálico (c)

A B C

Fonte: acervo do autor.

Isolamento térmico: O isolamento térmico é utilizado nas instalações rurais como um meio eficiente e econômico de melhorar as condições ambientais das edificações em geral. São materiais porosos cuja elevada resistência térmica se baseia na baixa condutividade térmica do ar contido em seus vazios, resultando, assim, em uma inércia térmica. Outro efeito importante relacionado ao isolamento térmico está em reduzir as trocas térmicas do ambiente externo com o interno, ou seja, é a diminuição da amplitude térmica no galpão durante os períodos mais quentes (próximo ao horário das 13horas e mais frios (próximo ao horário das 2horas do dia.

Os materiais isolantes térmicos são constituídos por materiais de condutividade térmica baixa que podem ser combinados entre si (como alvenaria combinada com madeira e isopor) a fim de melhorar o isolamento.

O uso de isolantes sobre as telhas como o poliuretano, sob as telhas como o poliuretano, Eucatex, lã de vidro, poliestireno expandido, entre outros, ou mesmo formando um forro abaixo da cobertura, auxilia na redução do ganho de temperatura pela radiação solar. O uso de forro sob o telhado é um dos tipos de isolamento térmico mais utilizado, capaz de melhorar o conforto térmico das aves, uma vez que reduz a troca térmica e, por consequência, aumenta a inércia térmica. Note que a quantidade de ar embutido nesses materiais é maior que nos materiais não isolantes, por isso são utilizados no controle térmico.

A disposição mais efetiva é a cobertura contendo forro isolante que aproveita a camada de ar formada entre ele e o telhado. Em países de clima temperado, são utilizados materiais de fibras, pós e escamas dispersos em camadas finas, cheios de ar em cima do forro. O próprio ar, quando está limitado em um volume fechado, também funciona como poderoso isolante térmico, como é o caso dos espaços que ficam entre os tijolos vazados, ou o espaço entre o telhado e o forro, entre outros.

Materiais isolantes como espumas, plásticos, poliestireno expandido, Eucatex e lã de vidro são utilizados para construção de "paredes sanduíches", no intuito de reduzir a troca de calor entre os ambientes externo e interno. As telhas sanduíches têm esse nome porque são feitas de duas camadas de telhado laminado com material de isolamento no meio. Assim, no inverno tem-se eficiência energética dos sistemas de aquecimento, ou seja, todo o aquecimento produzido para os animais

na fase inicial de vida (pintinhos e leitões, por exemplo) ou no frio não é perdido para o ambiente externo graças a esse isolamento.

E no verão, tem-se eficiência energética dos sistemas de ventilação e resfriamento, nos quais os isolantes impedem o calor externo de entrar na instalação sobrecarregando ainda mais o sistema de ventilação e resfriamento, que precisa retirar o excesso de calor produzido pelos próprios animais em função do metabolismo, ou seja, conjunto de reações químicas e físicas para manter o corpo vivo. De maneira geral, o investimento mais econômico será aquele em que a soma do custo anual das perdas térmicas e do custo anual de amortização do material isolante seja mínima.

Outro fator a ser considerado é a resistência desses materiais ao ambiente hostil utilizado, que possui agentes biológicos e químicos que podem destruir ou comprometer o material, como o caso de insetos (cascudinho) e roedores que causam rasgos na cortina, nos componentes de madeira, deteriorando-os, e também dos gases produzidos pelos animais e suas excretas, que podem volatilizar a amônia, por exemplo, que é prejudicial à conservação dos materiais da instalação.

Reflita

Você já refletiu sobre a tecnificação das instalações agrícolas? Cada vez mais estão sendo utilizados isolantes térmicos como plásticos e borrachas sintéticas, aplicados na forma fluida ou em capas, para formar membranas de cobertura para auxiliar no isolamento, por exemplo. Dessas membranas, a mais utilizada é a cobertura por pulverização de espuma de poliuretano com espessura de, no mínimo, 25 mm. Essas membranas são utilizadas no intuito de proteger os componentes da instalação contra a radiação ultravioleta por revestimentos protetores (polietileno clorossulfonado e borracha butílica).

Finalização: Na finalização das instalações rurais, é preciso atentar aos materiais com os quais os animais terão contato direto no interior do galpão. Assim, as paredes devem ser lisas de maneira que o animal, ao se atritar com ela, não se machuque e nem se lesione. Também é necessário atentar à questão de manejo, então as superfícies dentro do galpão devem ser lisas e até pintadas para facilitar a limpeza e a identificação se a limpeza foi realizada corretamente.

Em galpões de frangos de corte preconiza-se que as paredes não

devem formar cantos nem quinas, facilitando a passagem das aves e impedindo que ocorra esmagamento em um eventual amontoamento. A mesma ação deve ser tomada em granjas de suínos. Em instalações para gado leiteiro, preconiza-se que toda a sala de ordenha seja revestida com azulejos para facilitar a limpeza e desinfecção, bem como um tipo especial de rodapé de azulejo que impeça a formação de um ângulo de 90° entre o piso e a parede, facilitando a limpeza e impedindo que materiais fiquem impregnados nessas frestas.

De maneira geral, a aplicação do revestimento auxilia também contra a penetração de umidade, evitando-se a formação de bolor, e na regularização da superfície das paredes, para auxiliar a limpeza.

O uso de material cerâmico também é recomendado no interior de comedouro e bebedouro para animais de grande porte para que o animal não machuque a língua ao se alimentar e também pela facilidade de limpeza.

A pintura das paredes deve ocorrer quando a parede está seca, evitando a formação de bolor, e pode ser feita pela caiação simples (pintura econômica e simples que utiliza água e cal nova e branca), têmpera (é um tipo de caiação em que se adiciona um pouco de cola), óleo (vantagem de não sair facilmente e ser lavável) ou tinta látex (tintas sintéticas, laváveis e de fácil aplicação).

Piso e pavimentação: O piso de granjas de frango deve ser cimentado ou revestido com tijolos assentados em espelho, os quais auxiliam na manutenção da umidade, ou seja, impedem que a umidade do solo entre em contato com a cama de frango interferindo negativamente na sua qualidade, que está em função da umidade (muito seca pode causar doenças respiratórias nas aves e muito úmida impede que ela faça a sua função de absorver umidade das excretas) e do pH. O piso deve ser de material lavável, impermeável, não liso, com espessura de 6 cm a 8 cm de concreto no traço 1:4:8 (cimento, areia e brita) ou 1:10 (cimento e cascalho), revestido com 2 cm de espessura de argamassa 1:4 (cimento e areia).

O piso de granjas de suínos poderá ser parcialmente ripado; o de gado de leite é feito de concreto e deve ter textura suficientemente lisa para facilitar a limpeza, mas não tão lisa para que os animais não escorreguem. Já o piso onde ocorre a passagem de animais em rampas deve ser revestido de concreto rugoso para evitar que o animal escorregue. Este piso normalmente é observado em instalações para suínos, gado de corte e gado de leite.

A pavimentação da área rural pode ser feita com cascalho e pedras naturais, ou seja, pedras classificadas em 3 (dimensões entre 2,5 mm e 5,0 mm) e em 4 (dimensões entre 5,0 mm e 7,5 mm) são utilizadas para pavimento rústico e/ou para a base do pavimento e, caso o produtor se interesse, pode ser utilizada uma camada de piche nos locais onde ocorre a passagem de veículos. Outro material utilizado para a pavimentação é o solo-cimento, considerado um material alternativo de baixo custo, é feito pela mistura de cimento, solo e água. Outra opção é a utilização de concreto, que pode ser moldado diretamente no solo compactado com 0,15 m de espessura para comportar trânsito de veículos mais pesados (como caminhões e tratores).

Ao redor das construções rurais são construídas calçadas para passagem de pedestres e para auxiliar na impermeabilização da construção, evitando que a umidade do solo entre em contato com as paredes. As calçadas normalmente são feitas de concreto moldadas no próprio local com espessura de aproximadamente 0,10 m para resistir à passagem de algum veículo.

Pesquise mais

O uso de materiais adequados na construção da cobertura, paredes e pisos é importante para permitir a durabilidade e aptidão das construções. Agora que você já conhece os principais materiais e os elementos construtivos utilizados nas instalações rurais, veja maiores detalhamentos na Unidade 3 do material disponível em: <http://www.moretti.agrarias.ufpr.br/publicacoes/man_1997_construcoes_rurais.pdf> e em <http://www.agr.feis.unesp.br/defers/docentes/mauricio/pdf/Constru%E7%F5es/Constru%E7%F5es5.pdf>. Acesso em: 4 maio 2017.

Sem medo de errar

Retornando ao problema proposto no início desta seção, sabemos que cada elemento construtivo possui uma função dentro de uma instalação para suínos e que existem materiais mais aptos que outros para determinado tipo de emprego. Sendo assim, vamos considerar a escolha dos elementos construtivos para uma granja de suínos em fase de terminação localizada no estado de Mato Grosso do Sul.

Cada animal de produção possui uma necessidade ambiental específica; no caso em questão, suínos em fase de terminação precisam estar em um ambiente com temperatura entre 15 °C e 21 °C, segundo a literatura, para apresentar o seu melhor desempenho produtivo em

função da sua genética. Com as informações do clima, é possível observar que a instalação deverá estar preparada para as condições de altas temperatura, ou seja, quanto menos ganho calórico proveniente da radiação solar a instalação tiver, maior a eficiência do sistema de ventilação, que precisará remover somente o calor produzido pelos animais e equipamentos no interior da granja.

Então, vamos recorrer aos materiais com adequado isolamento térmico capazes de reduzir as trocas de calor entre o ambiente interno e externo tanto na cobertura quando nas paredes laterais.

A cobertura poderá ser feita com telhas sanduíches, ou seja, aquelas que possuem uma camada de telha metálica, outra camada de material isolante como poliestireno expandido e outra camada de telha metálica. Dessa maneira, impediremos que a radiação solar contribua para o incremento de calor no interior das instalações. Ainda, é um material de fácil limpeza e desinfecção.

Segundo uma pesquisa no fabricante, é possível determinar as especificações necessárias para a construção. No caso da telha termoacústica, por exemplo, a estrutura do telhado pode ser feita tanto em material metálico quanto em madeira, a escolha ficará por conta do proprietário e sua condição financeira, uma vez que ambas são permitidas e utilizadas nas instalações rurais. A inclinação que o fabricante preconiza é de, no mínimo, 5% e, no máximo, 57% para auxiliar na vazão da água da chuva na superfície do telhado. Vale lembrar que cada material escolhido para a cobertura com isolamento terá uma especificação oferecida pelo fabricante. No caso da presente situação, nós escolhemos que ela tenha uma especificação de telhado de, no mínimo, 5% de inclinação.

Esse tipo de cobertura que auxilia no isolamento térmico não precisa da instalação de forro; já no caso da escolha de um material de fibrocimento, é recomendado ter a instalação do forro para auxiliar no isolamento da radiação solar e reduzir o ganho de calor no interior da granja. As paredes poderão ser feitas de alvenaria com a utilização de tijolos vazados, já que o ar armazenado nesses espaços auxilia no isolamento das paredes laterais também sem a necessidade de outros tipos de isolamentos – considerando que a cobertura teve um custo considerado e que ela representa, em média, 80% da área superficial total da instalação.

O piso deverá ser feito de concreto ripado não tão liso que o animal possa escorregar e não tão grosso que impeça uma adequada limpeza ou que fique desconfortável para o animal repousar. Assim, as partes

ripadas auxiliarão para que as excretas não fiquem em contato direto com o animal, elas serão depositadas em um fosso com inclinação para recolher esse material e, dependendo da quantidade, o produtor poderá se beneficiar com a produção do biogás.

As divisórias das baias poderão ser feitas de alvenaria fechada na altura um pouco superior à dos animais, auxiliando na ventilação e impedindo que eles pulem de uma baia para outra. Poderia ser vazada, para os animais de baias diferentes terem contato visual entre si e auxiliar a ventilação. Outra opção seria a utilização de portões de materiais metálicos, também a uma altura que os animais não consigam pular de uma baia para outra, mas não sendo necessário ter altura até o teto por questões de economicidade. De maneira geral, as paredes poderão ser pintadas de branco na face externa, auxiliando na reflexão da radiação solar, e também na face interna, para auxiliar na avaliação da limpeza.

Ultimamente, os comedouros são obtidos pela compra no mercado agropecuário e os bebedouros são do tipo chupeta, instalados na parede, mas em cada baia poderia também ser construído o comedouro em alvenaria com finalização em revestimento cerâmico para facilitar a limpeza e não machucar a boca do animal durante sua alimentação, e o mesmo vale para o bebedouro. Algumas granjas também constroem o comedouro em madeira, entretanto não é recomendado devido à sua propriedade higroscópica e de trocar umidade com o meio ambiente – ela pode absorver a água durante a limpeza e danificar a ração dos animais.

Assim, determinamos os elementos construtivos da instalação para alojamento de suínos em fase de terminação.

Avançando na prática

Instalações de frangos de corte: principais elementos construtivos aplicados nesse sistema de produção

Descrição da situação-problema

Você, profissional capacitado para trabalhar com instalações rurais para produção comercial de animais, foi contratado para auxiliar um produtor rural na construção de um aviário de frango de corte na cidade de Amparo, interior do estado de São Paulo.

Nessa consultoria, quais elementos construtivos de cobertura você utilizaria para criação de frangos de corte? Por quê? E para o piso? Você

precisará considerar dois materiais para cada elemento.

Resolução da situação-problema

De acordo com o pedido do produtor rural nessa consultoria, você pode relacionar os elementos construtivos, seus respectivos materiais e particularidades em uma tabela, para facilitar a compreensão. Assim, o Quadro 2.2 apresenta o resultado do estudo que você entregará ao produtor rural.

Quadro 2.2 | Relação dos elementos construtivos, seus respectivos materiais e particularidades para aplicação em uma instalação de frangos de corte

Elemento Construtivo	Itens	Materiais de Construção	Particularidades
Cobertura	Telhas	Telhas de fibrocimento	Mantê-las sempre limpas e de preferência na cor branca para facilitar a reflexão da radiação solar. Utilização necessária de forro.
		Sanduíche	Possui adequado isolamento térmico não necessitando de forro.
	Estrutura	Metálica	A estrutura de madeira é utilizada nas construções rurais geralmente para telhas cerâmicas.
		Material *Foil*®	A estrutura metálica é utilizada nas construções rurais geralmente para telhas de fibrocimento.
	Forro	Acortinado de polietileno	Auxilia na redução do ganho de calor pela radiação solar, mas tem que mantê-lo limpo.
		Material *Foil*®	
Piso	Cimentado	Cimento, brita e água	Auxilia na vedação, limpeza e impermeabilização.
	Espelho	Tijolo cerâmico	

Fonte: elaborado pelo autor.

Faça valer a pena

1. O piso nas construções desempenha a função de alocar, dar sustentação aos animais, impedir que eles escorreguem e evitar que a umidade do solo entre em contato com eles. Entretanto, dentre os vários pisos, sempre há

aquele que é mais adequado de acordo com o tipo de animal que será criado e de acordo com o local da construção em que será alocado.
Baseado nessas considerações, assinale a alternativa correta que diz respeito aos pisos utilizados na produção de suínos na fase de terminação.
a) O piso deve ser liso e de concreto para auxiliar na limpeza.
b) O piso deve ser revestido com material cerâmico para auxiliar na limpeza.
c) O piso precisa ser ripado para facilitar a limpeza e não escorregadio.
d) O piso deve ser de cerâmica e ripado para evitar que o animal escorregue.
e) O piso deve ser de tijolo espelhado para evitar que animal escorregue.

2. A cobertura é responsável por proteger as instalações da radiação solar e das intempéries. De maneira geral, ela é composta pela estrutura, pelas telhas e, dependendo da instalação rural, também pode conter forro, que faz a separação entre o telhado e o ambiente onde estão os animais.
Baseado nas funções básicas da cobertura e todo o conhecimento obtido sobre esse elemento construtivo, considere a afirmação a seguir:
As telhas de fibrocimento são materiais de _____ resistência térmica e por isso é necessário _____ o forro para auxiliar na(o) _____ das trocas de calor entre o ambiente interno e externo.
Assinale a alternativa que contém os termos que preenchem respectivamente as lacunas da frase.
a) alta, utilizar, redução.
b) baixa, utilizar, aumento.
c) alta, desconsiderar, aumento.
d) baixa, desconsiderar, redução.
e) baixa, utilizar, redução.

3. O isolamento térmico é utilizado nas instalações rurais como um meio eficiente e econômico para melhorar as condições ambientais das edificações em geral. Outro efeito importante relacionado a ele está em reduzir as trocas térmicas do ambiente externo com o interno, ou seja, a diminuição da amplitude térmica no galpão durante os períodos mais quentes e mais frios do dia. Assim, são utilizados vários materiais de isolamento para cumprir o papel de isolantes térmicos nas instalações rurais.
Dentre os materiais de isolamento estudados, escolha a alternativa que possui somente materiais isolantes utilizados nas construções rurais para produção intensiva de animais.
a) Lã de vidro, poliuretano, poliestireno expandido e pó de madeira.
b) Telha fibrocimento, poliestireno expandido, cortina e pó de madeira.
c) Cortina, Foil®, poliestireno expandido e pó de serra.
d) Fibras, cimento, poliestireno expandido e pó de madeira.
e) Telha fibrocimento, poliuretano, isopor e cimento.

Seção 2.3

Componentes e características das instalações rurais

Diálogo aberto

As instalações utilizadas nas áreas rurais tornaram-se um dos fatores mais importantes no contexto da produção animal e vegetal a fim de oferecer condições favoráveis de criação visando ao máximo desempenho de seu potencial genético, que já possui índices produtivos melhorados. Assim, o sucesso da produção intensiva de animais e plantas está diretamente relacionado ao manejo eficiente do ambiente e depende da adequação das condições de conforto térmico, devido à influência dos elementos meteorológicos que favorecem ou prejudicam o desempenho da produção, bem como a questão da sanidade, nutrição e genética.

Nesse sentido, uma empresa alimentícia do ramo da suinocultura deseja construir um novo galpão de suínos para a fase de terminação do ciclo produtivo e deseja que você dimensione a granja levando em consideração a quantidade atual de porcas que eles possuem – que são 50 –, bem como a possibilidade de expansão em 50% do plantel no futuro.

Assim, você é um profissional com habilitação em construções rurais, capaz de solucionar os seguintes questionamentos: qual o dimensionamento e os componentes construtivos dessa instalação em função do número de animais e o tipo da distribuição (baia ou tudo junto)?

Outra resposta que a empresa espera de você é que o projeto desenvolvido seja capaz de os auxiliar na localização, orientação, materiais construtivos e características construtivas específicas dessa modalidade de produção animal, tais como o piso, paredes, telhados, comedouros, bebedouros e dimensionamento do número de baias necessárias para atender à demanda de suínos em função das 50 porcas iniciais e também da expansão em 50% do número de porcas, ou seja, 75 porcas no total.

A primeira ação que você deve tomar é observar quais as

necessidades térmicas e também de alocação dos animais e dos operários que frequentarão a instalação. Outros fatores que se deve levar em consideração: quantos animais são permitidos para serem alojados por baia? Quais as áreas necessárias por animal? Qual a área necessária por baia? Qual a quantidade de comedouros e bebedouros necessários? Qual o piso, paredes e telhado desse galpão?

Assim que resolver essas questões, você vai perceber que seu projeto para a entrega estará pronto.

Bons estudos!

Não pode faltar

O ambiente interno (térmico, aéreo e acústico) gerado pela instalação rural e pelo seu sistema de ventilação possui um papel fundamental na produção de animais em confinamento por influenciar no bem-estar e na resposta produtiva deles. Assim, os produtores vêm buscando por sistemas de produção e tipologias das instalações modernas e tecnificadas capazes de impedir a influência do ambiente externo sobre o interno, como também auxiliar nas atividades e manejos realizados em cada tipo de produção.

Os itens apresentados a seguir são quesitos gerais para as instalações rurais:

I) Localização da instalação: logística adequada e eletrificação adequada.

II) Orientação da instalação: deve ser no sentido leste-oeste.

III) Entorno das construções: o plantio de árvores não frutíferas é recomendado nas faces norte e oeste da instalação (sombreamento e redução do calor absorvido pela instalação). Recomenda-se o plantio de grama ao redor do galpão.

Entre as principais produções animais e seus componentes e especificidades, estão:

2.3.1 Instalações para frango de corte

As aves são alojadas em uma mesma instalação do primeiro

até o último dia, quando vão para o abate. Algumas informações devem ser levadas em consideração no dimensionamento dos aviários:

I) A idade média de abate do frango de corte é de 42 dias, com peso em torno de 2,5 kg.

II) A densidade das aves (i.e. quantidade de aves por área) não pode exceder 30 kg/m^2 para assegurar o bem-estar delas, assim a capacidade do aviário está em função da sua dimensão, entretanto é comum a construção de aviários nas dimensões de 12 x 100 m e 15 x 150 m (largura x comprimento), em conformidade com as necessidades comerciais das empresas integradoras.

III) A forma do galpão é retangular por questão econômica.

IV) O sistema de ventilação é utilizado para manutenção das condições térmicas e aéreas adequadas à criação de aves tanto no verão quanto no inverno.

V) Elementos construtivos: o beiral dos galpões deve ter entre 1,5 m e 2,0 m de comprimento. As telhas ideais seriam de cerâmica ou sanduíche; entretanto, por questões econômicas, são empregadas as telhas de fibrocimento, o que torna imprescindível a utilização de forro. Já a altura do galpão (pé-direito) varia entre 2,5 m e 3,0 m.

Para o dimensionamento do galpão é necessário definir o período total de criação: *Período_total_criação (dias) = Período_ limpeza (7 a 14 dias) + Período_criação_aves*

Outra definição é o número de instalações (o intervalo entre abates é definido pelo mercado): $Número_\text{instalações} = \frac{Período_total_criação(dias)}{Intervalo_entre_abate(dias)}$

A determinação da área de piso do aviário está em função do número de aves que é preciso alocar e da densidade permitida:

$$Área_galpão(m^2) = \left(\frac{Nº\ aves\ /\ abate}{Densidade_aves/m^2} \right)$$

$$Comprimento_galpão(m^2) = \left(\frac{Área_galpão(m^2)}{Largura_galpão/m} \right)$$

Exemplificando

Levando em consideração o bem-estar animal, pode-se, por exemplo, determinar quantos frangos de corte podem ser alojados em um aviário com dimensões de 12 m de largura e 100 m de comprimento.

Resolução: Para determinarmos a quantidade de aves alojadas, devemos multiplicar a área do galpão pela densidade de aves (normas de bem-estar animal preconizam 12 aves/m^2). Assim, temos que:

Número_aves = Área_galpão(m^2) x Densidade_aves/m^2 = 12 x 100x12 = 14.400 aves

Portanto, o aviário estará apto para alojar 14.400 aves.

Alguns aspectos construtivos de aviários de frangos de corte: os exaustores que retiram o ar da instalação estão localizados na face frontal do aviário, enquanto as entradas de ar estão na face posterior do aviário com resfriamento evaporativo.

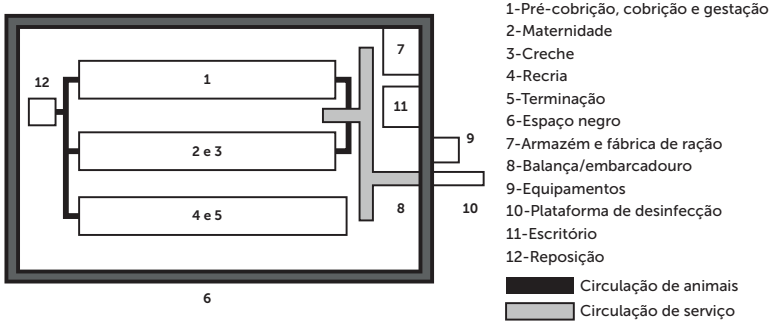
O fechamento longitudinal possui uma mureta de alvenaria com 0,4 m de altura e no vão entre a mureta e a cobertura há telado antipássaro e vedação de acortinado de polietileno com variação de cores ou parede de alvenaria mesmo. A cama de frango que se encontra no campo é feita de maravalha, casca de arroz, casca de café, bagaço de cana e areia, entre outros materiais.

As dimensões comerciais são: para comprimento com 100 m, 120 m, 150 m, 160 m; largura com 9 m, 10 m, 12 m, 16 m, 20 m, 22 m, 24,5 m, 32 m, sendo que os aviários com largura a partir de 20 m são considerados largos e apresentam normalmente dificuldade na troca de ar. O piso cimentado tem espessura entre 0,04 m e 0,06 m com declividade entre 1% e 2% e os pilares são feitos de concreto armado ou concreto. Sobre a questão sanitária, o pedilúvio deve ser colocado nas entradas dos barracões para a desinfecção dos calçados das pessoas que adentrarem o galpão e deve ser feito de cimento com pintura impermeabilizante para manter o líquido dentro. Os principais componentes da granja são determinados de acordo com o porte, mas basicamente há o setor administrativo, setor do armazenamento de ração, setor de produção e setor sanitário.

2.3.2 Instalações para suínos

O sistema de produção mais utilizado para a criação dos suínos e que vamos apresentar é o sistema horizontal modular (Figura 2.5), constituído de módulos em alinhamento horizontal, para facilitar a expansão da produção sem prejudicar a disposição da exploração (aconselhável para criadores de pequeno e médio portes com 60 a 200 matrizes aproximadamente).

Figura 2.5 | Sistema de produção de suínos do tipo horizontal modular



Fonte: Souza (1997, p. 146).

Agora vamos estudar as particularidades de cada componente da construção para a criação de suínos.

Nas **baias de pré-cobrição e cobrição**, o piso deve possuir espessura entre 0,06 m e 0,08 m com mínima declividade de 2% no sentido das canaletas para drenagem. As paredes podem ser feitas de alvenaria ou com divisórias metálicas em cilindros. A cobertura é igual à feita para frango de corte. As dimensões do galpão, aberturas, ventiladores e lanternins auxiliam na ventilação, que está em função dos tipos de cobertura e do clima, largura, telha, pé-direto e beiral do galpão, de acordo com a Tabela 2.2.

Tabela 2.2 | Largura, pé-direito e beiral em função do clima para telhas de cerâmica e fibrocimento

Clima	Largura do galpão (m)	Telha de fibrocimento		Telha de cerâmica	
		Pé-direito (m)	Beiral (m)	Pé-direito (m)	Beiral (m)
Quente e seco	Entre 10 e 14	Entre 3,2 e 3,5	Entre 1,2 e 1,5	Entre 2,8 e 3,0	Entre 1,0 e 1,2
Quente e úmido	Entre 6 e 8	Entre 3,0 e 3,2	Entre 1,2 e 1,5	Entre 2,5 e 2,8	Entre 0,7 e 1,0

Fonte: Souza (1997, p. 148).

O comedouro nessa etapa é individual para evitar competição e realizar a manutenção de uma alimentação balanceada, com dimensões de 1,50 x 0,55 x 1,00 m (comprimento, largura e altura), feito de material de PVC, madeira ou alvenaria e bebedouro do tipo chupeta.

O setor de **gestação** é normalmente construído em gaiolas equipadas com bebedouros e comedouros individuais, o que implica em uma área reduzida para os animais. O dimensionamento consiste na determinação do número de gaiolas necessárias na fase de gestação.

$$Número_gaiolas = \frac{(N°porcas)\times(N°ciclos/porca/ano)\times(período_\text{ocupação}(semanas))}{(N°porcas/\text{baia})\times(N°semana_do_ano)}$$

Onde:

• N° porcas = total de porcas do plantel;

• N° ciclo/porca/ano = em média varia de 2,17 a 2,48 partos/ano;

• Período de ocupação = obedece ao seguinte critério:

– Da confirmação da prenhez até uma semana antes do parto: 11 semanas.

– Limpeza e desinfecção: 1 semana.

– Total do período de ocupação: 12 semanas.

• N° de porcas/baia = é igual a 1; e

• N° semanas do ano = 52 semanas.

Em relação aos aspectos construtivos dessa instalação, temos:

I) Piso: feito de concreto interiço na parte da frente da porca e ripado na parte de trás para escoar fezes e urina. As ripas devem ser construídas sobre um fosso.

II) Comedouro e bebedouro: devem ser instalados na parte da frente da porca em canaletas com dimensões de 0,25 x 0,30 m (comprimento x largura).

III) Cobertura: igual à do setor de cobrição.

A **maternidade** é a instalação destinada aos partos das porcas. É necessário que a maternidade possua proteção que evite esmagamento dos leitões, fonte de calor para os leitões no escamoteador, fonte de água, escoamento de dejetos, piso de concreto para a porca, piso de plástico aos leitões. As maternidades mais utilizadas são divididas em gaiolas individuais.

Em relação aos aspectos construtivos dessa instalação, temos:

I) Piso, bebedouros e comedouros, e telhado: igual ao anterior.

II) Paredes: construídas de alvenaria com altura mínima de 1,2 m.

III) Gaiolas de parição: construídas normalmente em ferro, possuem comprimento de 2,4 m e largura de 1,5 m (0,6 m da parte da porca mais a área lateral para os leitões), e o escamoteador com dimensões de comprimento de 1,5 m e largura de 0,5 m (com aquecimento).

A **creche** é o local para onde os leitões são direcionados depois da desmama (com 10 semanas de idade). São alocados no máximo 20 leitões por baia com área necessária entre 0,18 m² e 0,27 m² por leitão.

Em relação aos aspectos construtivos dessa instalação, temos:

I) Comedouro: 0,18 m para cada 3 leitões.

II) Bebedouro: bico de chupeta com regulagem de altura e dimensionada uma chupeta para cada 10 animais. O dimensionamento consiste na determinação do número de baias necessárias na fase de creche.

$$Número_\text{baias} = \frac{(N°\,porcas)\times(N°ciclos\,/\,porca\,/\,ano)\times(N°leitões\,/\,porca)\times(período_\text{ocupação}(semanas))}{(N°leitões\,/\,\text{baia})\times(N°semana_do_ano)}$$

Onde:

- N° de leitões desmamados/porca = em média 10 leitões.
- N° de leitões/baia = máximo de 2 leitegadas (20 leitões).

A fase de **crescimento e acabamento** compreende desde a saída da creche até o abate. Atualmente, esse setor – também conhecido como Wean to Finish – é utilizado a fim de reduzir os procedimentos de troca de locais, auxiliando no manejo e reduzindo o estresse animal pela locomoção.

Em relação aos aspectos construtivos dessa instalação, temos:

I) Piso: pode ser totalmente compacto, parcialmente ripado ou totalmente ripado. Dimensionar uma área de 1,0 m^2, 0,8 m^2 e 0,7 m^2 por animal para pisos totalmente ripado, parcialmente ripado e totalmente compacto, respectivamente.

II) Telhado e paredes: iguais aos setores anteriores.

III) Comedouros: de concreto, com 0,30 m por animal.

IV) Bebedouros: do tipo chupeta, sendo um para cada 10 animais. O dimensionamento consiste na determinação do número de baias necessárias na fase de crescimento e acabamento, como realizado na creche.

Tabela 2.3 | Número de baias na creche, duração da fase, período de ocupação e número de leitões desmamados por porca, em função das diversas idades de desmame

Fases	Idade de Desmama			
Duração da fase	3 semanas	4 semanas	5 semanas	6 semanas
	7 semanas	6 semanas	5 semanas	4 semanas
Limpeza/ desinfecção	1 semana	1 semana	1 semana	1 semana
Período de ocupação	8 semanas	7 semanas	6 semanas	5 semanas
Número de leitões desmamados/ porca	10	10	10	10

Fonte: Souza (1997, p. 159).

Observação: considerar o portão com 0,7 m de comprimento.

Há **outros componentes** a serem considerados: rampa de embarque, depósito em geral e escritório.

2.3.3 Instalações para bovinos de leite

As instalações para gado leiteiro contêm vários setores e funções distintas. São elas: piquetes, rodolúvio, residência, bebedouros, comedouros, baia para os touros, local para bezerros em aleitamento e já desmamados, novilhas menores, vacas secas, vacas em produção, piquete de espera, piquete de maternidade, pedilúvio, estrumeira, brete e tronco e embarcadouro.

As bezerras são deixadas no piquete de maternidade com a mãe durante os 3 primeiros dias de vida para se alimentarem do colostro; posteriormente, são colocadas em baias coletivas com, no máximo, 8 animais até os 5 meses de idade (dimensionamento de 2 m^2/cabeça). Entre os 5 meses de idade até 3 meses antes da primeira parição, ficam alojadas em piquetes cobertos dimensionados para 2,5 m^2/cabeça. Depois, as bezerras prenhas são dirigidas para o piquete de maternidade com cama limpa e próxima ao estábulo.

Assimile

O sistema de criação intensivo necessita de mais construções rurais, sendo tendência a maior eficiência da produção de leite. Ele consiste em animais confinados em estábulos, onde recebem toda a alimentação necessária, que são levados para ordenha de duas a três vezes ao dia.

Os principais setores para a produção de leite são:

Estábulo: local onde as vacas recebem alimento e são ordenhadas (sala de ordenha, depósito de ração, casa das máquinas relativas à ordenha mecanizada, vestiário e sanitário para os trabalhadores e baia para os bezerros estimularem as vacas a "soltarem" o leite). Existem os boxes individuais para deitar: as camas para os animais deitarem são individuais e forradas com serragem. Há uma área específica para as vacas se alimentarem, assim o dimensionamento fica da seguinte forma: comprimento do box de 2,20 m a 2,30 m; largura do box de 1,10 m a 1,20 m; altura da divisão dos boxes entre 1,00 m e 1,05 m; nível do piso do box de aproximadamente 0,10 m acima do corredor; piso de saibro duro ou concreto; cama de serragem/cepilho; largura do corredor central de aproximadamente 3,0 m; e largura corredor entre box e cocho de aproximadamente 3,50 m.

Sala de ordenha com fosso: a tendência de mercado é a ordenha tipo carrossel com capacidade para 14 vacas serem ordenhadas de uma só vez, atingindo atendimento de 70 vacas por hora. Esse modelo pode apresentar plataforma fixa ou móvel. Os aspectos construtivos consideram os componentes como alicerce, baldrame, aterro, piso, divisórias, janelas, revestimento dos pisos, rampas e degraus, revestimento e cobertura. A sala de ordenha é dimensionada de acordo com o rebanho, ou seja, área de 12 m^2 para rebanho menor que 20 vacas, 18 m^2 para rebanho de 20 a 30 vacas, 20 m^2 para rebanho de 30 a 40 vacas, e rebanho acima de 40 vacas precisa ter 30 m^2 e deve apresentar pé-direito acima de 2,7 m.

Escritório e depósito: cômodo utilizado para a administração do rebanho e das vacas individualmente, questões sanitárias, produtivas e de logística.

Curral: área utilizada para o manejo e alimentação do gado, sendo necessários entre 4 m^2 e 8 m^2 de piso por vaca. Em alguns casos, recomenda-se o curral de espera para ordenha com área necessária entre 2,0 m^2 e 2,5 m^2 por cabeça. O formato pode variar entre retangular, quadrado ou circular, sendo que a disposição depende do espaço ocupado pelo cocho de volumoso e da topografia do terreno. Para evitar grandes cortes de terra em terrenos com 10% ou mais de declividade, tende-se mais para a forma retangular. O dimensionamento consiste na determinação da área do curral.

$$Área_curral\left(m^2\right) = \left[\left(N°vacas\right) \times \left(Área_necessário/vaca\right)\right] + área_cocho$$

Tronco de contenção: utilizado para realização de manejos como vacinação, contenção, curativos. Nele, o piso é concretado no traço 1:4:8 com aclive de 0,5%. Para as laterais são utilizados esteios de 0,15 x 0,15 x 3,20 m distanciados entre si por 1,50 m, inclinados, com altura livre de 2,05 m. Não colocar materiais que não sejam as tábuas, tais como cordoalha, arame, canos ou vergalhões de ferro, para evitar que os animais se machuquem.

Embarcadouro: instalação para locomover o rebanho para dentro dos caminhões. Antes dele, é necessário que os animais passem por uma seringa e porteira de apartação para controle da quantidade de gado. As dimensões são de 1,0 m de altura e 3,0 m de comprimento.

Bebedouro para curral: o dimensionamento está em função da necessidade diária de água dos animais. O bebedouro deve estar equipado com boia para manter o nível de água. O nível da água deve ser de 0,6 m com largura de 0,6 m para acesso de um lado apenas e de 1,0 m para acesso dos dois lados.

Saleiro: localizado dentro do curral em gado confinado em que as dimensões comuns são de 3,0 x 0,3 x 0,2 m de comprimento, altura e largura, respectivamente.

Bezerreiros: devem estar próximos ao curral, protegidos de vento frio e recebendo o sol da manhã. Eles devem apresentar cobertura contra chuva, com suporte para o bezerro tomar leite e água, e outro compartimento para receber o sal. O mais utilizado é a cabana individual para reduzir problemas sanitários; elas são distanciadas em 5 m e mudam de posição regularmente para evitar contaminação. O dimensionamento é realizado considerando que um solário de tela pode ser colocado à frente do bezerreiro ou pode ser colocada uma coleira na bezerra com corda ou corrente que lhe permita movimentar-se fora da gaiola. Os bezerreiros possuem entre 1 m e 1,2 m de altura, 1,1 m de largura e 1,5 m de comprimento.

Depósito para as excretas: o tamanho do depósito deve levar em consideração a quantidade de animais, sistema de alojamento, tempo de alojamento e frequência de esvaziamento. Assim, é possível o dimensionamento das três celas: recepção do esterco, curtimento e descarga).

2.3.4 Silos

São construções destinadas ao armazenamento e conservação de forragens verdes, cereais, grãos secos, sementes, óleo e frutas. Há cinco tipos principais de silos: trincheira, encosta, superfície, cisterna e aéreo. A opção do tipo do silo deve considerar as vantagens e desvantagens de cada um. O Quadro 2.3 apresenta as vantagens e desvantagens dos cinco tipos de silo.

Reflita

Observe as informações a seguir e reflita sobre as vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de silo.

Quadro 2.3 | Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de silo

Tipo	Vantagem	Desvantagem
Aéreo	Eficiência, facilidade na descarga/compactação, estética, pode ser construído com lençol freático, ser ligado ao estábulo ou cochos, capacidade grande.	Maior custo inicial, mão de obra mais especializada, necessidade de máquina ensiladeira e com ventiladores para carregamento.
Encosta	Igual ao aéreo, mas é mais econômico e dispensa máquinas com ventiladores para carregamento.	As mesmas do aéreo, necessita de barranco bem elevado em relação ao local de trato.
Cisterna	Carregamento e compactação fáceis e mais econômico que os anteriores.	Descarga difícil, pequena capacidade, só pode ser construído onde não há lençol freático superficial e o revestimento é necessário.
Trincheira	Construção simples e econômica, possibilidade de máquinas na abertura e máquinas de ensilar mais baratas.	Maiores perdas, difícil compactação, necessidade de terra na cobertura. Evitar barrancos próximos. Há necessidade de cerca.
Superfície	Opção diversificada de local para ensilagem, máquinas para ensilar mais simples, rápido fechamento e pode mudar de local.	Maiores perdas de qualidade.

Fonte: elaborado pelo autor.

O dimensionamento consiste na determinação de:

I) Peso específico da silagem: varia entre 300 kg/m^3 e 800 kg/m^3.

II) Quantidade ministrada por cabeça/dia: a quantidade de silagem

necessária por cabeça de bezerros é entre 8 kg/dia e 10 kg/dia; de novilhas, em torno de 12 kg/dia; de vacas, entre 15 kg/dia e 20 kg/dia; e touro, entre 25 kg/dia e 30 kg/dia.

III) Espessura da camada de corte: varia em função da compactação no enchimento do silo. Considera-se para o silo trincheira: 15 cm; silos aéreo e encosta: 7,5 cm, e silo cisterna: 10 cm.

IV) Período de trato: é realizado o ano inteiro no sistema intensivo.

V) Altura do silo: pode ser 2,5 m para descarga manual e entre 5 m e 6 m para mecanizada.

VI) Número de silos: é recomendado mais de um silo em função da demora do enchimento, comprometendo a qualidade; caso o inverno chegue antes da época prevista, perde-se boa quantidade de silagem, bem como a utilização da silagem.

É necessário levar em consideração que a bitola traseira do trator é de 2,1 m a 2,3 m, o peso médio é de 3.500 kg e as lonas, comumente empregadas no fechamento dos silos, apresentam espessura de 200 micras e são vendidas no mercado em rolos de 50 a 100 metros de comprimento, com largura variando de 4, 6, 8, 10, 12, 14 metros.

Dimensionamento do silo trincheira: A quantidade necessária de silagem é determinada de acordo com o número de animais, período de alimentação e a quantidade de silagem gasta diariamente. Primeiramente determina-se a quantidade de silagem que será consumida em 1 dia pelo rebanho pela seguinte equação:

$$Peso_silagem(kg) = \left(N°vacas \times Quantidade_silagem\left(kg\right)\right) + \left(N°touros \times Quantidade_silagem\left(kg\right)\right) + \left(N°novilhas \times Quantidade_silagem\left(kg\right)\right) + \left(N°bezerros \times Quantidade_silagem\left(kg\right)\right)$$

Já o volume da silagem será calculado dividindo o peso total de silagem necessária (kg) pela densidade da silagem (kg/m^3).

Na determinação das dimensões do silo considerando a altura do silo e a bitola traseira do trator, utiliza-se a seguinte equação:

$$Área_silo\left(m^2\right) = \left(\frac{\left(\sum bitola_trator\left(m\right) + 3m\right) \times altura_silo\left(m\right)}{2} \right)$$

O comprimento do silo será determinado pela equação:

$$Comprimento_silo\left(m\right) = \left(\frac{\left(Volume_silagem_consumida/dia\left(m^3\right)\right) \times \left(N°dias\left(dias\right)\right)}{Área_\text{silo}\left(m^2\right)} \right)$$

Para a verificação da espessura de corte (m), basta dividir o comprimento do silo (m) pela quantidade de dias (dias).

Agora que você possui conhecimento sobre os componentes e as características dos principais animais de produção, utilize seu entusiasmo para dar continuidade nos estudos. O sistema de produção de gado de corte mais utilizado no Brasil é do tipo extensivo em que os animais se alimentam do pasto e a propriedade possui pequenas e poucas construções para complementação alimentar (comedouros, saleiros e bebedouros). Assim, consulte os links disponíveis na seção "Pesquise mais" para ter acesso a materiais sobre esse assunto e sobre a produção caprina, amplamente difundida na região Nordeste do nosso país, e também sobre ambientes protegidos para plantas.

Pesquise mais

Vamos agora aprofundar o conhecimento em outras produções animais e vegetais que também necessitam de instalações, como é o caso de ambientes protegidos para plantas, de produção de caprinos de corte e de leite, difundida nas regiões mais quentes do Brasil, e de gado de corte extensivo.

Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/AgriculturaFamiliar/RegiaoMeioNorteBrasil/Caprinos/instalacao.htm>. Acesso em: 16 maio 2017.

Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/70683/1/7-Planejando-a-Instalacao-de-Hortas.pdf>. Acesso em: 16 maio 2017.

Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/132/mat_capa.pdf>. Acesso em: 16 maio 2017.

Disponível em: <http://arquivo.ufv.br/dea/ambiagro/arquivos/instala%C3%A7%C3%B5esgadocorte.pdf>. Acesso em: 16 maio 2017.

Sem medo de errar

Com base na situação-problema, é necessária a identificação da área destinada para cada animal, que é de 0,8 m^2, e cada baia com capacidade de alojar até 20 leitões, por questões econômicas. Vamos considerar ainda a média do número de ciclos por porca por ano de 2,32 partos/ano, o número de leitões desmamados por porca será de 8, o período de ocupação será de 10 semanas e o número de semanas por ano será de 52.

Vamos calcular o número de baias necessárias para 75 porcas (50 porcas iniciais com possibilidade de crescimento em 50%, ou seja, 50 + 25 = 75 porcas).

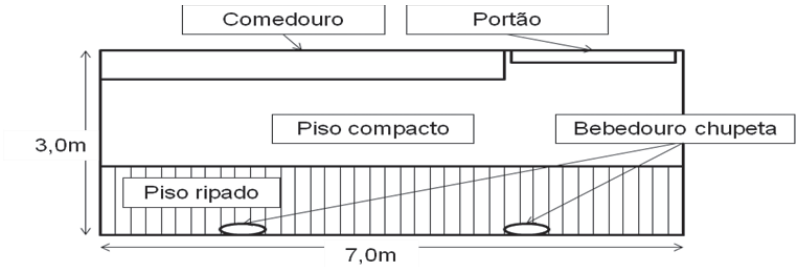
$$Número_baias = \left(\frac{75 \times 2,48 \times 8 \times 7}{20 \times 52} \right) = 10,01$$

Arredondando, seriam necessárias 12 baias para alojar os leitões. Arredonda-se de 10 baias para 12 baias em função de manter número par, uma vez que a disposição das mesmas estará uma frente à outra e também considerando uma possível expansão futura.

Em cada baia serão necessários dois bebedouros de chupeta e o comprimento linear de comedouro será de 0,3 m por animal, ou seja, 6 m de comedouro. A área necessária de piso da baia será de 0,8m^2 x 20 = 16m^2 .

Considerando o portão de entrada para cada baia de 0,7 m, o comprimento de cada baia será de 0,7 m (portão) + 6 m (comedouro) = 6,7 m (arredondando para 7 m). A largura será a área dividida pelo comprimento, ou seja: $\frac{16m^2}{6,7m} = 2,38m$ (arredondando para 3m). Assim, podemos considerar a Figura 2.6 a planta baixa de uma baia. Considerando ainda que teremos um corredor com 1 m de largura, a nossa instalação terá dimensões de piso de 42 m de comprimento e 7m de largura.

Figura 2.6 | Planta baixa de uma baia para suínos com a disposição do comedouro, portão, bebedouro e piso ripado



Fonte: elaborada pelo autor.

Após o dimensionamento, é preciso alocar a instalação dentro da propriedade. Considerando os aspectos apresentados nesta seção, a localização deverá ser ao lado da creche, para facilitar a locomoção dos leitões, e em local arejado e posicionado em função da principal direção do vento predominante, com declividade menor que 20%. A orientação dessa instalação deve ser leste-oeste impedindo que o sol adentre a instalação durante o dia.

Quanto aos materiais construtivos, o telhado terá estrutura de madeira e telhas de cerâmica para auxiliar no conforto térmico. O piso da instalação será feito de concreto, sendo o corredor em concreto totalmente compacto e, dentro da baia, a parte próxima aos bebedouros terá piso de concreto ripado, auxiliando a passagem das fezes e urina dos animais para o fosso na parte inferior à instalação, contribuindo com a limpeza. As divisórias serão de alvenaria de meio tijolo com altura que os animais de uma baia não visualizem os outros de outra baia. A declividade do fosso deve possibilitar o escoamento das fezes e urina dos animais.

Avançando na prática

Instalações rurais: dimensionamento de silos para armazenamento de forragens para gado de leite

Descrição da situação-problema

Você, profissional capacitado para trabalhar com instalações rurais para produção comercial de animais, foi contratado para auxiliar um produtor rural no dimensionamento de um silo do tipo trincheira para

armazenamento de forragens em uma propriedade que produz leite. Considerando que o produtor possui 50 vacas, 2 touros, 15 novilhas e 10 bezerros e o silo deverá comportar forragem suficiente para 130 dias, qual o volume de silagem necessária? Qual a dimensão da base maior do silo trincheira? Qual a área do silo trincheira? Qual o comprimento do silo?

Resolução da situação-problema

A partir de várias visitas realizadas nos aviários do interior do estado para a resolução dessa problemática, você deverá considerar a quantidade de silagem necessária para alimentar o rebanho durante 1 dia e depois extrapolar para 130 dias.

1ª etapa: Definição do peso de silagem consumida em 1 dia.

$$Peso_silagem(kg) = (50 \times 20kg) + (2 \times 25kg) + (15 \times 12kg) + (10 \times 8kg) = 1310kg$$

Para determinar o volume que essa silagem ocupa, basta dividir o seu peso pela densidade:

$$Volume_silagem(m^3) = \frac{1310kg}{500kg/m^3} = 2,62m^3$$

2ª Etapa: Determinação das dimensões do silo.

Considerando que o silo terá altura igual a 2,2 m e que a bitola traseira do trator possui 2,3 m, podemos calcular a base menor do silo como sendo a somatória da traseira do trator (2,3 m) mais o espaço para o trator poder trabalhar na compactação (3,0 m). Assim, temos que a base menor do silo será de 2,3 m + 3,0 m = 5,3 m. Já a base maior do silo é calculada em função da base e altura do silo:

$$Base_maior(m) = b + \frac{1}{2}H = 5,3 + \frac{1}{2} \times 2,2 = 6,55m$$

Como a área lateral do silo é no formato de um trapézio, então o cálculo será feito como área do trapézio x altura do silo.

$$Área_silo(m^2) = \frac{(b+B) \times H}{2} = \frac{(5,3+6,55) \times 2,2}{2} = 13m^2$$

Por fim, calculamos o comprimento do silo:

$$Comprimento_silo(m) = \left(\frac{(Volume_silagem_consumida/dia(m^3)) \times (N°dias(dias))}{Área_\text{silo}(m^2)} \right) =$$

$$\frac{(2,62m^3) \times 130dias}{13m^2} = 26,2m$$

Logo, o silo tipo trincheira possui 13 m de comprimento, 5,5 m de base menor, 6,55 m de base maior e 2,2 m de altura.

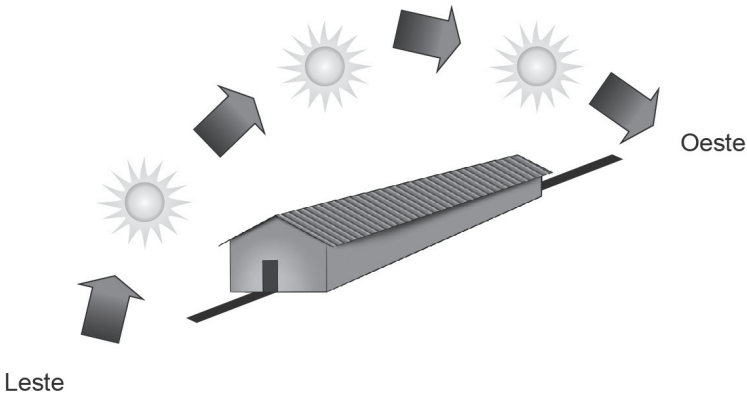
Faça valer a pena

1. Os produtores vêm buscando por sistemas de produção e tipologias das instalações modernas e tecnificadas capazes de impedir a influência do ambiente externo sobre o interno e também de auxiliar nas atividades e manejos realizados em cada tipo de produção. Para obedecer essas premissas, é importante levar em consideração cinco aspectos principais para a realização da instalação rural.
Sendo assim, escolha a alternativa correta que possui os cinco aspectos principais para a realização das instalações rurais.
a) Planejamento econômico, escolha da área, dimensões da instalação, orientação da instalação e microclima das construções.
b) Planejamento arquitetônico, escolha da área, localização da instalação, orientação da instalação e microclima das construções.
c) Planejamento econômico, escolha do terreno, localização da instalação, orientação da instalação e entorno das construções.
d) Planejamento arquitetônico, escolha do terreno, localização da instalação, orientação da instalação e microclima das construções.
e) Planejamento familiar, logística da instalação, manejo da instalação, orientação da instalação e entorno das construções.

2. As aves são alojadas em uma mesma instalação do primeiro até o último dia, quando vão para o abate. Algumas informações devem ser levadas em consideração no projeto dos aviários de frangos de corte, tais como o número de aves alojadas, dimensões da instalação (comprimento e largura), pé-direito, número de comedouros e bebedouros, entre outros.
Levando em consideração o bem-estar animal, identifique a alternativa correta que apresenta o comprimento do aviário de frango de corte com largura de 15 m para alojamento de 30.000 aves.
a) 167 m.
b) 157 m.
c) 147 m.
d) 120 m.
e) 150 m.

3. A orientação da instalação leste-oeste (como na Figura 2.7) é importante para prevenir que a radiação solar incida dentro da instalação, evitando que as condições externas de calor influenciem nas condições internas, principalmente quando os animais se apresentam no estágio mais avançado do ciclo de produção, quando precisam de temperaturas mais amenas para o conforto térmico.

Figura 2.7 | Incidência solar em instalação



Fonte: <http://iepec.com/wp-content/uploads/2016/10/orienta%C3%A7%C3%A3o-instala%C3%A7%C3%A3o.gif>. Acesso em: 15 maio 2017.

Baseado nessas considerações, suponha que na propriedade onde será construída uma instalação para frangos de corte não seja possível a orientação da instalação no sentido leste-oeste. Escolha a alternativa que apresenta soluções adequadas para essa situação.

a) Alojamento da metade da capacidade das aves; assim, conforme o sol adentra a instalação, elas têm espaço para se protegerem.

b) Plantação de moitas na altura das aberturas dessa instalação, ou seja, que formem uma barreira física entre a mureta e o início do telhado.

c) Construção de paredes de alvenaria nas laterais para auxiliar no sombreamento lateral; essa medida é onerosa, mas eficaz.

d) Plantação de árvores não frutíferas com copa alta nas laterais do aviário para dar sombreamento.

e) Plantação de árvores frutíferas com copa alta nas laterais do aviário para dar sombreamento.

Referências

ALVES, Rogério Mauro Machado; SEGOVIA, Jorge Federico Orellana. **Planejando a instalação de hortas**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276**: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

_____. **NBR 7215**: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

_____. **NBR 719**0: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

_____. **NBR 7480**: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

BERALDO, Antonio Ludovido; NÄÄS, Irenilza de Alencar; FREIRE, Wesley Jorge. **Construções rurais**: materiais. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1991. 167 p.

INSTALAÇÕES e fases de criação dos caprinos. Sistemas de Produção, n. 1, jan. 2003. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/AgriculturaFamiliar/RegiaoMeioNorteBrasil/Caprinos/instalacao.htm>. Acesso em: 16 maio 2017.

KUPSCH, Walter. **Construção e uso prático de aviáriosegaiolas para pintos, frangos e poedeiras**. São Paulo: Nobel, 1981. 231 p.

LEITE, Maurício Augusto; FARIA JÚNIOR, Max José de Araújo. **Apostila de construções e instalações rurais**. mar. 2013. Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/defers/docentes/mauricio/pdf/Constru%E7%F5es/Constru%E7%F5es5.pdf>. Acesso em: 4 maio 2017.

MOREIRA, Rodrigo Machado; CARMO, Maristela Simões do. Agroecologia na construção do desenvolvimento rural sustentável. **Agric. São Paulo**, São Paulo, v. 51, n. 2, p. 37-56, jul./dez. 2004. Disponível em: <http://agriculturasamazonicas.ufpa.br/PDF'S/artigo%20Moreira%20e%20Carmo%20Agroecologia.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2017.

OLIVEIRA, Talita Yasmin Mesquita. **Estudo sobre o uso de materiais de construção alternativos que otimizam a sustentabilidade em edificações**. 2015. Projeto (Graduação)–Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014837.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2017.

ROCHA, José L. Vasconcellos; ROCHA, Luiz Antonio Romano; ROCHA, Luis Alberto Romano. **Guia do técnico agropecuário**: construções e instalações rurais. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1982. 158 p.

ROLIM, G. S. et al. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007.

SILVA, Bruna Abrahão; SILVA, Amanda Rodrigues da; PAGIUCA, Larissa Gui. Cultivo

protegido: em busca de mais eficiência produtiva! **Hortifruti Brasil**, mar. 2014. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/132/mat_capa.pdf>. Acesso em: 16 maio 2017.

SOUZA, Cecília de F.; TINOCO, Ilda de F. F.; SARTOR, Valmir. **Informações básicas para projetos de construções rurais**. 2003. Disponível em: <http://arquivo.ufv.br/dea/ambiagro/arquivos/instala%C3%A7%C3%B5esgadocorte.pdf>. Acesso em: 16 maio 2017.

SOUZA, Jorge Luiz Moretti de. **Manual de construções rurais**. 3. ed. rev. e ampl. Curitiba: DETR/SCA/UFPR, 1997. 165 p. Disponível em: <http://www.moretti.agrarias.ufpr.br/publicacoes/man_1997_construcoes_rurais.pdf>. Acesso em: 4 maio 2017.

SOUZA, Lúcio Deon Nunes. **Criação de bovinos em confinamento**. Rio de Janeiro: Tecnoprint, 1989. 103 p.

Eletrificação em construções rurais

Convite ao estudo

Olá, aluno! Nas unidades anteriores estudamos a importância das construções rurais para o sucesso da produção agrícola e animal e conhecemos as diferentes funções dos materiais e componentes desse tipo de edificação. Entretanto, construir envolve muito mais do que simplesmente erguer uma edificação. Para que uma construção rural seja capaz de cumprir sua função e permitir a criação animal ou a produção vegetal é fundamental que existam instalações hidrossanitárias e elétricas adequadas às condições exigidas.

Uma empresa de processamento de carne planeja instalar, em conjunto com produtores colaboradores, diversas granjas de aves em um raio de até 100 metros de sua unidade de abate. Você, como profissional habilitado, foi contratado para auxiliar no projeto e na implantação dessas granjas. Para a construção de granjas, o primeiro grande desafio é planejar as instalações hidrossanitárias e elétricas de maneira adequada. De que maneira esse planejamento possibilitará que seja realizada a manutenção adequada, a destinação correta dos dejetos, conforto térmico e fornecimento de água aos animais?

Você acha que as instalações hidrossanitárias e elétricas devem ser planejadas de forma concomitante ao projeto global da obra a ser executada, ou podem ser planejadas depois? De que maneira fazer com que a edificação seja capaz de cumprir com sua atividade, preservando o bem-estar social dos trabalhadores que utilizem a construção, as condições de crescimento e desenvolvimento adequada de animais e vegetais envolvidos nos sistemas de produção e a sustentabilidade ambiental?

O mesmo pode ser dito sobre as instalações elétricas. A energia

elétrica tem funções de grande importância nas construções rurais. É impossível imaginar uma granja de produção de frangos de corte, por exemplo, que não apresente um sistema de resfriamento com ventiladores elétricos, ou ainda um sistema de ordenha de gado leiteiro sem fornecimento de energia. Nas mais diversas edificações rurais, a energia elétrica é fundamental.

Dessa maneira, nesta unidade da disciplina Construções Rurais você terá a oportunidade de conhecer as mais diversas instalações hidrossanitárias, suas funções e os principais materiais utilizados para construí-las. Você conhecerá também as instalações elétricas, suas funções e os materiais utilizados. Saberá, ainda, como é realizada a geração e transmissão da energia elétrica.

Estudando todos esses aspectos dentro das construções rurais, você será capaz de participar ativamente do planejamento e execução das edificações utilizadas nas mais diversas atividades rurais. Portanto, é preciso conhecer as especificidades de cada construção rural e como utilizar as instalações hidrossanitárias e elétricas para que sejam cumpridas suas funções produtivas.

Seção 3.1

Instalações hidrossanitárias

Diálogo aberto

Nesta seção, discutiremos a importância do fornecimento de água e das instalações sanitárias nas diferentes construções rurais. Sabe-se que sem esse tipo de instalação tornam-se impossíveis alguns tipos de produção, principalmente no que diz respeito à criação animal.

Você, profissional habilitado em construções rurais, foi contratado para desenvolver um projeto para a construção de uma granja de criação de frangos de corte. Um engenheiro civil realizou os cálculos estruturais e dimensionou todos os elementos estruturais da obra. A você foi atribuída a tarefa de determinar quais tipos de instalações hidrossanitárias seriam necessárias para as demandas produtivas da granja.

Um dos diretores da empresa solicitou que você preparasse um documento apontando onde a granja deveria possuir entradas de água e que tipo de sistema de abastecimento de água deveria ser implantado no local. O abastecimento com águas seria mesmo fundamental em um projeto de criação de frangos de corte? Caso positivo, o qual seria o sistema mais adequado para que esse fornecimento fosse realizado, o direto, o indireto ou o misto?

Uma informação importante é que a granja seria lavada frequentemente para que fosse reduzida a taxa de microrganismos patogênicos. Isso permitiria que as aves se mantivessem com maior sanidade, diminuindo a mortalidade e aumentando a produtividade. Nesse caso, seria preciso apontar no projeto pontos de captação para essa água residual proveniente da lavagem. Que tipo de componente deveria ser utilizado para esta função?

A partir dos estudos das instalações hidrossanitárias, você será capaz de responder a essas e outras questões que digam respeito ao fornecimento de água e à captação de água residual proveniente das construções rurais.

Não pode faltar

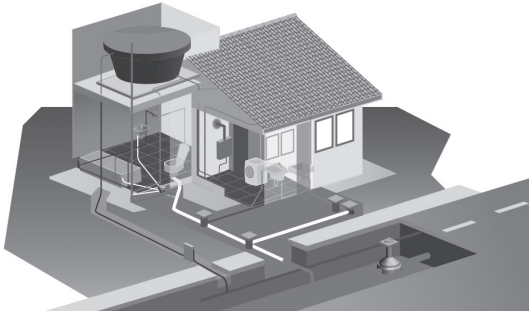
O fornecimento de água é fundamental para o desenvolvimento da criação animal, para a produção vegetal e também para as moradias rurais. Para que a disponibilidade desse recurso seja adequada nas mais

diversas construções rurais, devem ser respeitadas normas e técnicas construtivas. Isto permite, por exemplo, que seja disponibilizada água a essas edificações, por meio de um conjunto de tubulações, conexões e acessórios que permitem levar a água da rede pública até os pontos de consumo ou utilização.

Esse fornecimento pode ser realizado por meio de um sistema direto, em que todos os pontos de água e torneiras são alimentados diretamente pela rede fornecedora, que pode ser uma rede pública ou uma rede privada, se a captação for realizada na própria propriedade rural. O fornecimento pode ser feito também por um sistema indireto, em que todo o sistema recebe água proveniente de um reservatório. Nesse caso, o reservatório serve como depósito para a água proveniente de uma rede pública, privada ou até de poços artesianos e cisternas construídos na fazenda. Outro sistema é o misto, em que existe um reservatório para fornecimento de água em pontos específicos e algumas torneiras, que recebem água diretamente da rede fornecedora.

Sistemas de fornecimento indireto ou misto são bastante comuns em construções rurais. Nesses sistemas os componentes e a interseção existente entre eles devem ser bem conhecido para que o fornecimento de água em quantidades satisfatórias seja realizado. Sendo assim, o reservatório de água deve estar conectado a um ramal predial, que nada mais é que a canalização que fornecerá água a esse reservatório. A canalização horizontal derivada do reservatório é conhecida com colar ou barrilete. Do colar deriva a coluna de distribuição, que é uma canalização vertical, responsável por alimentar os ramais. Esses ramais dividem-se em sub-ramais, que chegam até os pontos de utilização de água, onde podem ser instaladas torneiras, por exemplo. Um modelo desses componentes do sistema é apresentado na Figura 3.1.

Figura 3.1 | Representação de sistema misto de fornecimento de água: vista geral de um sistema de tubulação de distribuição de água



Fonte: adaptada de Souza (2009, p. 4).

Reflita

A água potável é um recurso fundamental para os sistemas de criação animal e produção vegetal. Entretanto, é também limitado, e em construções rurais é, muitas vezes, dependente da criação de uma estrutura de exploração por meio de poços artesianos ou de captação de mananciais. Como produzir mais e melhor caso a disponibilidade de água torne-se irregular nos próximos anos?

Em um sistema indireto de fornecimento de água, o reservatório assume um papel importante, pois é a partir dele que a água poderá ser distribuída para toda a edificação. Os reservatórios são unidades hidráulicas onde se acumula a água, situados em pontos estratégicos do sistema de modo a garantir a quantidade de água demandada, a vazão e a altura manométrica constantes e as melhores condições de pressão possíveis.

Esse componente do sistema pode ser construído de diversas formas, de acordo com as necessidades do usuário. Deve ser levada em consideração a localização do reservatório no terreno. Sendo assim, essa estrutura pode estar enterrada (embutida no solo), semiembutida (parte da estrutura encontra-se abaixo do nível do solo), apoiada (quando existe uma laje de apoio no fundo do terreno), elevada (o reservatório encontra-se apoiado em estruturas de elevação) ou standpipe (quando o reservatório encontra-se embutido na edificação).

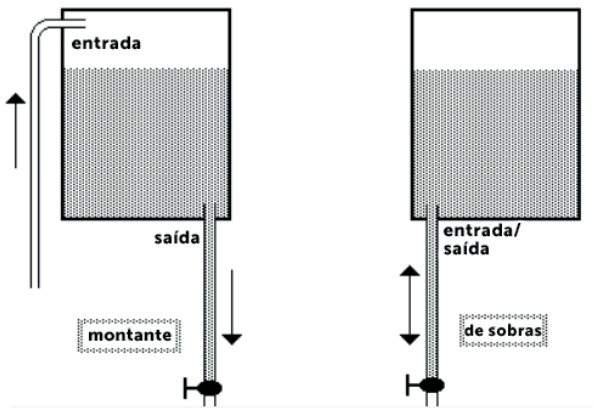
Os sistemas usualmente encontrados são os elevados e os semienterrados. Os sistemas elevados são utilizados, principalmente, quando se deseja garantir uma mínima pressão na rede e a topografia do terreno não permite que a estrutura seja enterrada, semienterrada ou mesmo apoiada no terreno. Reservatórios elevados com volumes muito grandes, superiores a 500 m^3, implicam em custos elevados e exigem engenharia específica para que a estabilidade do sistema seja garantida.

Assimile

A utilização de água nos processos produtivos das construções rurais é fundamental. O fornecimento desse recuso pode ser feito, basicamente, de três maneiras: por meio de um sistema direto, por um sistema indireto ou por um sistema misto de fornecimento.

Deve-se atentar, também, se o reservatório encontra-se a montante, antes da rede de distribuição, ou a jusante, após a rede de distribuição. Pelos reservatórios de montante passará toda a água distribuída a jusante. Esse tipo de reservatório tem entrada de água sobre o nível máximo e saída sobre o nível mínimo, devendo ser dimensionadas para manterem a vazão e a altura manométrica do sistema de adução constantes. Já os sistemas de jusante devem armazenar água nos períodos em que a capacidade da rede for superior à demanda simultânea para complementar o abastecimento quando a situação for inversa, e reduzir a altura física e os diâmetros iniciais de montante da rede, pois apresentam uma tubulação que serve tanto à entrada quanto à saída das vazões. As diferenças entre os sistemas podem ser observadas na Figura 3.2.

Figura 3.2 | Representação de reservatórios instalados a montante e de sobras



Fonte: Guimarães e Carvalho (2007, p. 147).

Exemplificando

Para a construção de uma granja de produção de frangos de corte, foi necessário executar a perfuração de um poço artesiano. Nesse caso, seria recomendável a construção de um reservatório de água a montante. Esse reservatório deveria ser elevado e a água seria levada até ele por meio de uma bomba elétrica. A partir desse reservatório, seria possível distribuir a água para todo o sistema de produção.

Nos sistemas enterrado, semiembutido e apoiado, os reservatórios de água são, normalmente, construídos de alvenaria de tijolos maciços revestidos por argamassa e algum tipo de

aditivo impermeabilizante ou pintura betuminosa. Nesse tipo de construção, pode ser utilizada cinta de amarração para que a estrutura suporte as forças de empuxo às quais estará submetida. Entretanto, reservatórios enterrados podem ser construídos sem cintas, caso tenham capacidade máxima de até 6.000 litros.

Caso seja necessária a construção de reservatórios suspensos, deverão ser utilizados reservatórios pré-fabricados de fibrocimento ou de fibra de vidro acrescido de poliéster insaturado. Os reservatórios de fibra de vidro apresentam elevada resistência mecânica e química. Esse tipo de elemento tem como vantagens a facilidade de construção, segurança e eficiência. Em um reservatório elevado, é possível armazenar bastante água de forma segura, atendendo às demandas do sistema. Esses mesmos tipos de reservatório podem ser utilizados no sistema de *standpipe* (reservatórios elevados cuja estrutura de elevação é embutida, mantendo contínua a estrutura da edificação).

Após a determinação do sistema a ser adotado para o armazenamento de água, é preciso dimensionar o sistema. Dessa maneira, é necessário que se conheça a demanda de cada um dos sistemas produtivos. Para um sistema de produção de bovinos de leite, por exemplo, serão requeridos 120 litros de água por animal por dia. Esse valor é bem superior ao requerido para gado de corte de cria e recria, onde se exigem 40 litros de água por animal por dia. Já para aves, a demanda de água fica em 0,15 litros de água por animal por dia; no caso de aves de corte, é de 0,20 litros de água por animal por dia para postura. Para suínos, essa exigência é bastante variável de acordo com o peso do animal, podendo partir de 2,3 litros e chegar até a 23 litros de água por animal por dia.

Dessa maneira, deve-se ficar bastante atento à demanda real exigida pelo sistema de produção para que o reservatório não seja super ou subdimensionado. É recomendável que, ao se efetuarem esses cálculos, sejam adicionados como fator de segurança 3 dias a mais de reserva de água. Fatores climáticos também podem afetar a disponibilidade de água: clima mais quente tende a exigir maior consumo de água do que climas mais amenos.

Ao se construirem reservatórios, é extremamente recomendável que eles não tenham capacidade superior a 5.000 litros, devido à complexidade e ao nível de exigência que um componente dessa magnitude exige. Caso a demanda por água seja superior a esse volume, é recomendável a adoção de dois ou mais reservatórios. É importante

ressaltar, também, que os reservatórios devem ser construídos em locais de fácil acesso. Isso permite que possam ser inspecionados com frequência; e, caso ocorra alguma anormalidade, que ela possa ser sanada rapidamente.

O sistema de distribuição, como já foi visto, é composto pelo conjunto de reservatórios e rede de distribuição. A rede de distribuição é, então, tão importante quanto os reservatórios. Ela é uma mescla de tubulações e seus acessórios, sendo destinada a distribuir a água aos pontos de consumo, de forma contínua, tão próximas quanto possível de suas necessidades.

Assim como as instalações para fornecimento de água, faz-se necessária a ligação de instalações sanitárias. As instalações sanitárias consistem em um conjunto de tubulações, conexões e aparelhos que têm como principal função dar destino às águas residuárias de uma determinada construção rural. Essas águas residuais ou imundas consistem em uma mistura de água, material fecal e urina ou ainda águas que foram originadas em operações de lavagem e limpeza agroindustriais ou industriais. Portanto, o material residual, tanto da limpeza de granjas, residências e plantas industriais como de abatedouros, deve ser devidamente destinado, por apresentar alto potencial patogênico e poluidor.

O sistema de esgotamento sanitário de uma construção deve apresentar ramais de descarga para receber, diretamente, os efluentes dos aparelhos sanitários, que devem ser direcionados à canalização secundária, que direcionará os resíduos de forma segura a uma canalização primária, que por sua vez encontra-se conectada a uma rede de coleta pública ou uma fossa séptica. Os outros componentes do sistema sanitários como pias, chuveiros e ralos, devem ser conectados a ramais de esgoto, passando por caixas de gorduras antes de atingirem a rede secundária e fazerem o mesmo caminho. Isso evita que o material se misture e ocorra qualquer tipo de efluxo.

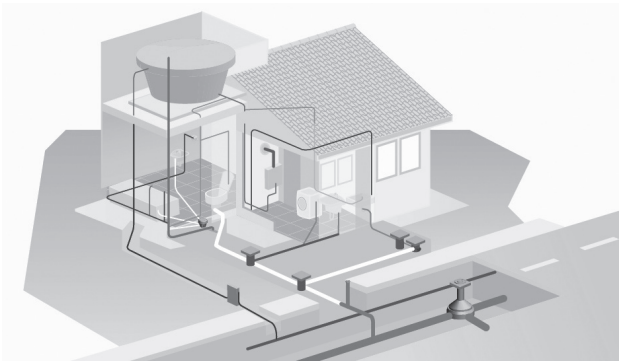
Em uma construção rural, principalmente aquelas sujeitas a lavagens constantes, deve-se prever em projeto a presença de ralos secos, que são caixas dotadas de grelha na parte superior, destinadas a receber águas de lavagem de piso ou chuveiro. É muito importante também que se utilizemralos sanfonados. Esse componente recebe águas de lavagem, mas têm como principal função conduzir as águas de aparelhos sanitários, exceto vaso sanitário.

Nesse tipo de construção, é sempre importante que haja o cuidado

em instalar caixas de passagem ou inspeção. Esse componente permite que seja realizada a inspeção ou até mesmo a desobstrução da canalização por meio de sondas. Esse acesso à rede sanitária localiza-se normalmente na parte exterior da edificação e faz com que a rede possa ser acessada com facilidade, evitando prejuízos futuros caso haja algum problema.

Além de todos esses componentes, as instalações de esgoto devem ser apropriadamente ventiladas para que os gases emanados dos coletores sejam encaminhados para a atmosfera, acima das coberturas, sem a menor possibilidade de entrarem no ambiente interno dos edifícios. Esse tipo de ventilação visa preservar a tubulação e seus componentes, que podem chegar à ruptura por aspiração ou compressão. O principal elemento desse sistema de ventilação é a coluna de ventilação, que consiste em uma coluna vertical cuja extremidade superior é aberta à atmosfera. Esses componentes formam um sistema de esgotamento, conforme apresentado na Figura 3.3.

Figura 3.3 | Vista geral de um sistema de esgotamento sanitário



Fonte: adaptada de Souza (2009, p. 18).

Portanto, ao projetar um sistema de esgotamento sanitário, deve-se buscar uma solução que permita rápido escoamento dos despejos e facilidade de limpeza em caso de obstrução (caixas de passagem). Esse sistema deve ser capaz de vedar entrada de gases e animais para o interior da casa. Um projeto bem estruturado visa a não permitir vazamentos, escapamentos de gases ou formação de depósitos no interior das canalizações, o que pode tornar todo o sistema pouco funcional com o passar do tempo. Deve-se, ainda, tomar cuidados demasiados para não permitir que ocorra a contaminação da água de consumo ou de alimentos. A mistura de água limpa com esgoto sanitário pode resultar em sérios danos patológicos aos usuários da construção.

Outro importante ponto a ser observado é que o esgoto deve ser direcionado, sempre, em linha reta e com declividade uniforme. Essa declividade é de 2% a 3% para tubos de PVC e de 5% caso sejam utilizadas manilhas. Caso seja necessária a mudança de direção, devem ser adotadas caixas de passagem. O esgoto deve desenvolver-se, preferencialmente, pelo exterior da construção, com uma rede de captação com profundidade mínima de 30 cm.

Caso sejam instalados lavatórios e chuveiros, eles devem estar ligados a ramais de descarga e a um desconector (caixa sifonada), cuja saída vai ao ramal de esgotos. Como já foi citado, a água do chuveiro pode ser coletada por uma caixa sifonada própria ou por um simples ralo seco.

Já os vasos sanitários devem ser ligados diretamente à canalização primária, cujo diâmetro mínimo deve ser de 100 mm. Para as pias, deve-se conectar a saída de água a uma caixa de gordura antes do encontro com a rede.

Dessa maneira, pelo que foi aqui apresentado, o projeto de uma rede de coleta sanitária exige que se conheça a localização dos diversos aparelhos sanitários, dos coletores públicos e da trajetória a ser seguida pelas tubulações, a qual deve ser a mais curta e retilínea possível. A canalização deve ser facilmente acessada, permitindo reparos sem danos à estabilidade da construção.

Em construções rurais, nem sempre existirá um sistema de coleta de esgoto público. Assim, uma solução para dar destino a esse material é o tanque séptico ou fossa séptica, que é uma das soluções recomendadas para destino dos esgotos em edificações providas de suprimento de água. Esse sistema funciona com um tratamento biológico, destinado a receber a contribuição de águas residuárias, permitindo que seja dado aos esgotos um grau de tratamento compatível com sua simplicidade e custo.

Existem diversos modelos de fossas sépticas, os mais comuns são os cilíndricos e os prismático-retangulares. Dentro de uma fossa séptica o esgoto desloca-se horizontalmente e com baixa velocidade, permanecendo dentro da fossa por um período conhecido como tempo de detenção. Essa pequena velocidade de passagem permite que as partículas mais densas decantem, sob a ação da gravidade, formando lodo, e que as partículas menos densas flutuem sobre a massa líquida.

As fossas podem ser construídas em concreto ou em alvenaria de 1/2 tijolo. A laje que serve para cobrir a fossa e realizar a vedação deve

ser produzida em concreto armado de 0,06 m a 0,08 m de espessura, composta por partes de 0,50 m de largura, que facilitam a abertura para limpeza. As tubulações de entrada e saída são de 4". O tamanho ideal para construção de uma fossa prismática retangular é de 3,2 m de comprimento por 1,2 m de comprimento e 1,5 m de profundidade.

Podem ser encaminhados à fossa séptica todos os dejetos sanitários de uma construção rural. O lodo retido na fossa séptica deve ser periodicamente removido, sendo recomendados intervalos de 1 a 3 anos ou quando o lodo atingir camada de 1/3 da profundidade do líquido. O material estável sólido retirado do interior da fossa deve ser depositado em área destinada para esse fim. Os processos biológicos de tratamento são possíveis porque os microrganismos envolvidos consomem os compostos orgânicos biodegradáveis, transformando-os em matéria orgânica estável.

Deve-se observar que a fossa séptica não purifica os resíduos de esgoto, atuando apenas na redução da carga orgânica, mas não a total purificação do material. Mesmo quando a fossa é bem projetada ainda existem de 30% a 40% de sólidos em suspensão e uma demanda bioquímica de oxigênio não inferior a 30% dos valores referentes ao esgoto afluente. A eficiência de remoção de óleos e graxas é da ordem de 70% a 90%.

Além das fossas, outro sistema bastante utilizado é o de poço sumidouro ou absorvente. Esse sistema consiste em um buraco escavado no solo com seção circular de diâmetro de 1,5 m a 1,8 m ou quadrado com áreas de 1,5 a 1,8 e profundidade de 2 m a 3 m. Essa estrutura deve ser coberta com uma tampa de concreto armado, na qual se instala um tubo de PVC que funciona como suspiro e uma abertura de inspeção com tampa. Nesse sistema simples, a parte sólida do efluente recebido é decomposta por organismos anaeróbicos, a parte líquida infiltra-se no solo e os gases escapam pelo suspiro. É importante ressaltar que esse tipo de sumidouro pode ser contaminante de fontes de água como cisternas e poços.

Em relação à criação animal, os dejetos de suinocultura constituem os maiores problemas em relação à contaminação do meio ambiente e contaminação humana. Entretanto, a partir da década de 1970 começaram a ser utilizados os biodigestores, que são sistemas capazes de transformar o potencial bioenergético dos resíduos de suinocultura em biogás. Em condições anaeróbicas, a matéria orgânica é passiva de biodigestão. A biodigestão é uma reciclagem natural em que as

moléculas sólidas maiores são quebradas e se tornam moléculas menores, passando para a fase líquida ou gasosa.

A fase gasosa é composta pelo biogás, que é, basicamente, uma mistura de metano e gás carbônico. Dependendo da biomassa utilizada no processo de biodigestão, podemos ter maior ou menor geração de biogás com diferentes concentrações de metano e gás carbônico. A produção de biogás pode ser transformada em energia térmica ou energia elétrica.

Pesquise mais

Ficou interessado em saber mais sobre o funcionamento dos biodigestores na suinocultura? Estude o artigo *Processo de biodigestão anaeróbia em uma granja de suínos*. Disponível em: <http://200.201.10.18/index.php/ambiencia/article/view/1690/2376>, acesso em: 20 jun. 2017. Nesse artigo é possível conhecer um pouco mais sobre esse tipo de transformação da matéria orgânica.

As construções rurais possuem características específicas em sua arquitetura que serão definidas de acordo com as atividades a serem desenvolvidas na edificação. Porém, como qualquer construção, deve existir uma infraestrutura que atenda ao desempenho esperado, em relação ao sistema estrutural que possibilite segurança, saúde e conforto aos usuários. O sistema de prevenção e combate a incêndio é um dos critérios que deverão ser atendidos pela edificação para que a segurança dos usuários, do patrimônio e do ambiente seja garantida.

Os sistemas de prevenção e combate a incêndio são compostos por estruturas, equipamentos e ações que atendem às medidas de prevenção e combate a incêndio com o objetivo de eliminar e prevenir as possibilidades de início de fogo, bem como sua contenção e extinção caso se desenvolva um incêndio, como, por exemplo, o que ocorreu em uma edificação rural no estado de Santa Catarina, em Imbuial, Mafra. Segundo Komochena (2021), o fogo consumiu toda a parte de madeira do telhado de um paiol, ocasionando a morte de quatro porcos presentes no local, além dos danos ao patrimônio e ao meio ambiente.

Outro caso de incêndio em edificação rural foi registrado no estado de Santa Cataria, na cidade de Agrolândia. Segundo o Portal

Expresso (2021), o fogo teve seu início em um galpão, devido a um defumador de alimentos, e se expandiu, gerando um incêndio. O proprietário do galpão e populares tentaram conter o fogo, mas necessitaram da ajuda do Corpo de Bombeiros local para a devida extinção do sinistro.

Para que haja segurança das edificações rurais e dos usuários em caso de incêndio, medidas de prevenção e combate a incêndio deverão ser respeitadas. Essas medidas dependerão da classificação da edificação quanto a ocupação, altura, dimensões em planta, características construtivas e grau de risco quanto à carga de incêndio. Segundo a NBR 14432 (ABNT, 2000), a carga de incêndio é a soma das energias caloríficas que poderiam ser liberadas pela combustão dos materiais dispostos em um determinado espaço.

Caberá a você, responsável pela Elaboração do Plano de Prevenção e Combate a Incêndio (PPCI), atender as exigências das normas e leis vigentes, para que sua edificação rural seja aprovada pelo Corpo de Bombeiros.

Para a devida elaboração do PPCI, é necessário que você, futuro profissional habilitado, possua conhecimento das principais diretrizes exigidas em normas e leis. O Corpo de Bombeiros de cada estado disponibiliza Instruções Técnicas (IT) que apresentam, de forma clara e segura, as diretrizes exigidas para que seu projeto se baseie em instruções vigentes.

Sem medo de errar

A situação-problema apresentada no "Diálogo aberto" diz respeito ao fornecimento de água e à captação de água residual das construções rurais. Foi apresentado que esses tipos de instalações hidrossanitárias são fundamentais para diversos processos produtivos, tanto na criação animal quanto na produção vegetal. Sem essas instalações, alguns tipos de produção são inviabilizados.

Você havia sido contratado para desenvolver um projeto para a construção de uma granja de criação de frangos de corte. Uma de suas atribuições foi determinar quais instalações hidrossanitárias seriam necessárias para as demandas produtivas da granja.

A você foi solicitado que apresentasse a melhor maneira de fornecer água, caso isso fosse realmente fundamental para o funcionamento da edificação. Obviamente, os animais não viveriam sem a disponibilidade de água. Portanto, só esse fato já faz com que o fornecimento de água seja fundamental em um projeto de criação de frangos de corte. Entretanto, a água disponível nessa construção deverá ser utilizada também na limpeza e sanitização da granja. Pode, ainda, ter papel importante no sistema de arrefecimento, ajudando no controle de temperatura e, consequentemente, na ambiência dos animais.

Dessa forma, recomenda-se que haja um ponto de fornecimento de água em cada uma das extremidades da edificação e pontos alternados de 20 m em 20 m nas laterais da granja de forma a facilitar a utilização da água. Outros pontos de água devem ser distribuídos da cobertura, de forma a ressuprir os bebedouros de água.

Como a vida dos animais é dependente do fornecimento constante de água, o melhor sistema de fornecimento a ser adotado, nesse caso, é um sistema indireto, no qual haja um ou mais reservatórios de água suspensos de forma a atender as demandas de água da produção. É recomendável que esses reservatórios sejam dimensionados a atender em até três dias as demandas, caso o fornecimento de água seja suspenso por algum motivo. Em um sistema indireto de fornecimento, correria-se o risco de não haver água suficiente caso houvesse uma suspensão no fornecimento ou que a pressão da água não fosse suficiente para ser utilizada para ressuprir os bebedouros.

Para a captação da água residual proveniente da limpeza da granja, é recomendável que sejam instalados ralos secos que possam conduzir os dejetos até uma rede primária, que fará a coleta da matéria e levará a uma destinação segura. Nesse caso, a rede deve ser linear e ter uma declividade de 2% a 3%. É recomendável que sejam construídas caixas de passagem entre a captação dos ralos secos e a destinação da rede primária. Isso permitirá que sejam realizadas manutenções na rede sanitária sem a necessidade de quebra da alvenaria e sem danos às estruturas.

Avançando na prática

Efluxo de água residual pelos ralos de uma granja de frango de corte

Descrição da situação-problema

Você foi contratado como consultor por uma grande empresa produtora de frangos de corte para diagnosticar a causa de um problema que estava ocorrendo em mais de 20 granjas construídas nos últimos dois anos. Em todas elas ocorria efluxo de água residual pela tubulação sanitária, retornando para dentro das granjas pelos ralos secos instalados nas laterais das edificações. O problema apareceu no mês de outubro e perdurou por mais dois meses sem que nenhum funcionário da empresa fosse capaz de solucioná-lo.

Você, desconfiado que poderia ser um problema relacionado ao projeto das construções, solicitou que fossem enviadas todas as plantas das instalações hidrossanitárias das edificações. Para sua surpresa, todos os cálculos e elementos utilizados pareciam estar de acordo com o recomendado. Toda a água residual coletada era direcionada para sumidouros. Para solucionar o problema, você decidiu visitar as granjas para identificar se algo de anormal estava acontecendo com as construções. Qual seria a causa do problema?

Resolução da situação-problema

Ao chegar na primeira granja você observou que foi seguido, criteriosamente, tudo o que foi descrito na planta das instalações hidrossanitárias. O mesmo foi observado nas outras duas granjas que você visitou. "Tudo parecia muito correto, mas, in loco, dentro de uma granja, em um momento de muita chuva, você foi capaz de observar que realmente ocorria efluxo de água residual para dentro da granja."

Nesse momento você se lembrou de um detalhe importante: toda a água residual estava sendo armazenada em sumidouro. Esse tipo de captação depende da porosidade do solo para absorver o líquido que é despejado dentro dele. Como estava ocorrendo um período de chuvas intensas, o solo onde o sumidouro foi construído encontrava-se próximo da capacidade de campo, e o armazenamento de água nos macro e microporos do solo já estava próximo do máximo. Dessa maneira, a água residual acumulava-se no sumidouro e, quando a estrutura atingia sua capacidade máxima, a água residual passava a encher a tubulação sanitária e retornava para dentro da granja.

Como solução, você sugeriu que fossem construídas novas estruturas de armazenamento de água residual, com capacidade e tecnologia superiores ao que havia sido adotado. Além disso, foi sugerida a adição de mecanismos de controle contra o efluxo, que deveriam ser instalados na tubulação.

Faça valer a pena

1. Existem diversos sistemas de fornecimento de água para as construções rurais. Cada um deles é adequado para uma situação. Sabe-se que os sistemas indiretos e mistos são bastante utilizados por permitirem melhor controle de quantidade, fluxo e pressão de água fornecida.
O principal componente diferencial de um sistema de fornecimento indireto de água para um sistema direto, dentre os listados, é:
a) Canalização horizontal.
b) Barrilete.
c) Reservatório de água.
d) Canalização vertical.
e) Ralos secos.

2. Os reservatórios de água são componentes do sistema direto de fornecimento de água, podem ser construídos de diversas formas, de acordo com as necessidades do usuário. É importante que seja levada em consideração a localização do reservatório no terreno. Sendo assim, essa estrutura pode estar enterrada, sobre o solo ou elevada.
Dos diferentes reservatórios de água encontrados nas construções rurais, aqueles conhecidos como *standpipe* têm como característica o seguinte item:
a) Devem ter uma laje de apoio no fundo do terreno.
b) Devem estar embutidos no solo.
c) Devem ter, apenas, parte da estrutura abaixo do nível do solo.
d) Devem estar embutidos na edificação, sendo esta contínua.
e) Devem estar apoiados em estruturas de elevação.

3. Em construções rurais, muitas vezes é necessário que sejam instalados sistemas de captação de água residual. Isso é bastante comum, principalmente em estruturas de criação animal. Esse sistema facilita a manutenção e limpeza das instalações e permite que o processo produtivo seja otimizado, garantindo a sanidade.

Dentre os elementos construtivos de uma rede sanitária de captação de água residual, deve-se ter uma coluna de ventilação. Qual a principal função dessa coluna?

a) Evitar que a água residual misture-se à água proveniente do sistema hidráulico.

b) Facilitar a captação de água residual.

c) Liberar os gases produzidos no sistema de captação sanitário.

d) Permitir realocação da água residual captada.

e) Evitar que ocorra efluxo de água residual para dentro da edificação.

Seção 3.2

Circuitos elétricos em construções rurais

Diálogo aberto

As mais diversas construções rurais exigem disponibilidade de energia elétrica para que sejam capazes de produzir, seja na produção e armazenamento de produtos vegetais ou nas criações animais, principalmente granjas de suínos e aves. Esses sistemas intensivos de produção de carne são extremamente exigentes na utilização de energia, muitas vezes possuindo sistemas de automação para o controle térmico.

Você, profissional habilitado em construções rurais, foi contratado por uma grande empresa do setor de produção animal para atuar, em conjunto com um engenheiro civil, nas soluções que serão adotadas na construção de diversas granjas de criação de frangos de corte. Um dos impasses encontrados no desenvolvimento do projeto diz respeito às instalações elétricas.

A empresa gostaria que a edificação fosse bastante eficiente em todos os processos. Isso envolve o gasto com energia elétrica. O fornecimento de energia será realizado por uma concessionária. Apesar disso, a empresa que está construído as granjas atua no ramo sucroalcooleiro e consegue produzir energia elétrica na mesma fazenda. O engenheiro civil com quem você está trabalhando havia incluído um sistema de resfriamento que manteria o interior da granja com temperatura uniforme.

Entretanto, para que o sistema funcione corretamente, serão necessários seis pequenos ventiladores espalhados pela granja e acionados por meio de sensores digitais ligados a um painel de controle. O funcionamento constante desse sistema gerou preocupação nos administradores da obra. Como seria possível apresentar um baixo consumo de energia elétrica se o sistema seria acionado com frequência?

Outro questionamento diz respeito ao tipo de circuito elétrico a ser utilizado na granja. Havia diversos pontos de iluminação, além dos ventiladores, sensores de temperatura e do painel central. Seria um circuito em série adequado para a edificação? Sabendo que deveriam ser instalados 12 ventiladores (potência nominal de 150W cada), dois aquecedores (potência nominal de 700W cada)

e ainda 40 lâmpadas (potência nominal de 100Wcada), qual seria a demanda máxima de carga necessária para atender a essa granja? Qual seria a demanda média em uma noite fria?

Não pode faltar

As instalações rurais, sejam para moradia, produção ou armazenamento, são repletas de equipamentos que requerem a utilização de energia elétrica para que possam funcionar adequadamente. As inovações aplicadas aos equipamentos são cada vez mais exigentes desse recurso, sendo, portanto, quase impossível que uma fazenda não disponha de um sistema de fornecimento de energia (SOUZA, 1997).

Entretanto, para que a energia seja capaz de atingir um determinado equipamento, faz-se necessária a implantação de uma estrutura para sua condução. A esse caminho denomina-se circuito elétrico. Nele, condutores de energia levam carga elétrica produzida em uma fonte de força eletromotriz (f.e.m.). A f.e.m. é, na verdade, um gerador elétrico que funciona como uma bomba, criando energia potencial que acumula cargas em um polo e gera deficiência no outro polo, provocando diferença de potencial (d.d.p.) nos dois terminais (positivo e negativo). A diferença de potencial é também conhecida como tensão elétrica. Podemos, então, separar as ligações elétricas em altas, médias e baixas tensões. Isso resulta nas correntes elétricas, que nada mais são do que caminhos formados por um número enorme de elétrons que se movimentam no sentido de uma diferença de potencial elétrico nos extremos de qualquer condutor de forma ordenada. As f.e.m. podem ser baterias, indutores eletromagnéticos e alternadores industriais.

Uma f.e.m. tem a capacidade de transformar energia não elétrica em energia elétrica e vice-versa, por unidade de carga. A equação a seguir ilustra bem esse fenômeno:

$$e = \frac{dw}{dq}$$

Na qual:

e = força eletromotriz (em volts - V);

dw = energia aplicada (em joules - J);

dq = carga deslocada (em coulombs - C).

A relação joule/coulomb é denominada volt. Uma bateria é uma f.e.m. porque a energia química de seus componentes (não elétrica) é transformada em energia elétrica. Quando carregamos uma bateria, fazemos o contrário, a energia elétrica de um gerador transforma-se em energia química na bateria.

Sabe-se que todos os corpos são compostos por átomos e que, portanto, podem ser carregados positiva ou negativamente, dependendo da quantidade de elétrons e prótons que esse corpo carrega. Pela Figura 3.4, podemos perceber que dois corpos eletrizados, um positivamente (+) e outro negativamente (-), se ligados por um fio condutor, sofrerão um deslocamento de cargas elétricas de um corpo para o outro até que ocorra o equilíbrio.

Figura 3.4 | Representação da ligação por fio condutor de dois corpos eletrizados

Fonte: adaptada de Souza (1997, p. 4).

Portanto, para que exista uma d.d.p. entre dois corpos é necessário que ambos estejam eletrizados e que um possua mais carga que o outro. A diferença de potencial entre dois pontos de um campo eletrostático é de 1 volt, quando o trabalho realizado contra as forças elétricas ao deslocar uma carga entre esses dois pontos é de 1 joule por coulomb.

$$1volt = \frac{joule}{coulomb}$$

Então, a diferença de potencial é medida em volts da mesma maneira que a f.e.m., embora os conceitos de d.d.p. e de f.e.m. sejam diferentes. No motor, a d.d.p. provoca uma força eletromotriz (energia mecânica). Dizemos que o motor é um gerador de força contraeletromotriz. Na bateria fornecendo carga, a f.e.m. de origem química provoca a d.d.p. entre os terminais positivo e negativo.

Assimile

A força eletromotriz (f.e.m.) pode ser definida como a transformação de uma determinada energia não elétrica em energia elétrica. Já a diferença de potencial (d.d.p.) é justamente o que faz com que os elétrons percorram a superfície de um determinado condutor, gerando energia elétrica.

As correntes elétricas apresentam diferentes tensões. Essa tensão vai depender da quantidade de cargas elétricas que passam por um determinado condutor em um certo intervalo de tempo. Isso implica diretamente no efeito que será causado por essa corrente. Os efeitos da corrente são, na verdade, o que buscamos quando utilizamos a energia elétrica (SOUZA, 1997).

Um desses efeitos é o magnético, quando a corrente elétrica cria um campo magnético ao redor do condutor. Isso transforma o material em um ímã toda vez que a corrente elétrica passa por ele. Esse condutor passa a ter todas as propriedades de um ímã natural, com a vantagem de que essas propriedades podem ser desativadas com a interrupção da corrente elétrica. Essa característica é o que faz os motores elétricos girarem e os geradores de hidrelétricas, por exemplo, funcionarem como um f.e.m.

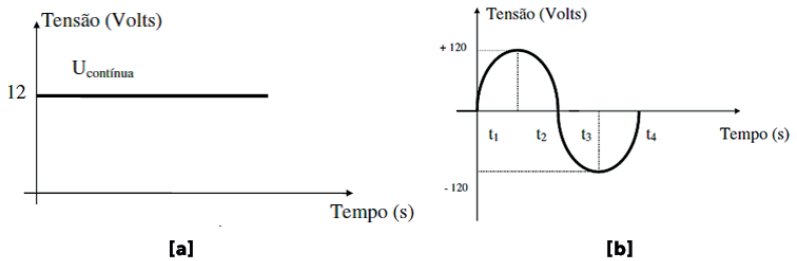
Outro importante efeito é o térmico. Certos materiais têm a propriedade de aquecer quando percorridos por uma corrente elétrica, também conhecido como efeito Joule. Esse efeito pode ser facilmente observado em filamentos de lâmpadas incandescentes, que chegam a 3.000 °C. Já o efeito luminoso ocorre quando uma corrente elétrica atravessa certos tipos de gases rarefeitos e materiais fluorescentes. Nesses casos, é emitida uma energia radiante que se transforma em luz visível. Esse fenômeno aplica-se na fabricação de lâmpadas fluorescentes e nas luzes de LED, componentes de televisores, celulares e monitores de computador.

Reflita

Há pouco tempo, no Brasil, as lâmpadas incandescentes pararam de ser produzidas. Em substituição, são comercializadas agora lâmpadas fluorescentes (também chamadas de "frias") e lâmpadas de LED. O principal motivo para isso é que as lâmpadas incandescentes necessitam de muita energia elétrica para produzir calor em seu filamento e, consequentemente, luz. O gasto energético com lâmpadas fluorescentes e de LED é bastante inferior, porque a energia elétrica não precisa produzir calor para gerar luz.

Existem basicamente dois tipos de corrente elétrica: corrente contínua e corrente alternada. Uma corrente contínua é aquela que não varia ao longo do tempo e, normalmente, é encontrada em pilhas, baterias e dínamos. Já a corrente alternada é oscilatória, crescendo em amplitude em relação ao tempo. O conjunto de valores positivos e negativos constitui o que chamamos de um ciclo, e na corrente que dispomos em nossa casa ocorre 60 vezes em um segundo, ou seja, 60 ciclos por segundo, ou 60 hertz. Esses tipos de corrente são apresentados na Figura 3.5.

Figura 3.5 | Representação de uma corrente contínua (A) e de uma corrente alternada (B)



Fonte: adaptada de Souza (1997, p. 7).

Mas, para que haja uma corrente elétrica adequada, é necessário que existam condutores de eletricidade eficientes. A característica que diferencia um bom condutor de um mau condutor é a resistência. A resistência elétrica diz respeito à oposição que um material tem em relação à circulação das cargas. Os maus condutores têm resistência elevada enquanto os bons condutores têm menor resistência (SOUZA, 1997).

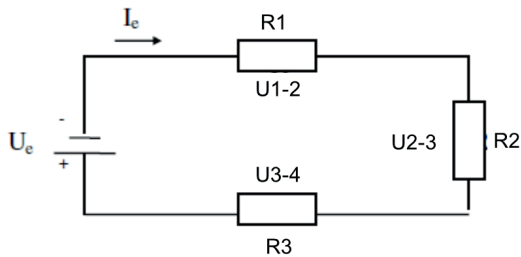
Já apresentamos aqui que um circuito elétrico nada mais é que o caminho formado pelos condutores que fazem a ligação de uma carga qualquer a uma fonte de força eletromotriz (f.e.m.). Por esse conceito, fica claro que, para que uma ligação seja um circuito, deve existir, obrigatoriamente, uma tensão, uma corrente e a resistência de um condutor.

Esses circuitos elétricos podem ser divididos em três tipos básicos baseados no modo de deslocamento da corrente no circuito:

a) O circuito série ou dependente é um tipo de circuito que oferece somente um caminho para a passagem da corrente elétrica. Esse circuito é apresentado na Figura 3.6. Nele a resistência equivalente (total

do circuito) pode ser calculada pela soma de todas as resistências (R), assim como a tensão equivalente (U) e a corrente equivalente (I). Repare que se houver um problema na resistência 1 (R1) as demais resistências ficarão sem receber a corrente elétrica.

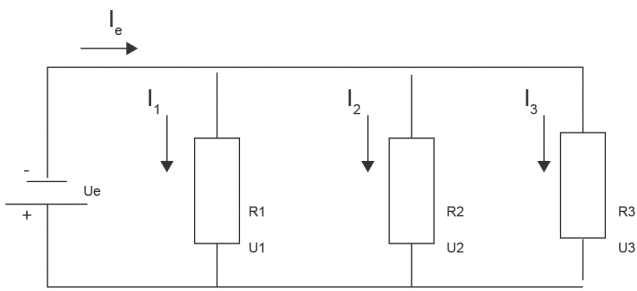
Figura 3.6 | Representação de um circuito série



Fonte: adaptada de Souza (1997, p. 7).

b) Em um circuito paralelo ou independente, cada uma das resistências recebe, individualmente a corrente elétrica. Esse sistema é muito utilizado em postes para iluminação pública é isso que impede que, quando um poste fica sem luz, os demais não se apaguem também. Esse sistema está representado na Figura 3.7. Nesse caso, U será a mesma em todo o circuito e I será a soma de todas as correntes do sistema.

Figura 3.7 | Representação de um circuito paralelo



Fonte: adaptada de Souza (1997, p. 12).

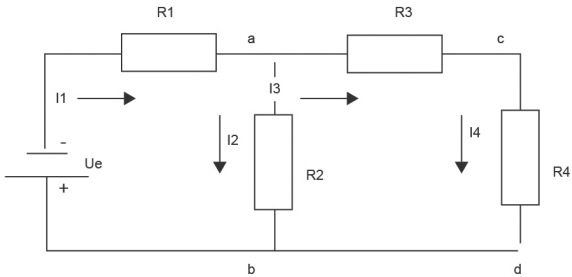
Repare que em um circuito paralelo a resistência equivalente (R) será igual à soma dos inversos das resistências componentes:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}$$

c) Em um circuito misto, ocorrem circuitos série e paralelo ao mesmo tempo. O circuito oferece somente um caminho para a passagem da

corrente elétrica em alguns pontos e, em outros, mais de um caminho. Esse tipo de sistema é muito encontrado nas instalações elétricas. Esse sistema é apresentado na Figura 3.8.

Figura 3.8 | Representação de um circuito misto



Fonte: adaptada de Souza (1997, p. 12).

O funcionamento de todos os circuitos e sistemas elétricos é baseado em algumas leis fundamentais, que têm sido de grande importância no estudo da eletricidade. Em 1827, Georg Simeon Ohm propôs a primeira lei de Ohm, que diz que "*o fluxo de corrente em um circuito elétrico é diretamente proporcional à tensão nele aplicada e inversamente proporcional à resistência elétrica do circuito considerado*". Isso pode ser explicado pela seguinte equação:

$$I = \frac{U}{R}$$

Onde:

I = intensidade de corrente elétrica (A);

U = tensão aplicada (V);

R = resistência elétrica (W).

Já a segunda lei de Ohm diz que a resistência elétrica de um condutor depende do comprimento, da espessura, do tipo de material e da temperatura. Essa constatação pode ser resumida na seguinte afirmação: "A resistência de um determinado condutor é diretamente proporcional a sua resistividade e comprimento e inversamente proporcional à área de secção transversal do mesmo", e pode ser resumida na seguinte equação:

$$R = l.(L/A)$$

Na qual:

R = resistência elétrica (W);

l = resistividade do material ($\mathrm{Wmm^2/m}$);

L = comprimento (m);

A = área da secção transversal ($\mathrm{mm^2}$).

Outras duas leis fundamentais na resolução de redes elétricas são as de Kirchhoff. A primeira lei de Kirchhoff determina que, em um nó qualquer de uma rede elétrica, a soma das correntes que nele chegam é igual à soma das correntes que saem dele. Um nó em uma rede elétrica é o ponto de conexão que liga um ou mais fios. Desta maneira, podemos considerar que:

$$\sum I_{entra} = \sum I_{sai}$$

Na qual:

I = corrente.

Já a segunda lei de Kirchhoff diz que, em uma malha, a soma de todas as quedas de tensão é igual à soma das forças eletromotrizes aplicadas a essa malha.

$$\sum U = \sum R.I$$

Onde:

U = somatório da f.e.m. aplicadas à malha considerada;

R.I = somatório das quedas de tensão na malha considerada.

Exemplificando

Imagine que seja demandada uma determinada tensão elétrica para a alimentação de um ventilador para resfriamento de uma granja de frangos de corte. O diâmetro dos fios condutores para alimentar esse equipamento deverá ser superior aos utilizados para o fornecimento de energia para o acendimento de lâmpadas na mesma edificação.

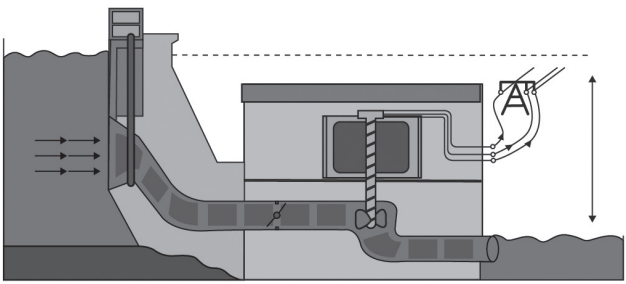
No Brasil cerca de 90% da energia elétrica gerada de forma industrial é realizada por meio do uso da energia potencial proveniente da água, a geração hidroelétrica. O país é bastante rico no potencial hídrico, algo que chega a 150 milhões de kW. O restante da energia utilizada é

proveniente das termoelétricas, usinas que usam combustíveis fósseis, petróleo e carvão mineral, e combustíveis não fósseis, madeira ou bagaço de cana. Uma pequena parcela da energia é fornecida por meio da energia nuclear, que usa urânio enriquecido.

Os sistemas hidroelétricos transformam a energia de velocidade e energia de posição contida em um manancial em energia elétrica. As barragens hidrelétricas são rios represados que acumulam água, e essa água represada possui energia potencial, que pode ser convertida em energia elétrica nas turbinas.

A queda d'água faz com que a energia potencial acumulada transforme-se em energia cinética pelo movimento de encontro com as palhetas das turbinas, dando origem a um movimento de rotação, que precisa ser muito bem controlado para não haver variação da frequência da rede. O funcionamento desse sistema é representado na Figura 3.9.

Figura 3.9 | Representação de uma usina hidrelétrica



Fonte: <http://www.invivo.fiocruz.br/media/hidreletrica1.jpg>. Acesso em: 30 jun. 2017.

Entretanto, em muitos casos o fornecimento de energia elétrica nas propriedades rurais é realizado por meio de sistemas termoelétricos, muitas vezes da própria fazenda. Essa energia pode ser utilizada para circuitos de iluminação e força motriz. Os sistemas termoelétricos, à semelhança do sistema hidráulico, são compostos basicamente por um motor a combustão, um gerador de corrente elétrica e um painel de comando.

Após a energia elétrica ser produzida, ela deve ser distribuída por uma rede de alta tensão até que atinja as propriedades, plantas de produção, silos, granjas, entre outros. Essa entrada do serviço com medição em baixa tensão é mediada por um conjunto de equipamentos que inclui o

transformador de força, equipamento responsável pela transferência de energia elétrica entre a concessionária e o consumidor.

Essa entrada do serviço pode ser feita no sistema monofásico e trifásico, dependendo da carga instalada existente ou demandada necessária. A diferença entre eles é que o transformador monofásico é alimentado por apenas um fio e a energia é distribuída por meio de tomadas de uso doméstico comuns. O transformador trifásico é alimentado por 3 fios, sendo muito usado, principalmente, em indústrias.

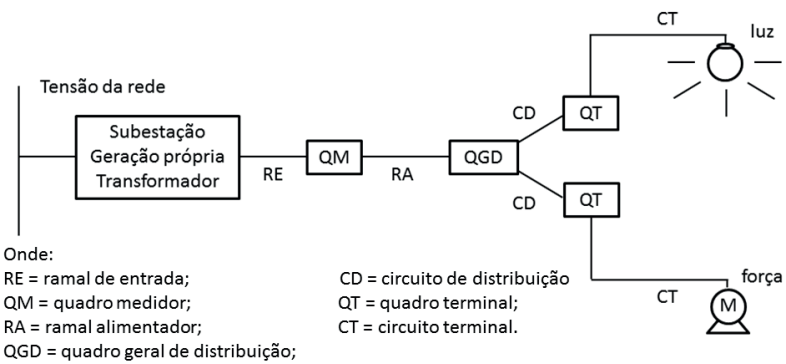
Pesquise mais

Ficou interessado em descobrir como dimensionar a necessidade de energia para residências e áreas produtivas? Consulte a *NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão*, de 2004. Ela é a normativa para instalações elétricas no Brasil.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 209 p.

Ao chegar na construção rural, a energia deve ser distribuída de forma a atender as demandas solicitadas da edificação. Na Figura 3.10, é possível observar que o ramal de entrada deve ser ligado a um quadro medidor, que passará a um ramal alimentador até chegar a um quadro geral de distribuição. No quadro de distribuição serão instalados os disjuntores e serão realizadas as ligações até os pontos de fornecimento de energia, sejam eles para alimentação de equipamentos ou para o funcionamento de lâmpadas.

Figura 3.10 | Representação de uma usina hidrelétrica



Fonte: adaptada de Souza (1997, p. 14).

Pesquise mais

A energia fotovoltaica pode ser uma alternativa e uma tecnologia promissora para o fornecimento de energia elétrica para as propriedades rurais. Quer saber um pouco mais sobre o tema? Estude o artigo *Viabilidade econômico-financeira na instalação de um sistema de energia solar fotovoltaica em uma propriedade rural* (ALTOÉ et al., 2017).

Sem medo de errar

Você, profissional habilitado em construções rurais, foi desafiado a otimizar os processos construtivos de uma granja de produção de frangos de corte. Em conjunto com um engenheiro civil, você deveria buscar soluções que tornassem o processo de produção de frangos mais eficiente.

Dentre os primeiros desafios encontrados estavam as instalações elétricas. A empresa gostaria que o consumo de energia elétrica fosse baixo, pois o fornecimento era realizado por uma concessionária de energia. Entretanto, a própria empresa produzia energia elétrica em uma planta sucroalcooleira. Dessa forma, seria possível retransmitir o excedente produtivo para atender as demandas energéticas da granja, economizando na utilização da energia da concessionária.

Essa solução permitiria que o sistema de resfriamento que manteria o interior da granja com variações praticamente imperceptíveis de temperatura pudesse funcionar sem onerar os custos de produção da empresa.

Outro questionamento que havia sido feito dizia respeito ao tipo de circuito elétrico que deveria ser utilizado na granja. Havia diversos pontos de iluminação, além dos ventiladores, sensores de temperatura e do painel de central. Caso fosse adotado um circuito série, um problema que ocorresse em um ventilador, por exemplo, faria com que todos os outros ventiladores que estivessem ligados na sequência também parassem de funcionar. Isso seria um caos para a produção, podendo gerar perdas enormes.

Entretanto, existiam alguns equipamentos que não necessitavam de um circuito paralelo. Dessa maneira, um circuito misto seria o mais adequado a ser adotado nesse tipo de edificação. Seria garantido o fornecimento de energia elétrica aos mais diversos equipamentos elétricos e eletrônicos na granja, com um baixo risco de problemas.

Para atender à demanda máxima exigida na edificação, quer dizer, fornecer energia para todos os equipamentos que estarão funcionando ao mesmo tempo, seriam necessários 7200W. Entretanto, essa é uma situação hipotética, visto que, para isso acontecer, o sistema de resfriamento e de aquecimento da granja deveriam estar ligados ao mesmo tempo. Outro questionamento diz respeito ao funcionamento dos equipamentos em uma noite fria. Nesse caso, apenas os aquecedores do local precisariam estar ligados, portanto, a exigência de fornecimento seria de 1400W.

Avançando na prática

Fornecimento de energia para os processos produtivos

Descrição da situação-problema

Você se tornou consultor em soluções de sistemas elétricos para construções rurais. Em um de seus trabalhos, é necessário fornecer energia elétrica para um secador de grãos que está sendo projetado e será construído ao lado de um silo de armazenamento de soja e milho. O silo servirá como um entreposto para a produção de uma fazenda antes da produção ser transportada até um armazenador maior. A demanda energética do secador de grãos e do silo é de 3.000W. A pequena moradia onde vive um vigia necessita de mais 1.000W.

O grande problema para o funcionamento está no fato de que a fazenda em questão não foi contemplada, ainda, com o fornecimento de energia elétrica de nenhuma concessionária. Dessa forma, eletricidade é um recurso bastante escasso e instável no local. Como seria possível solucionar o problema? Seria possível fazer o secador de grãos funcionar de maneira adequada? Considera-se que: 1CV=750W.

Resolução da situação-problema

Para a implantação do sistema elétrico que alimentaria o secador de grãos, conforme proposto, seria necessário que se introduzisse uma fonte eletromotriz (f.e.m) capaz de transformar energia mecânica em energia elétrica. Para isso, sugere-se que seja incluído no sistema um gerador que funcione por meio de um motor a combustão e um conjunto de baterias para armazenamento da energia elétrica.

Um gerador movido a diesel, se bem dimensionado, é capaz de anteder não só as demandas energéticas do secador de grãos do estabelecimento, mas também do restante dos equipamentos que

exijam energia elétrica e das moradias que ali existam também. Sabe-se que a demanda energética para o funcionamento do silo com o secador é de 3.000W e que a moradia exige mais 1.000W. Considerando que 1CV=750W e que a demanda máxima de energia será de 4.000W, seria necessário um gerador que possuísse um motor de, no mínimo, 5,33CV.

Faça valer a pena

1. Os materiais que têm a capacidade de transmitir correntes elétricas são conhecidos como condutores. Essa capacidade de transmitir uma carga elétrica de uma extremidade à outra depende de vários fatores, sendo a resistência elétrica do material um dos mais importantes.
Dentre as alternativas seguintes, assinale a que define corretamente o que significa resistência elétrica.
a) É o mesmo que diferença de potencial energético.
b) Refere-se ao favorecimento que um material faz em relação à circulação das cargas.
c) Diz respeito à oposição que um material tem em relação à circulação das cargas.
d) É a propriedade que os materiais possuem que permite que sejam bons condutores de energia.
e) Característica que faz com que os materiais absorvam mais ou menos energia elétrica.

2. Uma fonte de energia eletromotriz é um equipamento capaz de atuar na geração de energia elétrica. Por meio desse tipo de equipamento é possível gerar uma corrente elétrica a ser adicionada em um circuito elétrico e atender uma demanda energética.
Assinale a alternativa que define corretamente uma fonte de energia eletromotriz.
a) É um transformador que converte tensões de 127 V para 220 V e vice-versa.
b) É um gerador elétrico, que cria energia potencial que acumula cargas em um polo e gera deficiência no outro polo, provocando diferença de potencial nos dois terminais.
c) É um conversor de energia aplicada em energia elétrica em que um polo gera deficiência no outro polo, provocando diferença de potencial nos dois terminais.
d) É um mecanismo de conversão atômica baseada no princípio de fusão dos elétrons em que a carga se distribui em dois polos.

e) É um mecanismo gerador de energia cinética por meio de energia potencial acumulada para o acúmulo de energia em dois polos.

3. Existem diferentes tipos de circuitos elétricos que podem ser utilizados nos mais diversos tipos de ligações elétricas nas construções rurais, atendendo necessidades variadas. Um dos circuitos mais conhecidos é o circuito série. O circuito série ou dependente é um tipo de circuito que oferece _____ caminho(s) para a passagem da corrente elétrica.
Assinale a alternativa que completa corretamente a lacuna do texto-base.
a) Mais de um.
b) Um.
c) Somente dois.
d) Múltiplos.
e) Os mesmos.

Seção 3.3

Eletrificação em construções rurais

Diálogo aberto

A energia elétrica em uma construção rural é um recurso indispensável. Entretanto, conduzir essa energia de maneira segura e eficiente é mais importante do que apenas ter o recurso disponível. Para isso, devemos ser capazes de compreender o que é, como são dimensionados e como funcionam os circuitos elétricos.

Dando sequência às suas atividades, você, profissional habilitado em construções rurais, continua trabalhando como consultor de uma grande empresa do setor de produção animal. Seus serviços têm sido direcionados para o desenvolvimento de soluções a serem adotadas na construção de diversas granjas de criação de frangos de corte. O dimensionamento dos circuitos elétricos que atenderão as demandas energéticas da granja têm sido assunto bastante discutido com a equipe de projeto.

Dentro dos preceitos de que a utilização da energia deveria ser eficiente, a principal preocupação tem sido em relação à segurança dos circuitos. Um dos engenheiros acredita que o dimensionamento dos condutores em um circuito que alimentará as lâmpadas das granjas deveria ser o mesmo do circuito que fornecerá energia para o sistema de arrefecimento. Ele acredita, ainda, que o aterramento do circuito é um ótimo mecanismo de segurança para manter a rede intacta.

Dentre os principais argumentos do engenheiro, estão os de que em uma rede com condutores com o mesmo padrão é muito mais fácil de realizar qualquer tipo de manutenção, e também que o custo total de material seria reduzido, pois ao adquirir um mesmo tipo de condutor seria possível obter substanciais descontos pela economia em escala.

O que você acha que deveria ser feito, os condutores para os dois circuitos deveriam ser os mesmos? Deveriam ser adotados equipamentos de segurança para garantia da integridade dos circuitos, dos equipamentos e dos operadores, ou o aterramento seria a melhor maneira de manter o sistema seguro? Algum outro tipo de sistema de proteção poderia ser utilizado nesse circuito? Estude atentamente a seção e responda a esses questionamentos, para que o projeto de construção das granjas seja realizado da melhor maneira possível.

Não pode faltar

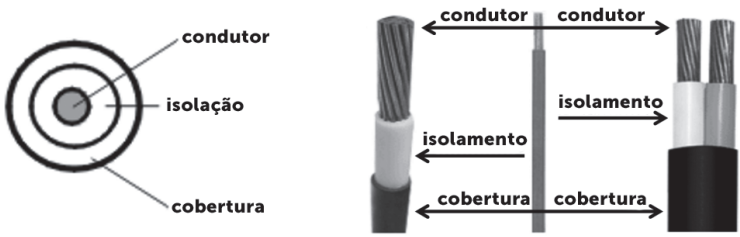
Na seção anterior discutimos a importância da energia elétrica para o desenvolvimento das atividades produtivas e de moradia nas diversas construções rurais. Compreendemos como a energia elétrica percorre as linhas de transmissão, desde a geração até a chegada ao consumidor final, e como os equipamentos funcionam a partir dos efeitos gerados pela eletricidade.

Definimos e diferenciamos os circuitos elétricos e porque eles são fundamentais para a utilização de energia elétrica pelo usuário. Agora, aprenderemos a dimensionar os condutores elétricos para os circuitos elétricos, conforme a norma NBR 5410 (2004) e os dispositivos de proteção e controle para esses circuitos. Esse sistema compreende todos os pontos de carga ou de utilização em uma construção, sejam elas tomadas, pontos de iluminação, de refrigeração ou qualquer outro. Sendo assim, esses pontos estarão todos ligados por meio dos mesmos condutores e submetidos aos mesmos dispositivos de proteção, sendo derivados de um quadro de distribuição.

Os condutores de eletricidade são normalmente confeccionados em cobre ou alumínio e servem para o transporte da energia elétrica. Ligações internas devem ser feitas com cabos de cobre, pois a norma proíbe cabos de alumínio para esta finalidade. O dimensionamento adequado dos condutores e dos dispositivos de proteção e conservação está diretamente ligado à economia, à segurança e à proteção dos equipamentos que utilizarão a energia elétrica transmitida pelos circuitos elétricos.

Os circuitos elétricos adotados em projetos de construções rurais funcionam com cabos elétricos de potência em baixa tensão. Esses cabos são responsáveis pela transmissão de energia em circuitos de até 1.000 volts. De forma geral, esses cabos são compostos por um material condutor, coberto por isolamento e uma cobertura, conforme apresentado na Figura 3.11 (A); apesar disso, podem existir variações, conforme apresentado na Figura 3.11 (B).

Figura 3.11 | Representação de modelos de cabos condutores.



Fonte: <http://www.ipce.com.br/old/introducao.html>. Acesso em: 3 jul. 2017.

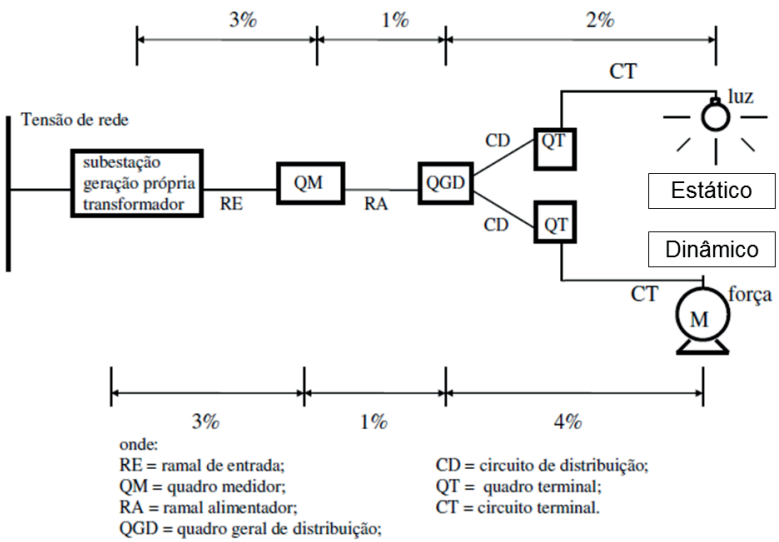
A escolha dos condutores dependerá de diversos aspectos, sendo os principais a tensão a que deverão estar submetidos (quanto mais tensão maior o aquecimento) e a queda de tensão admissível para cada componente do circuito elétrico. Os equipamentos que utilizam energia elétrica funcionam com tensões determinadas e apresentam pouca tolerância a variações. As quedas de tensão são ocasionadas pela distância entre a carga e o centro de distribuição e a potência da carga. As cargas de tensões admissíveis são determinadas em porcentagem da tensão nominal, também conhecida com tensão de entrada, conforme apresentado na equação:

$$\text{Queda de tensão percentual (\%)} = \frac{\text{Tensão na entrada - Tensão na carga}}{\text{Tensão na entrada}}$$

Pela norma NBR 5410, admite-se uma perda de tensão diferente para cada tipo de circuito elétrico. Para os circuitos estáticos, lâmpadas e tomadas, essa perda fica em 2% para circuitos terminais, 1% para circuitos de distribuição e 3% para o ramal alimentador. Já para os circuitos dinâmicos, nos quais existe campo magnético em movimento, os limites de perdas são de 4% para circuitos terminais, 1% para circuitos de distribuição e 3% para o ramal alimentador.

Na Figura 3.12 é apresentado um esquema contendo um circuito estático e dinâmico, demonstrando os valores máximos de queda de tensão admissíveis, permitidos pela norma, entre a linha de alta tensão e os pontos de utilização de energia elétrica.

Figura 3.12 | Perdas de tensão toleradas em circuitos de ligação estático e dinâmico



Fonte: adaptada de Souza (1997, p. 48).

Reflita

Os circuitos elétricos servem para transmitir a energia de uma fonte até um equipamento qualquer em utilização. Entretanto, os condutores que alimentam um motor, circuito dinâmico, e uma lâmpada, circuito estático, estarão sujeitos às mesmas cargas? Será que deverão apresentar a mesma dimensão?

Baseando-se na perda de tensão admissível, é possível dimensionar a seção nominal dos condutores elétricos para os circuitos. De acordo com a norma, em circuitos estáticos a seção mínima para as tomadas de uso geral é 2,5 mm^2 e para os circuitos de iluminação é 1,5 mm^2. O cálculo pode ser realizado pela equação:

$$S = \frac{l.2E(d.l)}{U.e_{fios}}$$

Na qual:

S = seção do condutor (mm^2);

l = resistividade do material condutor (Wmm$_2$.m^{-1});

d = distância (m);

I = intensidade de corrente elétrica (A);

U = tensão (V);

e_{fios} = queda de tensão nos fios conforme a NBR 5410.

Caso a seção calculada do condutor (S) não seja igual ao valor comercial dos condutores, optamos sempre pela segurança, ou seja, escolhemos a secção comercial tabelada imediatamente superior ao valor encontrado no cálculo. Essas medidas podem ser observadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 | Seções mínimas dos condutores para diferentes utilizações

Iluminação, tomadas de corrente em quartos, salas e similares	1,5mm^2
Tomadas de corrente em cozinhas, áreas de serviço, garagens e similares	2,5mm^2
Aquecedores em geral	2,5mm^2
Aparelhos de ar condicionado	2,5mm^2
Lavadora de roupa (com secador acoplado)	4,0mm^2
Lavadora de roupa comum e lavadora de pratos	2,5mm^2
Secadora de roupa	4,0mm^2
Fogões elétricos	6,0mm^2

Fonte: adaptada de Souza (1997, p. 51)

Entretanto, mesmo que os condutores estejam adequadamente dimensionados para um determinado circuito, ainda assim, será necessária a utilização de sistemas de proteção. Os fusíveis são a proteção mais tradicional de sistemas e circuitos elétricos. Seu mecanismo funciona pela fusão de um elemento fusível, que é um condutor de pequena seção transversal, que sofre, devido a sua alta resistência, um aquecimento maior que o dos outros condutores à passagem da corrente.

Esse elemento fusível é um fio ou uma lâmina, que pode ser constituída de cobre, prata, estanho, chumbo ou qualquer outra liga, inserido dentro do corpo do fusível. Alguns fusíveis possuem um indicador, que permite verificar se o dispositivo fusível operou

ou não; ele é composto por um fio, por exemplo, de aço, ligado em paralelo com o elemento fusível e que libera uma mola após a operação. Essa mola atua sobre uma plaqueta ou botão, ou mesmo um parafuso, preso na tampa do corpo. A maioria dos fusíveis contém em seu interior, envolvendo por completo o elemento fusível, material granulado extintor; para isso utiliza-se, em geral, areia de quartzo de granulometria conveniente.

O elemento fusível pode ter diversas formas. Em função de sua corrente nominal, compõe-se de um ou mais fios de lâminas em paralelo, com trecho(s) de seção reduzida. No elemento fusível existe ainda um material adicional, um ponto de solda, cuja temperatura de fusão é bem menor que a do elemento. Para calcular o fusível a ser utilizado, deve-se usar a seguinte fórmula:

$$I_{nf} = I_n$$

Na qual:

I_{nf} = corrente nominal do fusível (A);

I_n = corrente nominal no circuito (A).

Assimile

O dimensionamento de um circuito elétrico envolve diversos fatores. Devemos considerar todos eles para que o funcionamento dos equipamentos e a segurança do sistema sejam adequados. Ao escolher um condutor, por exemplo, devemos levar em conta a perda de tensão a que está sujeito, o tipo de circuito em que será instalado e, ainda, prever os equipamentos que serão alimentados por esse condutor.

Entretanto, os fusíveis não são os únicos elementos de proteção de um circuito. Os disjuntores têm também essa função, além de poderem conduzir e interromper correntes de um circuito, evitando os riscos de curto-circuito. Mais sofisticados que os dispositivos fusíveis, os disjuntores funcionam com relês separados ou por meio de disparadores série, que atuam por ação mecânica direta quando a corrente ultrapassa um valor predeterminado. Diferentemente dos fusíveis, sua operação é repetitiva, podendo ser religados após a atuação, sem necessidade de substituição.

Para dimensionar a tensão máxima admitida em um disjuntor, deve-se utilizar a equação:

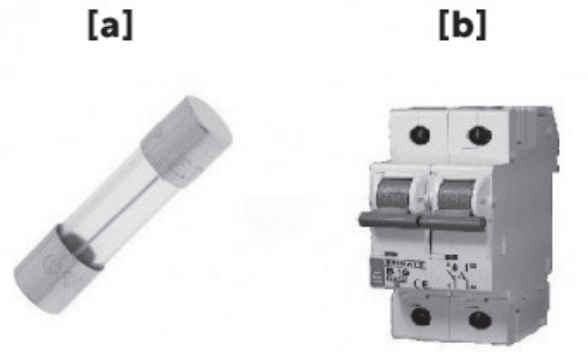
$$I_{nf} = 1{,}43 I_n$$

Onde:

I_{nf} = corrente nominal do disjuntor (A);

I_n = corrente nominal no circuito (A).

Figura 3.13 | Representação de um fusível (A) e um disjuntor (B)



Fonte: <http://www.nr10online.net/fusiveis-e-disjuntores>. Acesso em: 3 jul. 2017.

Exemplificando

Você já conhece as características dos fusíveis e dos disjuntores. Mas quando devemos utilizá-los? O ideal é que, em circuitos elétricos, principalmente os dinâmicos, esses dois elementos funcionem juntos. Quando ligamos um motor, ocorre uma elevação de tensão, que o disjuntor deve suportar. Entretanto, caso ocorra um superaquecimento ou curto-circuito, é interessante que haja um fusível que proteja a rede antes de atingir o disjuntor, o que pode ser prejudicial. Dessa maneira, os dois componentes podem funcionar simultaneamente em um circuito elétrico. No artigo *Proteção e seletividade* em sistemas elétricos, podemos conhecer um pouco mais sobre os sistemas de proteção dos circuitos elétricos.

STEFENON, Stéfano Frizzo; VIEIRA, Gilliard Koerig. Proteção e seletividade em sistemas elétricos. **Revista Uniplac**, v. 5, n. 1, 2017. Disponível em: <http://revista.uniplac.net/ojs/index.php/uniplac/article/view/2987>. Acesso em: 14 jul. 2017.

Nas construções, os fios devem passar por dentro dos eletrodutos, que são tubos destinados a proteger e isolar os condutores. Esses elementos podem ser instalados em montagem aparente, embutidos em gesso, alvenaria ou parede de cimento ou ainda dentro de canaleta. Eles podem ser magnéticos ou não magnéticos, rígidos ou flexíveis.

As principais funções dos eletrodutos estão relacionadas à proteção dos condutores contra ações mecânicas e corrosão, à proteção do meio contra incêndios por superaquecimento, à redução de risco de choque e à promoção de um percurso para a terra, pois pode funcionar como um condutor de proteção.

Figura 3.14 | Representação de diferentes conduítes: rígido metálico (A), PVC rígido (B), PVC flexível (C) vv

[a] **[b]** **[c]**

Fontes: (a; b) <http://blogdecorwatts.com/cabos-fios/tipos-de-eletrodutos-como-escolher/>; (c) <http://wwwo.metalica.com.br/sistemas-de-conducao>. Acesso em: 3 jul. 2017.

Conhecendo esses elementos, é possível que eles sejam adequadamente utilizados nos projetos de instalações elétricas. Isso porque, para que as instalações elétricas sejam realizadas com segurança e para que se obtenha sucesso, antes de iniciar sua execução deve ser elaborado um projeto. Um projeto elétrico é a forma de representação escrita e gráfica da instalação, com todos os seus detalhes, localização dos pontos de utilização da energia elétrica, comandos, trajetos dos condutores, divisão dos circuitos, cálculo da seção dos condutores, dispositivos de manobra e carga dos circuitos.

Um projeto deve conter informações sobre as instalações que incluem o memorial descritivo, no qual os materiais utilizados e as normas para a sua aplicação são apresentados, o memorial de cálculo, com as expressões de cálculo, o orçamento, os custos do material e da mão de obra, e o conjunto de plantas, que são as representações gráficas com todas as informações, esquemas e detalhes necessários para a instalação elétrica.

Para a elaboração do projeto de instalações elétricas, deve-se ter acesso a todas as plantas e cortes de arquitetura, os recursos disponíveis, a localização da rede elétrica mais próxima e suas características. É

importante também que o projetista tenha conhecimento das cargas exigidas em cada ponto de utilização, pois cada aparelho de utilização consome uma carga específica em Watts ou VA. Assim, os pontos de fornecimento de energia poderão ser dimensionados de acordo com a demanda requisitada.

Quando tratamos de instalações agroindustriais, os projetos devem contemplar algumas especificidades necessárias ao funcionamento dos equipamentos. Os mais importantes dizem respeito aos equipamentos de iluminação e de produção e os que serão ligados aos sistemas de utilidades, como ar comprimido, ar condicionado, água, gases, combustíveis e vapores. Muitas vezes, a não observância desses pontos exige futuras adaptações que não são ideais para os sistemas de construções rurais.

Entretanto, projetar um circuito elétrico vai muito além de identificar pontos de instalação e dimensionar elementos. É fundamental que seja realizada a previsão da demanda de utilização dos equipamentos ao mesmo tempo. Se essa demanda for excessiva, o sistema não estará apto e estará sujeito ao colapso, podendo causar curto-circuito e até mesmo incêndios.

Raramente todos os pontos de luz ou tomadas serão utilizados ao mesmo tempo. Entretanto, na NBR 5410, recomenda-se que:

a) Os fatores de demanda devem ser aplicados a cada ponto de distribuição, quer se trate do ponto de alimentação de toda uma instalação, de um quadro terminal, ou de um quadro de distribuição intermediário;

b) A determinação dos fatores de demanda exige o conhecimento detalhado da instalação considerada e da experiência quanto às condições de utilização; em princípio, não é possível, na prática, especificar os valores dos fatores de demanda para cada tipo de instalação;

c) Ao serem determinados os fatores de demanda a utilizar numa dada instalação, devem ser principalmente considerados, no caso mais geral: área construída; número de consumidores; tecnologia da utilização; emprego de forças motrizes, como ventiladores, bombas ou ferramentas motorizadas; tipo de aquecimento e/ou refrigeração (centralizada ou não); fatores climáticos, para potências de aquecimento do equipamento de substituição; possibilidades de aumento de carga; situação econômica local.

Uma das grandes demandas em construções rurais é o cálculo de iluminação e do número de luminárias. Essa quantidade deve ser capaz de gerar um iluminamento predeterminado. A escolha da luminária e do tipo de lâmpada depende de fatores como o objetivo da instalação (agrícola, comercial, industrial, domiciliar etc.), a disponibilidade de recursos e a facilidade de manutenção.

Uma forma simples de fazer esse dimensionamento é pelo cálculo da distância teórica (DT), que se utiliza da distância que cada luminária deveria ficar uma da outra. Esse cálculo serve mais como um referencial para disposição das luminárias, de acordo com a equação:

$$DT=1,5.(H-Pu-hL)$$

Na qual:

DT = distância teórica (m);

H = altura do pé-direito (m);

Pu = plano útil de trabalho (m);

hL = plano da altura das luminárias (m).

Pesquise mais

Os circuitos elétricos podem ser energizados por diversos sistemas. Mesmo em um circuito dinâmico, como um motor para bombeamento de água, é possível utilizar um sistema fotovoltaico como fonte de energia. Leia o artigo *Solução para bombeamento de água em propriedades rurais utilizando energia solar fotovoltaica*. Disponível em: <https://rbens.emnuvens.com.br/rbens/article/view/146/144>. Acesso em: 30 jun. 2017. Nesse artigo, é possível conhecer um pouco mais sobre a utilização do sistema fotovoltaico e dos circuitos elétricos em construções rurais.

Sem medo de errar

No desenvolvimento de suas atividades como consultor na elaboração de um projeto para granjas, havia surgido um questionamento em relação ao dimensionamento dos circuitos elétricos da edificação. Um dos engenheiros envolvidos no projeto havia proposto que o dimensionamento dos condutores em um circuito que alimentará as lâmpadas das granjas deveria ser o mesmo do circuito que fornecerá

energia para o sistema de arrefecimento das instalações. Ele acredita, ainda, que o aterramento do circuito é um ótimo mecanismo de segurança para manter a rede intacta.

Dentre os principais argumentos desse engenheiro, estão o da manutenção da rede, que seria muito mais fácil de ser realizada, e o do custo total de material, que seria reduzido, pois comprando um mesmo tipo de fio seria possível obter substanciais descontos pela economia em escala.

O questionamento que foi feito a você é se condutores para os dois circuitos deveriam ser os mesmos. Obviamente, essa solução não atenderia às demandas do sistema. O circuito dinâmico estará sujeito a elevações de tensão todas as vezes que os motores elétricos do sistema de resfriamento da granja forem ligados. Portanto, para o sistema de fornecimento de energia ao sistema de arrefecimento, recomenda-se um sistema dinâmico. Além disso, o funcionamento do circuito dinâmico independente dos ventiladores e não afetará o circuito estático de iluminação no momento em que o arrefecimento for ligado. Isso evita que ocorra alguma sobrecarga. Portanto, os condutores do circuito dinâmico devem ter diâmetro superior aos do circuito estático, não sendo inferiores a 2,5mm^2. No caso do circuito estático, condutores com 1,5mm^2 serão suficientes.

Outro ponto abordado diz respeito ao sistema de segurança para garantia da integridade dos circuitos, dos equipamentos e dos operadores. O aterramento da rede não é um sistema eficiente. Para a garantia de que não ocorrerão danos aos circuitos, aos equipamentos e aos usuários, é indispensável que seja incluído no projeto um quadro para acomodação de disjuntores, que atenderão tanto o circuito estático quanto o dinâmico. Deve-se, adicionalmente, utilizar fusíveis para a proteção dos equipamentos, principalmente os motores elétricos adotados no sistema de resfriamento da granja.

Avançando na prática

Iluminação de um galpão de armazenamento

Descrição da situação-problema

Você foi contratado para prestar serviços de consultoria para uma grande cooperativa produtora de café. A cooperativa está construindo um novo galpão e deseja que você determine, dentro do projeto estrutural, a quantidade de lâmpadas, com os respectivos pontos de energia e a

distância teórica que deverão ser instalados na edificação.

Você, profissional habilitado em construções rurais, sabe que todos os espaços do galpão deverão receber iluminação. Para isso, que tipo de cálculo você deve realizar? Qual deveria ser a distância entre as luminárias, considerando que o pé direito = 10 m; plano útil de trabalho = 3 m e altura da luminária = 0,1 m?

Resolução da situação-problema

Para resolver essa questão, você deverá efetuar o cálculo da distância teórica (DT), que se utiliza da distância que cada luminária deveria ficar. Essa é uma forma simples de fazer o dimensionamento. Este cálculo serve mais como um referencial para disposição das luminárias, de acordo com a equação:

$$DT=1,5.(H-Pu-hL)$$

Na qual:

DT = distância teórica (m);

H = altura do pé-direito (m);

Pu = plano útil de trabalho (m);

hL = plano da altura das luminárias (m).

Se *H* é igual a 10 m, *Pu* = 3 m e *hL* = 0,1 m, esses dados devem simplesmente ser substituídos na equação. Assim sendo:

$$DT=1,5.(10-3-0,1)$$

$$DT=10,35m$$

Uma luminária deverá ser instalada a cada 10,35 m.

Faça valer a pena

1. Os condutores de eletricidade em um circuito qualquer devem ser dimensionados de forma que ocorra a menor perda de carga possível e que atendam, com segurança, as demandas energéticas do sistema. As exigências de diâmetro de condutores são variáveis de acordo com o circuito em que são utilizados. Em um circuito estático para lâmpadas, o diâmetro mínimo admissível para um condutor, pela norma NBR 5410, é de _____.

Assinale a alternativa que completa corretamente a lacuna do texto-base.
a)1,5mm^2.
b)2,5mm^2.
c)3,5mm^2.
d)4,5mm^2.
e)5,5mm^2.

2. Um projeto elétrico é a forma de representação escrita e gráfica da instalação, com todos os seus detalhes, localização dos pontos de utilização da energia elétrica, comandos, trajetos dos condutores, divisão dos circuitos, cálculo da seção dos condutores, dispositivos de manobra e carga dos circuitos.
Assinale a alternativa que contempla os itens que devem constar, obrigatoriamente, em um projeto elétrico:
a) Memorial descritivo, caderneta de cálculo, orçamento e conjunto de plantas.
b) Memorial descritivo, caderneta de cálculo, orçamento e croqui.
c) Memorial descritivo, memorial de cálculo, orçamento e conjunto de plantas.
d) Memorial remissivo, caderneta de cálculo, orçamento e croqui
e) Memorial descritivo, memorial de cálculo e conjunto de plantas.

3. Leia as asserções a seguir:
I – Os condutores de eletricidade são componentes do sistema que devem ser capazes de transmitir a tensão elétrica de uma extremidade a outra, mesmo apresentando resistência. Dessa maneira, devem ser cobertos com revestimento isolante.

Por isso

II – A utilização de conduítes em construções rurais pode ser dispensada.
De acordo com as informações apresentadas, assinale a alternativa correta.
a) I e II estão corretas e II justifica I.
b) I e II estão incorretas.
c) I está correta e II está incorreta.
d) I está incorreta e II está correta.
e) I e II estão corretas, mas II não justifica I.

Referências

ALTOÉ, Josué et al. Viabilidade econômico-financeira na instalação de um sistema de energia solar fotovoltaica em uma propriedade rural. **Revista Educação, Meio-ambiente e Saúde**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 73-86, 10 jan. 2017. Trienal. Disponível em: <http://faculdadedofuturo.edu.br/revista1/index.php/remas/article/view/132/202>. Acesso em: 30 jun. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 209 p.

CAMARGO, Jorge de Aguiar; HENKES, Jairo Afonso; ROSSATO, Ivete de Fátima. Avaliação do Consumo de Água em Abatedouro de Aves Visando a Redução e ou Reutilização de Água. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 675-693, 2016.

COELHO, Willian Leonardo Vieira et al. Análise do potencial de geração de energia elétrica a partir dos resíduos do setor sucroenergético no estado de Mato Grosso em diferentes cenários produtivos. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 5, n. 2, 2016.

DAL BEM, Júlio César Trevisan et al. Solução para bombeamento de água em propriedades rurais utilizando energia solar fotovoltaica. **Revista Brasileira de Energia Solar**, v. 7, n. 1, p. 50-57, jul. 2016. Disponível em: <https://rbens.emnuvens.com.br/rbens/article/view/146/144>. Acesso em: 30 jun. 2017.

DUARTE, Glaucea Warmeling et al. Estudo da viabilidade econômica de geração de energia elétrica a partir de biogás proveniente de dejetos de suínos de uma propriedade rural em Forquilhinha/SC. **Revista Ciência & Cidadania**, v. 1, n. 1, 2015.

ENERGIA hidrelétrica. **Portal São Francisco**, [2017]. Disponível em: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/geografia/energia-hidreletrica>. Acesso em: 30 jun. 2017.

FERNANDES, Dangela Maria et al. Processo de biodigestão anaeróbia em uma granja de suínos. **Ambiência, Guarapuava**, v. 10, n. 3, p. 741-754, set./dez. 2014. Disponível em: <http://200.201.10.18/index.php/ambiencia/article/view/1690/2376>. Acesso em: 20 jun. 2017.

SILVA, L. D. B; GUIMARÃES A. J. A.; CARVALHO D. F. **Notas de Aula**: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Instituto de Tecnologia – Departamento de Engenharia- IT 179 – SANEAMENTO BÁSICO, 2007.

SOUZA, Cecília de Fátima e. **ENG 350**: instalações hidráulico-sanitárias. Viçosa: UFV, 2009. 34 p.

SOUZA, Jorge Luiz Moretti de. **Manual de Eletrificação Rural**. 4. ed. Curitiba: DETR/SCA/UFPR, 1997. 109 p.

STEFENON, Stéfano Frizzo; VIEIRA, Gilliard Koerig. Proteção e seletividade em sistemas elétricos. **Revista Uniplac**, v. 5, n. 1, 2017. Disponível em: <http://revista.uniplac.net/ojs/index.php/uniplac/article/view/2987>. Acesso em: 14 jul. 2017.

Projeto de construção rural

Convite ao estudo

O planejamento das edificações e instalações rurais é importante para atender às necessidades dos trabalhadores, da produção de maneira geral e da criação propriamente dita (seja ela de animais, plantas ou armazenamento de forragens e grãos). Em geral, as instalações devem atender a exigências básicas dentre as quais se destacam a questão sanitária, como disponibilizar água com qualidade e destino adequado dos resíduos; a orientação adequada no terreno; durabilidade e segurança com o uso de materiais de construção e técnicas construtivas adequadas; racionamento dos recursos e de mão de obra; o controle das variáveis climáticas como temperatura, umidade relativa e velocidade do ar; possibilitar futuras expansões e, o mais importante, ser economicamente viável para obtenção de lucro.

Outro fator que deve ser levado em consideração é o atendimento das legislações federal, estadual e municipal de cada produção em relação ao meio ambiente, controle sanitário e segurança. Seja a construção rural de pequeno ou grande porte, é necessária a realização de uma obra adequada no menor tempo e custo possível para o máximo aproveitamento das ferramentas e da mão de obra.

Também deve ser considerada a ambiência que uma determinada construção rural proporcionará na produção. Os atributos ambientais de temperatura, velocidade e umidade relativa do ar, os parâmetros aéreos de concentração de gases (dióxido de carbono, amônia, monóxido de carbono, entre outros) e a presença de poeira e micro-organismos no interior das instalações são fatores utilizados para avaliar o ambiente em que as aves estão alocadas e influenciam na

qualidade de vida do frango de corte e, por consequência, a sua produção (BANHAZI et al., 2008).

Uma vez que as condições ideais de temperatura e umidade relativa para a criação animal e vegetal permitirão o melhor desenvolvimento e uma maior lucratividade do proprietário, dar-se-á a necessidade de quantificar e caracterizar o ambiente térmico dos animais de criação. Para isso, foram desenvolvidas correlações entre variáveis como temperatura, umidade relativa, velocidade do ar, temperatura de globo negro, entre outras variáveis, as quais influenciam na homeotermia dos animais, o que ficou conhecido como Índice de Conforto Térmico (MEDEIROS et al., 2005; DAMASCENO et al., 2010a).

E, por fim, estudaremos o desenvolvimento do projeto de construção rural propriamente dito, no qual deverão ser apresentados os quesitos básicos para o entendimento e execução da obra. Dentre esses fatores, é necessário a apresentação das plantas (plantas de situação, de localização e baixa), bem como o orçamento dos recursos. Também deverá ser apresentado o memorial descritivo, orçamento de custos do espaço físico e dos materiais utilizados.

Sendo assim, esta unidade contemplará a introdução dos conceitos de projeto de construção rural e a possibilidade de apresentar as principais instalações e benfeitorias pertencentes às propriedades rurais tanto para a criação animal quanto para o cultivo agrícola. Serão contempladas, ainda, as questões de ambiência no interior das instalações que estão relacionadas com acondicionamento térmico, qualidade do ar e os instrumentos que temos para melhorar esses fatores, que são a ventilação natural, artificial e o controle de qualidade.

Você foi contratado para prestar uma consultoria para uma empresa produtora de frangos de corte a fim de os auxiliar na obtenção de uma melhora significativa da produtividade. A empresa espera que você desenvolva

um projeto, que contenha todas as informações necessárias para a execução, e o orçamento, necessário para a tomada de decisão do produtor em colocá-lo em prática ou não. Esse projeto deve considerar, necessariamente, as questões ambientais do local? E como são avaliadas as necessidades ambientais dos animais? Quais sistemas de manutenção da ambiência seriam necessários para a implementação? Quais as construções necessárias da propriedade rural para atender toda a demanda?

Todos esses questionamentos poderão ser respondidos com base nos assuntos que estudaremos nesta unidade.

Bons estudos!

Seção 4.1

Planejamento de edificações e instalações rurais

Diálogo aberto

Estudamos anteriormente que existem vários tipos de construções rurais e, para cada tipo de animal, existem as especificações necessárias dos elementos construtivos, materiais de construção, cálculos dos elementos estruturais e instalações elétricas necessárias para alcançar a adequada construção, embora ainda não tenham sido vistas as instalações de uma mesma propriedade.

As instalações utilizadas nas propriedades rurais tornaram-se um dos fatores importantes no contexto da produção animal, a fim de oferecer condições favoráveis de criação do frango de corte para expressar ao máximo o seu potencial genético. Assim, o sucesso da produção intensiva do frango de corte depende do projeto de construção rural aplicado para a adequada condição sanitária, ambiental e de bem-estar.

Você, profissional habilitado em construções rurais, foi contratado para desenvolver um projeto para a construção de uma granja de criação de frangos de corte. Quais são as instalações rurais imprescindíveis para o sucesso da criação de aves em uma propriedade rural no interior do Estado de São Paulo, na cidade de Amparo, que apresenta clima Cwa com duas estações bem definidas, predominantemente com mínimas de 18 °C e máximas de 28 °C? Por que você elegeu essas construções como as mais importantes? Quais as especificações de cada instalação? Lembre-se de levar em consideração a propriedade como um todo: o que é necessário para as instalações/moradias dos trabalhadores diretos à produção de frango de corte, para as instalações que recebem os animais que estão vivos e também os que são descartados/perdidos?

Bons estudos!

Não pode faltar

Vamos apresentar nesta seção o planejamento das edificações e instalações rurais que estão contidas em uma propriedade rural, desde as básicas e até as mais específicas de acordo com a atividade comercial desempenhada.

Dessa forma, temos que considerar dois aspectos muito importantes, a boa habitação para os animais/plantas/produtos para armazenamento

e o bem-estar dos trabalhadores que atuam diretamente com a produção e que também habitam a propriedade rural.

As construções podem ser definidas como um conjunto de instalações que o produtor precisa ter para garantir sua produtividade. Essas instalações devem suprir condições de funcionalidade, orientação, higiene e principalmente de custos.

O planejamento está relacionado à disposição das instalações, as quais devem ser distribuídas de maneira racional, ou seja, capaz de apresentar rendimento maior da mão de obra, boa logística para movimentação dos insumos relacionados (ração, grãos, água, entre outros) e também do produto final (animais para abate, plantas e grãos para comercialização), e, por fim, adequado destino final dos subprodutos para obtenção de lucro maior.

Para a escolha de áreas rurais para exploração pecuária, fatores importantes devem ser levados em consideração, tais como: distância dos centros de consumos e plantas de abate, infraestrutura dos meios de comunicação, disponibilidade dos insumos para atender a demanda da criação (grãos, ração, oferta de pintinhos, bezerros, por exemplo), energia elétrica, abastecimento de água, facilidade de crédito rural e incentivo governamental, assistência técnica qualificada, inclusive veterinários (normalmente a integradora de frango de corte, por exemplo, disponibiliza esses profissionais para os produtores).

As empresas responsáveis pelo fornecimento de animais, ração, auxílio técnico, vacinas, entre outros, são conhecidas pelo termo integradoras e oferecem esses serviços para garantia da boa qualidade de produção e posterior compra dos animais do produtor rural, que fica responsável por disponibilizar a infraestrutura (instalações, água, energia elétrica) e funcionários para criação dos animais. Outro fator importante são as condições climáticas da região, que se refere às condições adequadas de temperatura, umidade relativa do ar, ventilação, radiação, pluviosidade, entre outros. Dependendo do clima da região e da criação animal é possível estabelecer o melhor sistema de ventilação para garantir a adequada ambiência térmica – e, assim, economicidade dos recursos elétricos – priorizando sempre a ventilação natural.

De maneira geral é possível observar, então, que o local deve apresentar boas condições de salubridade no que se refere à drenagem do solo, insolação, espaço físico para manter as instalações com distâncias adequadas, topografia (terreno com inclinação mais suave), vias de acesso apropriadas para períodos

chuvosos a secos, controle de trânsito.

Os galpões que abrigam animais de mesma idade são espaçados entre si para evitar a transmissão de doenças (entre 10 m e 30 m) e os que abrigam animais de idades diferentes (entre 100 m e 200 m). Com o objetivo de aumentar a eficiência dos sistemas de criação de animais e prevenir ou controlar doenças, a tendência atual é adotar o confinamento total, o que tem determinado uma modificação dos prédios e dos equipamentos, especialmente nas grandes empresas.

Os principais quesitos para um projeto e planejamento da construção rural são: higiene, orientação, simples e funcionais, durabilidade e segurança, racionais, controle climático, possibilidade de expansão e baixo custo.

Os componentes das propriedades rurais necessários na atividade produtiva podem ser divididos em setores:

- Setor de produção: construções para criação dos animais e armazenamento da ração (silo).

- Setor para produção da ração: fábricas de ração.

- Setor responsável pela administração: escritório e almoxarifado.

- Setor sanitário: fossa, composteira, pedilúvio e rodolúvio para desinfecção dos pés e dos pneus dos veículos, respectivamente, e por último o lança-chamas para queimar as penas/pelos/vestígios dos animais que deixaram a instalação.

- Setor para residência: casas do proprietário, administrador e funcionários.

- Setor de apoio: galpão-oficina.

- Setor localizado fora da propriedade: abatedouros, integradoras e cooperativas.

Sendo assim, vamos iniciar apresentando o planejamento da Residência Rural, que começa pela determinação da localização da sede. Assim, para a escolha do melhor lugar de qualquer construção na propriedade, deve-se levar em consideração fatores como a condição do solo (teste de SPT – Standard Penetration Test, por exemplo), que auxilia no entendimento dos tipos necessários e adequados para a construção da fundação para a casa, conforme visto na Seção 1.3. Também é necessário

que apresente fácil acesso, assim, qualquer problema administrativo ou necessidade de comunicação será facilitado. Além disso, é importante estudar as condições de abastecimento de água da região; dependendo do tipo de abastecimento (individual por meio de abastecimento de rios, poços, represas e lagoas), é necessária a construção de reservatórios. Outro fator importante é a orientação da construção e dos cômodos no interior da casa em função do posicionamento do Sol, assim é possível dividir a casa em grandes áreas:

- Ambientes primários – quartos e varandas: devem estar voltados para o Leste, Nordeste e Norte para terem temperaturas agradáveis. Entretanto, em regiões frias, recomenda-se localizar os quartos na face oeste para que o Sol do meio-dia aqueça-os para o período noturno.

- Ambientes secundários – escada, depósitos e garagens: fachada sul.

Também é necessário observar os ventos ao redor. Além disso, o espaço da sede deve estar preparado para futuras expansões.

Exemplificando

A casa-sede possui as características de uma residência adequada para o proprietário e sua família com todos os cômodos necessários, como quartos (mais de um), escritório, sala de estar, cozinha, banheiro, varanda, área de serviço, entre outros que forem necessários para o bom convívio diário.

A residência do administrador, apesar de mais simples, deve ter boa aparência e condições essenciais de conforto para a família residente. No seu planejamento, deve-se tomar o cuidado de estabelecer um local de trabalho (escritório) de fácil acesso e que mantenha a privacidade do restante do lar. O escritório será utilizado para realização de pagamento de funcionários, administração das atividades, recebimento de fornecedores, veterinários, entre outros.

A casa do administrador possui varanda, escritório, sala de estar, dormitórios (sendo uma suíte), área de serviço, cozinha, banheiros (empregada, suíte e social) entre outros cômodos que forem necessários para o bom convívio diário. A maior diferença é a presença do escritório, uma vez que seu uso será o ambiente de trabalho do administrador.

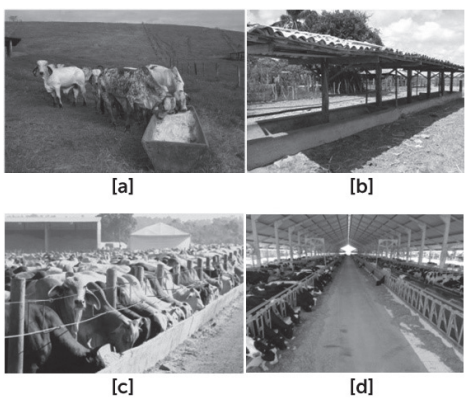
As casas dos trabalhadores são moradias mais simples, entretanto com condições adequadas e confortáveis para residência dos trabalhadores e suas famílias. Por ser residência mais simples, usualmente adota-se

piso de assoalho para os quartos para manter temperatura do chão mais quente e no restante da casa utiliza-se piso frio ou simplesmente cimentado ou tijolar. A construção deve apresentar forro, principalmente nos quartos, para ter conforto térmico inclusive no verão, e as paredes devem ser revestidas. Mesmo sendo mais simples, também possuem cômodos como quartos, banheiro, cozinha, sala e área de serviço.

4.1.1 Instalações para bovinos

A instalação destinada à criação de bovinos de corte ou de leite (que, neste último caso, recebe as construções relacionadas à sala de espera, sala de ordenha e sala de leite, como visto na Seção 2.3) está relacionada ao sistema de criação adotado. O sistema extensivo – criação em pasto, o qual possui como elementos construtivos os piquetes para rotação da pastagem, comedouros para suplementação mineral, bebedouros e curral de manejo para chegada e carregamento dos animais. Já o sistema semi-intensivo – criação em pasto com finalização no confinamento, para o qual é necessária a formação de piquetes com o uso de pastejo rotacionado através do uso de cercas fixas e móveis. Os bebedouros e comedouros (oferecimento de concentrados e minerais) devem estar disponíveis para todos os animais. O sistema intensivo – criação em ambiente totalmente confinado com currais totalmente abertos, parcialmente cobertos (cochos são cobertos com sentido Leste-Oeste da instalação para não ter incidência solar para oferecimento de concentrado, volumosos e sal mineral) e totalmente cobertos (Figura 4.1).

Figura 4.1 | Sistema de criação de gado de corte extensivo (a), semi-intensivo (b), intensivo para gado de corte (c) e intensivo para gado de leite (d)



Fonte: (a) <http://www.cnpgl.embrapa.br/sistemaproducao/sites/default/files/cap13-fig14a.jpg>; (b) <http://2.bp.blogspot.com/_7rsczz74AFo/TUVrHaq21SI/AAAAAAAAABE/25jWYmxbD80/s1600/DSC05709.JPG>; (c) <http://revistasafra.com.br/wp-content/uploads/2013/05/bois-Carlos-Costa.jpg>; (d) <https://i.ytimg.com/vi/ZGL__bbgJiw/maxresdefault.jpg>. Acesso em: 10 jul. 2017.

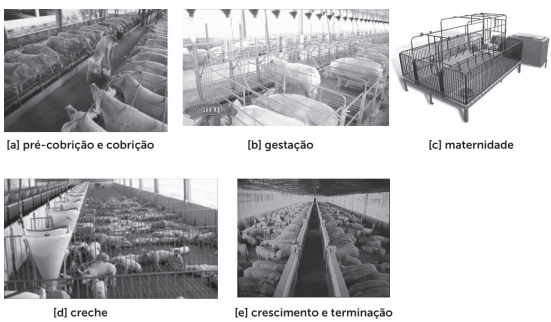
As cercas são muito utilizadas nesse tipo de produção, e suas características dependerão do terreno, raça e peso do animal: cerca elétrica (todos os tipos de terreno), arame liso (terrenos planos, suaves e ondulados – preservam o couro do animal), arame farpado (terreno acidentado e montanhoso). As cercas podem apresentar de 5 a 7 fios.

4.1.2 Instalações para suínos

A criação de suínos também depende do sistema de criação adotado. Dentre eles, destacam-se o sistema extensivo, semi-intensivo e intensivo, da mesma forma que foi apresentado para a criação de bovinos de corte, embora no Brasil o sistema mais adotado seja o intensivo, o qual contém os seguintes componentes da granja de suínos: instalação de pré-cobrição, instalação de cobrição, instalação de gestação, instalação de maternidade, instalação de creche, instalação de crescimento e, por fim, a instalação de terminação.

As duas últimas estão se unindo em uma estrutura só por questão de economicidade e bem-estar dos animais, que não precisam ficar se locomovendo. Todos esses componentes foram apresentados e dimensionados na Seção 2.3. Dentre os outros componentes construtivos necessários, ainda há o quarentenário para animais com problemas de saúde, escritório para desenvolvimento das atividades administrativas, armazém de grãos, fábrica de ração para o preparo da alimentação totalmente balanceada para o crescimento e nutrição adequado dos animais, e o embarcadouro para o deslocamento dos animais na chegada à propriedade rural e também para encaminhamento às plantas de abate. A Figura 4.2 apresenta os componentes das granjas para suínos.

Figura 4.2 | Componentes de granja para suínos: pré-cobrição e cobrição (a), gestação (b), maternidade (c), creche (d), crescimento e terminação (e)



Fonte: (a) <http://www.portalsuinoseaves.com.br/imagens/uploads/2012/12/granja-de-suinos.jpg>; (b) <https://i.ytimg.com/vi/2paMLwlMy8k/maxresdefault.jpg>; (c) <http://www.petersuinos.com.br/images/maternidade_img4.png>; (d) <https://i.ytimg.com/vi/HOFag1LHI3M/maxresdefault.jpg>; (e) <http://s3.amazonaws.com/magoo/ABAAAfYeQAL-11.jpg>. Acesso em: 8 ago. 2017.

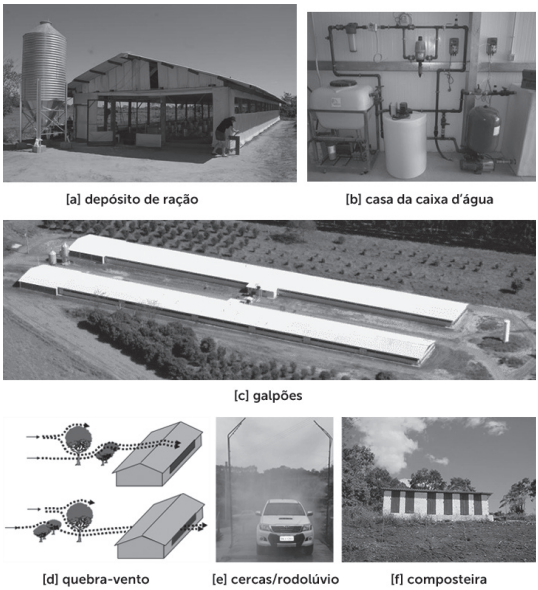
4.1.3 Instalações para frangos de corte

A produção de frangos de corte no Brasil comercialmente utilizada é a intensiva com criação dentro de instalações próprias para o frango de corte. A propriedade rural direcionada para a criação de frangos de corte apresenta os seguintes componentes: a sede, residência do proprietário e sua família (nos casos em que eles moram no local); a casa dos funcionários, a residência das pessoas que trabalham na granja em diferentes turnos para assegurar a qualidade e o sucesso da criação; o depósito de ração, que utiliza comumente silos de estrutura metálica para facilidade de limpeza e adequado armazenamento; e a casa da caixa d'água, usada para acondicionar a água utilizada para dois fins distintos: água de bebida, com caixa d'água independente onde pode ocorrer manejo de vacinas, e a caixa d'água para limpeza e alimentação dos sistemas de resfriamento evaporativo (painel evaporativo e nebulizadores).

Além dos galpões para a criação dos lotes de frangos de corte, outro componente é o quebra-ventos – utilizado para proteger os aviários dos ventos frios, com o plantio de árvores de crescimento rápido nas faces Sul e Sudeste da propriedade (Figura 4.3). As instalações também contêm cercas necessárias além da utilidade na delimitação da propriedade de maneira geral, capazes de evitar a entrada de outros animais que podem transmitir doenças e de pessoas não autorizadas. Para isso, as cercas são feitas com tela de alambrado. E, por fim, outro elemento muito utilizado na produção de aves e suínos e de extrema importância é a composteira, responsável por armazenar os animais que morreram – como manejo, utiliza-se cobrir as carcaças com material de cama de frango para auxiliar na decomposição.

Normalmente, essa estrutura possui dimensões de 4,0 m x 1,5 m x 2,0 m e é rebocada com acabamento liso na face interna e externa, a composteira é dividida em três partes iguais. Ela é necessária porque, no caso de frangos de corte, espera-se uma mortalidade aproximada de 5% do número de aves alojadas inicialmente, ou seja, a perda de animais durante o processo de criação é prevista.

Figura 4.3 | Componentes das propriedades com criação de frango de corte: depósito de ração (a), caixa d'água (b), galpões (c), quebra-vento (d), cercas/rodolúvio (e), composteira (f)



[a] depósito de ração [b] casa da caixa d'água [c] galpões [d] quebra-vento [e] cercas/rodolúvio [f] composteira

Fonte: (a) <http://www.agencia.ac.gov.br/wp-content/uploads/2008/06/fotos_noticias_junho_08_dsc_0092.jpg>; (b) <http://siloscordoba.com/wp-content/uploads/2014/11/tratamientocontrol-agua.jpg>; (c) <http://fazendasap.com.br/wp-content/uploads/2014/02/granja_banner.png.pagespeed.ce_.m7WH8I-y0j.png>; (d) <https://images.engormix.com/p_articles/972_29,499.png>; (e) <http://www.ahoradoovo.com.br/arquivos/img/2013/11/510_1172_conteudo_g.jpg>. Acesso em: 10 jul. 2017.

Reflita

As propriedades rurais podem sofrer pela falta de energia elétrica. Em casos mais críticos, quando o produtor não possui gerador de energia, ocorre a perda do lote todo pela mortalidade. O que você acha que deve ser feito com as carcaças dos animais?

Figura 4.4 | Mortalidade do lote de frangos de corte

Fonte: <http://opresenterural.com.br/imagem/width/750x500/noticia/2016/03/89406bf9d29799580864264eb7070cdf2be0d6cc.JPG>. Acesso em: 10 jul. 2017.

4.1.4 Instalações para plantas

Os ambientes protegidos para plantas utilizados na produção e no acondicionamento são estruturas cobertas com vidro ou plástico a fim de garantir adequada ambiência para o melhor desenvolvimento vegetal. As diferentes estruturas, formas e material de cobertura, bem como o tamanho e o tipo de estufa, variam para atenderem diferentes necessidades dos vegetais, podendo ser climatizadas, não climatizadas e em casas de vegetação. As estufas climatizadas são, geralmente, utilizadas em locais com clima frio, assim são necessários a manutenção da temperatura e umidade relativa do ar, e o uso de sistemas de ventilação, uma vez que a estufa garante apenas a manutenção do calor armazenado dela. Já as estufas não climatizadas são construções simples, baratas e geralmente construídas pelos próprios agricultores, e o controle do ambiente é feito pelo manejo das aberturas e cortinas. O calor, quando desejado, é obtido pelo efeito estufa. No intuito da aquisição de uma estufa, deve-se estimar o espaço disponível na propriedade e a demanda da espécie desejada tanto em dimensões como em ambientes. Na construção da estufa, é recomendado que ela esteja alocada no mesmo sentido dos ventos dominantes e na orientação Leste-Oeste para obter a máxima radiação solar.

Assimile

A partir do exposto, você, futuro profissional da área, pode aprender que as propriedades rurais são compostas, não só por construções onde os animais/vegetais/grãos são alojados, mas também por outras construções que são responsáveis por dar apoio aos trabalhadores, à produção propriamente dita e também auxiliar na logística da produção, incluindo os trabalhadores que residem na propriedade. Na produção pecuária, é de extrema importância a residência dos trabalhadores na propriedade para que suas atividades possam ser divididas em turnos e os animais estejam com atenção 24 horas por dia. Principalmente quando estão alojados, animais na fase inicial demandam atenção reforçada nos horários críticos da noite.

Nas propriedades rurais ainda há a possibilidade de outros componentes como o biodigestor em granjas de suínos para utilização na produção de biogás e biofertilizante. As fossas sépticas também podem compor a propriedade por se tratarem de unidades de tratamento primário de esgoto.

Pesquise mais

O conjunto de construções rurais em uma mesma propriedade é importante na logística das atividades e bom andamento da produção, inclusive se é destinado às produções zootécnicas. Diante do exposto, realize a leitura dos seguintes materiais para aprimorar seus conhecimentos das construções zootécnicas.

NOVAIS, D. **Instalações rurais**. 2014. Disponível em: <http://www.ifcursos.com.br/sistema/admin/arquivos/13-35-34-apostilainstalacoesrurais.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2017.

SARTOR, V.; SOUZA, C.; TINOCO, I. F. F. **Informações básicas para projetos de construções rurais**: Instalação para suínos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. Disponível em: <http://arquivo.ufv.br/dea/ambiagro/arquivos/suinos.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2017.

Sem medo de errar

Na situação-problema, foram apresentados os seguintes questionamentos: quais são as instalações rurais imprescindíveis para o sucesso da criação de aves em uma propriedade rural no interior do Estado de São Paulo, na cidade de Amparo, que apresenta clima Cwa com duas estações bem definidas, predominantemente com mínimas de 18 °C e máximas de 28 °C? Por que você elegeu essas construções como as mais importantes? Quais as especificações de cada instalação? Vamos apresentar, na sequência, os locais mais externos à propriedade até os mais internos. Dessa forma, as instalações necessárias em uma instalação de frangos de corte são:

- Cerca: as cercas serão instaladas com material de alambrado em toda a extensão da propriedade a fim de controlar a entrada de pessoas e animais próximos à produção. Especificações importantes: manter sua estrutura com espaçamento adequado para manter a cerca em pé, as telas não devem permitir a passagem de animais e pessoas não autorizadas para dentro da propriedade.

- Quebra-vento: os quebra-ventos são necessários para impedir que os ventos predominantes adentrem as instalações e tragam desconforto às aves e até doenças. Esse aparato é feito com a plantação de uma cortina de árvores adequadamente disponibilizadas em todo o entorno em que os ventos se direcionam às instalações de frangos. Como especificação

é necessário utilizar as espécies adequadas que apresentem raízes fortes para não caírem com ventos fortes e efetivamente impedirem os ventos dominantes de alcançar a construção rural.

- Rodolúvio: localiza-se na entrada principal do aviário para desinfecção de qualquer veículo que adentre à propriedade a fim de evitar a transmissão de doenças para as aves alojadas, principalmente se esse veículo visitou outras granjas ao redor.

- Sede: importante para a residência do proprietário e sua família de maneira adequada e confortável, tendo em vista que esse tipo de produção é caracterizada pela moradia do dono na fazenda.

- Casa do administrador: importante para a residência do administrador e sua família de maneira adequada e confortável, é importante que ele esteja presente para o recebimento dos fornecedores de matéria-prima em geral, técnicos e veterinários. Muitas vezes o papel do administrador cabe ao próprio proprietário da fazenda.

- Casa dos funcionários: importante para a residência dos funcionários e sua família de maneira adequada e confortável. Nesse caso, é imprescindível pelo fato da atividade demandar os três turnos. Assim, sempre haverá supervisão em qualquer momento em caso de problemas e até para o desenvolvimento das atividades comuns da produção.

- Aviários propriamente ditos: as especificações são para atender às necessidades dos animais, no caso, o frango de corte.

- Silos: responsáveis por armazenar a quantidade de ração para a duração de dias que elas estarão aptas para o consumo do animal. Auxiliam na facilidade em manter uma alimentação regular no caso de imprevistos com o abastecimento, uma vez que geram um estoque para o frango de corte.

- Casa da caixa d'água: é importante para acondicionar a água de bebida em temperatura adequada ao consumo das aves e também manter a qualidade, por isso a instalação de filtros. Em propriedades menores, é importante que as caixas d'água sejam cobertas para manter a temperatura amena.

- Composteira: a composteira é uma instalação com a finalidade de colocar as carcaças dos animais que morreram de maneira adequada para facilitar a decomposição e, ao mesmo tempo, manter o controle sanitário da propriedade.

Avançando na prática

Elementos da propriedade rural para suínos na fase de crescimento e terminação

Descrição da situação-problema

Não há como fazer um projeto adequado de construções rurais para a produção comercial de suínos sem levar em consideração todos os elementos necessários para a manutenção da produtividade dos animais e também da logística esperada da propriedade. Assim, foi solicitado que você desenvolva um planejamento de quais construções a propriedade deverá possuir, levando em consideração que o dono não residirá no local, tendo em vista que ele mora a poucos minutos da fazenda.

A propriedade está localizada próxima à rodovia e possui problemas com fortes rajadas de vento. Sendo assim, em um quadro, aponte os principais elementos que você considera importantes na produção de suínos na fase de crescimento/terminação e observações que achar relevantes para informar. Então, quais as construções que você elegeria como necessárias nessa propriedade para a produção de suínos? Será que o dono da propriedade precisa de residência? E no caso de animais que morrerem na propriedade? Há edificações para assegurar a biosseguridade? Quais as considerações para cada uma destas?

Resolução da situação-problema

Levando em consideração todo o material disponibilizado sobre a criação de suínos (Seção 2.3) e as instalações necessárias (Seção 4.1), você é capaz de montar o quadro requerido com as principais instalações. Os dados que o produtor forneceu são relevantes para identificar a necessidade das instalações; note que o proprietário não residirá na fazenda, então não há a necessidade de uma sede. Entretanto, por se tratar de uma propriedade próxima à rodovia e também por existir ventos fortes, é importante que haja uma barreira natural contra o vento, barulho da rodovia e também possíveis doenças que venham da rodovia caso passe um caminhão com suínos.

Quadro 4.1 | Instalações necessárias para produção de suínos em uma propriedade

Instalação	Observações (caso necessário)
Casa do administrador	Terá papel importante da administração da fazenda.
Caso dos funcionários	Atenção 24 horas à produção animal.

Instalação dos suínos	Onde os animais serão alojados.
Casa da caixa d'água	Necessária para acondicionamento da água em temperatura adequada e com qualidade para os suínos.
Silos	Necessários para acondicionamento da ração.
Composteira	Necessária para colocar as carcaças dos animais.
Quebra-vento	Primordial por se tratar de uma propriedade próxima à rodovia.
Cerca	De alambrado, para evitar a entrada de animais e pessoas não autorizadas.
Rodolúvio	Desinfecção de todo veículo que entrar na propriedade, evitando contaminação cruzada entre uma ou mais propriedades rurais com criação de suínos.

Fonte: Elaborado pela autora.

Faça valer a pena

1. As construções compreendem o conjunto de prédios que o criador deve possuir para racionalizar sua criação. Sendo assim, o planejamento está relacionado à disposição das instalações as quais devem ser distribuídas de maneira _____, ou seja, capazes de apresentar rendimento maior da mão de obra, boa _____ para movimentação dos insumos relacionados (ração, grãos, água, entre outros) e também do _____ (animais para abate, plantas e grãos para comercialização), e por fim adequado destino final dos subprodutos para obtenção maiores lucros.
Com base nos seus conhecimentos, escolha a alternativa que preencha as lacunas de maneira adequada.
a) racional; logística; produto final.
b) produto final; logística; produto inicial.
c) logística; produto inicial; racional.
d) racional; produto final; logística.
e) produto inicial; logística; produto final.

2. Considere as seguintes afirmações sobre os setores da atividade produtiva nas diferentes construções rurais:
I – Setor externo: posto de gasolina, armazenamento de ração e cercas.
II – Setor residencial: sede, casa do administrador, casas de funcionários.
III – Setor de preparo de alimentos: armazéns ou silos, fábricas de ração.

Dentre as afirmativas apresentadas sobre os setores da atividade produtiva, quais são verdadeiras e quais são falsas?
a) I – verdadeira, II – falsa, III – falsa.
b) I – falsa, II – verdadeira, III – falsa.
c) I – falsa, II – verdadeira, III – verdadeira.
d) I – verdadeira, II – falsa, III – verdadeira.
e) I – verdadeira, II – verdadeira, III – verdadeira.

3. Dentre os componentes das propriedades rurais, podemos destacar o setor de residência, que diz respeito às instalações para os que trabalham em função da atividade produtiva. Sendo assim, considere as afirmativas a seguir:
I – Como ambientes primários são considerados os quartos e varandas, os quais devem estar voltados para o Leste, Nordeste e Norte para terem temperaturas agradáveis.
II – O escritório é utilizado para realização das atividades como pagamento de funcionários, administração das atividades, recebimento de fornecedores, veterinários, entre outros.
III – A construção possui piso de assoalho nos quartos para a manutenção da temperatura mais quente do chão e no restante da casa utiliza-se piso frio ou simplesmente cimentado ou tijolar.
Dentre as afirmações apresentadas no texto-base, escolha a alternativa que relaciona as opções com a função da residência:
a) I – casa dos funcionários, II – casa do administrador, III – sede.
b) I – sede, II – casa dos funcionários, III – casa do administrador.
c) I – casa do administrador, II – sede, III – casa dos funcionários.
d) I – casa dos funcionários, II – sede, III – casa do administrador.
e) I – sede, II – casa do administrador, III – casa dos funcionários.

Seção 4.2

Ambiência em construções rurais

Diálogo aberto

A partir desta seção, teremos a oportunidade de perceber que a ambiência e o conforto térmico oferecidos aos animais de produção auxiliam na qualidade do produto final e garantem lucro ao produtor na finalização do ciclo. Então, o sucesso da produção intensiva do frango de corte depende do projeto de construção rural aplicado para a adequada condição sanitária, nutrição, ambiental, de conforto térmico e de bem-estar. O principal objetivo do projetista é identificar a necessidade térmica e aérea dos animais para que seja possível a determinação do que deve ser instalado ou não dentro dos aviários de frangos de corte, levando em consideração o número de animais e microclima da região. Parâmetros como os materiais de construção necessários e aptos para cada produção animal já foram exaustivamente abordados na Seção 2.3, e agora vamos observar com mais afinco as questões ambientais a fim de oferecer adequado conforto térmico sem encarecer o custo de produção.

Você, profissional habilitado em construções rurais, foi contratado para desenvolver um projeto para a construção de uma granja de criação de frangos de corte com ciclo de produção de 42 dias no interior do Estado de São Paulo com média de temperatura, no verão, de 22 °C e, no inverno, de 18 °C.

Espera-se que você leve em consideração as necessidades e características desses animais em cada fase de produção, ou seja, fase inicial, fase de transição e fase final de produção. Esse projeto deverá conter informações para resolver os seguintes questionamentos: quais as necessidades térmicas para cada etapa do desenvolvimento dos animais? Será necessário o uso de sistema de aquecimento? E o uso de sistema de ventilação?

Bons estudos!

Não pode faltar

A produção animal e agrícola enfrenta desafios que exigem tecnologias cada vez mais eficientes para minimizar impactos ambientais adversos tais como a grande termoperiodicidade diária e anual (quando a temperatura máxima do dia e a temperatura mínima

da noite apresentam diferença maior que 10 °C), ao mesmo tempo em que asseguram a preservação da saúde e bem-estar. Nesse sentido, a Agricultura/Zootecnia de Precisão, antes conhecida como um sistema de gestão integrado (WATHES et al., 2008), trata a produção agropecuária como um conjunto de processos interligados, que atuam em conjunto em uma rede complexa, sendo baseada na monitoração automática e contínua dos animais e plantas e dos processos físicos relacionados.

Assim, vamos observar nesta seção que o ambiente de alojamento pode ser dividido em térmico (temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do ar e radiação (solar)), aéreo (gases: CO, CO_2 e NH_3, poeira, patógenos e odores) e outros (luminosidade, densidade de criação, manejo, instalações e sistema de ventilação), e que para sua manutenção é imprescindível o uso de sistemas de ventilação e aquecimento.

O bem-estar animal compreende dois aspectos fundamentais, o bem-estar físico, que se manifesta por meio de um bom estado de saúde, e o bem-estar psicológico, que reflete o comportamento, ou seja, a ausência de comportamentos anormais (MELUZZI; SIRRI, 2009). Segundo Chevillon (2000), pode-se definir, de acordo com a Farm Animal Welfare Council (FAWC), o bem-estar dos animais pelas cinco liberdades atribuídas a eles: 1) liberdade fisiológica, 2) liberdade ambiental, 3) liberdade sanitária, 4) liberdade comportamental e 5) liberdade psicológica. Para isso, foi desenvolvido o Índice de Bem-Estar Unitário (Unitary Welfare Index, em inglês) para relacionar fatores como mortalidade, incidência de dermatite, problemas de pernas, densidade do lote, enriquecimento ambiental, pronto-atendimento, problemas na debicagem, restrição alimentar, peso e grau de empenamento em relação ao bem-estar, sendo que a pontuação varia de 1 (bem-estar ruim) a 10 (bem-estar ótimo) (HASLAM; KESTIN, 2004).

Para avaliar o contexto ambiental em relação ao conforto térmico, é necessário levar em consideração as características do ambiente, as características fisiológicas (regulação da temperatura interna) do animal ou vegetal, zona de conforto térmico e bem-estar. Com a tecnologia, as produções têm à disposição de suas práticas de criação o material genético de elevado potencial produtivo e reprodutivo, além de tecnologias adequadas ao manejo, nutrição e sanidade, sendo o grande desafio para sua exploração a ação conjunta de todos esses fatores mencionados.

Esses fatores atuarão de forma direta e indireta sobre os animais, influenciando na qualidade e produtividade, gerando consequentes

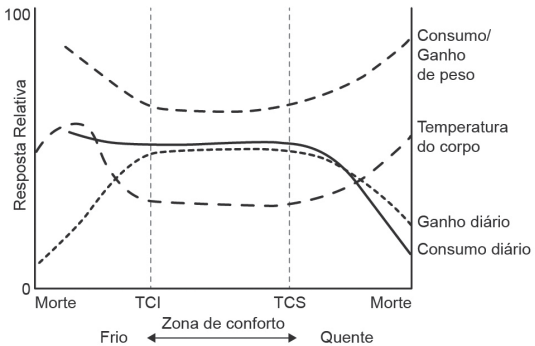
prejuízos econômicos. Sendo assim, quando não há conforto térmico, o estresse pode ser por frio: ocorre geralmente na fase inicial de criação dos animais, uma vez que eles não são capazes de produzir calor, por isso a necessidade de incremento de calor pelo sistema de aquecimento – em casos mais graves pode ocorrer a morte.

Animais em outra fase de crescimento utilizam a energia do alimento para manutenção da temperatura corporal, mesmo assim o frio causa perda produtiva e, em casos mais críticos, pode levar à morte.

Já na Zona Termoneutra os animais encontram-se em uma condição adequada de temperatura, assim eles não apresentam gasto de energia para manutenção da própria temperatura (nem para ganhar calor, nem para perder), e toda a energia vinda do alimento é utilizada para a produção de carne. É nessa faixa termoneutra que ocorrem os maiores índices de produtividade.

E, por fim, o estresse por calor, que ocorre na fase final de produção. Nesse período as aves produzem muito calor devido ao seu metabolismo acelerado e, quando a instalação está sob situações de clima quente, o calor do ambiente externo é somado ao calor produzido pelos animais, exigindo auxílio do sistema de ventilação e resfriamento para perder esse calor. Nesse caso há a redução do ganho de peso e, em casos mais críticos, a morte (Figura 4.5).

Figura 4.5 | Produção de calor versus temperatura ambiente pelos animais de produção



Fonte: <http://www.uff.br/webvideoquest/TM/graf1.JPG>. Acesso em: 10 ago. 2017.

Os atributos ambientais de temperatura, umidade relativa e velocidade do ar, os parâmetros aéreos de concentração de gases (CO_2, NH_3, CO) e a presença de poeira e micro-organismos no

interior das instalações são fatores utilizados para avaliar o ambiente onde os animais de produção e plantas estão alocados, e influenciam na qualidade de vida e, por consequência, na produção (BANHAZI et al., 2008).

A produção agropecuária em países de clima tropical e subtropical é afetada pelos elevados valores de temperatura, os quais interferem negativamente na produção, principalmente quando ela está na fase final de criação. A não conformidade com os valores adequados da condição térmica ocasiona o estresse térmico por elevadas ou baixas temperaturas, ocorre a diminuição no consumo de ração e, consequentemente, redução no ganho de peso e pior conversão alimentar (BUENO, 2004).

Exemplificando

Na produção de frangos de corte, por exemplo, sabe-se que aves expostas às condições de estresse térmico por calor apresentaram alto risco de perda produtiva, podendo levar à mortalidade em casos mais críticos.

Observe nas tabelas a seguir as condições ambientais adequadas para cada tipo de produção animal:

I) Frango de corte: A Tabela 4.1 apresenta a temperatura e umidade relativa adequadas à produção de frango de corte.

Tabela 4.1 | Condições adequadas de temperatura versus umidade relativa para cada idade do frango de corte

Idade (dias)	**0**	**7**	**14**	**21**	**28**	**35**	**42**
Temperatura (°C)	32-33	29-30	27-28	24-26	23-23	19-21	18
Umidade relativa (%)	30-50	40-60	50-60	50-60	50-65	50-70	50-70

Fonte: adaptada de Cobb-Vantress (2012, p. 20).

A velocidade do ar também auxilia na redução da sensação térmica das aves; sendo assim, na fase final de criação é recomendado que a velocidade do ar esteja entre 1,5 m/s e 2,5 m/s (COBB-VANTRESS, 2012; YAHAV et al., 2001).

II) Aves de postura: As aves de postura apresentam as necessidades térmicas muito parecidas com as do frango de corte em função da idade. A literatura recomenda como padrão temperaturas entre 15 °C e 28 °C na fase de produção e umidade relativa entre 40% e 80%. Quando

essas aves estão na fase inicial, há a necessidade de temperaturas mais elevadas. Sendo assim, indica-se para as pintinhas de um dia temperatura igual a 35 °C, decrescendo à razão de 2,8 °C a 3 °C por semana, até a temperatura de 18,5 °C a 21 °C no inverno e 24 °C no verão, para pintinhas com mais de cinco semanas. Já na fase de postura, recomenda-se para a melhor postura temperaturas entre 13 °C e 15 °C; entretanto, o intervalo entre 15 °C e 25 °C também é apropriado.

III) Gado de leite e de corte: O gado, de maneira geral, suporta melhor níveis baixos de temperatura, eles são capazes de sobreviver com temperatura mínima de 4 °C e temperatura máxima de 24 °C para gado de leite e 26 °C para gado de corte. As duas aptidões adaptadas ao Brasil, país de clima subtropical, geralmente são expostas a elevadas temperaturas, por isso a importância de um sombreamento adequado com instalações quando em regime de confinamento e semiconfinamento, ou árvores quando no sistema extensivo, bem como o uso de ventiladores e nebulizadores quando criados em sistema intensivo que dispõe de instalação.

IV) Suínos: As recomendações térmicas para esses animais estão em função da sua fase de criação. A condição térmica exigida pelas matrizes varia entre 7 °C e 23 °C, sendo que altas temperaturas no interior das instalações influenciam negativamente a eficiência reprodutiva, e a umidade entre 50% e 70%. A Tabela 4.2 apresenta a temperatura e umidade relativa adequadas às diferentes fases de criação de suínos.

Tabela 4.2 | Condições adequadas de temperatura para cada fase do suíno

Fase	Temperatura de conforto (°C)	Temperatura crítica inferior (°C)	Temperatura crítica superior (°C)
Recém-nascidos	32-34	-	-
Leitões até a desmama	29-31	21	36
Leitões desmamados	22-26	17	27
Leitões em crescimento	18-20	15	26
Suínos em terminação	12-21	12	26
Fêmeas gestantes	16-19	10	24
Fêmeas em lactação	12-16	7	23
Fêmeas vazias e machos	17-21	10	25

Fonte: adaptada de Perdomo et al. (1985).

Com o intuito de quantificar e caracterizar o ambiente térmico dos animais de criação, foram desenvolvidas correlações chamadas de Índice de Conforto Térmico, que leva em consideração variáveis como temperatura, umidade relativa, velocidade do ar, temperatura de globo negro, entre outras variáveis, responsáveis por influenciar na homeotermia dos animais (DAMASCENO et al., 2010b). O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) foi o primeiro índice de conforto utilizado na caracterização do ambiente de produção animal e procura indicar os efeitos combinados da temperatura e umidade de ar no conforto e desempenho do animal. Assim, considera-se como um ambiente de "Conforto" quando o ITU está entre 64 e 74, "Alerta" quando o ITU está entre 74 e 78 e "Perigo" quando o ITU está acima de 78 (MENEZES et al., 2010).

Dentre as equações para o cálculo do ITU, destaca-se a equação proposta por Thom (1959).

$$ITU = T_{bs} + \left(0,36 \times T_{bu}\right) + 41,5$$

Onde:

T_{bs} = Temperatura de bulbo seco (°C) e T_{bu} = Temperatura de bulbo úmido (°C).

Também há o cálculo do Índice de Temperatura, Umidade e Velocidade do ar (ITUV), pela metodologia proposta por Tao e Xin (2003).

$$ITUV = \left[\left(0,85 \times T_{bs}\right) + \left(0,15 \times T_{bu}\right)\right] \times \left(V_{ar}\right)^{-0,058}$$

Onde:

T_{bs} = Temperatura de bulbo seco (°C), T_{bu} = Temperatura de bulbo úmido (°C) e V_{ar} = velocidade do ar (m/s).

O cálculo do Índice de Temperatura de Globo Negro (ITGU), pela metodologia proposta por Buffington, Collier e Canton (1981), considera o efeito da radiação e apresenta a vantagem de incorporar diretamente em um único valor os efeitos da temperatura, umidade relativa, velocidade do ar e radiação solar, na forma de temperatura de globo negro.

$$ITGU = \left[0,72 \times \left(T_{gn} + T_{bu}\right)\right] + 40,6$$

Onde:

T_{gn} = Temperatura de globo negro (°C) e T_{bu} = Temperatura de bulbo úmido (°C).

A partir do ITGU proposto por Buffington, Collier e Canton (1981), foi calculada a carga térmica radiante (CTR), segundo Esmay (1974).

$$CTR = \left\{\sigma \times \left\{100 \times [2,51\times]\sqrt{V_{ar} \times \left(T_{gn} - T_{bs}\right)} + \left[\frac{T_{gn}}{100}\right]^4\right\}^{0,25}\right\}^4$$

Onde:

σ = $5,67.10^{-8} K^{-4}.W.m^{-2}$,

V_{ar} = velocidade do ar (m/s),

T_{gn} = Temperatura de globo negro (K) e

T_{bs} = Temperatura de bulbo seco (K).

A CTR é a radiação total recebida por um corpo de todo o espaço circundante a ele. Essa definição não engloba a troca líquida de radiação entre o corpo e o seu meio circundante, mas inclui a radiação incidente no corpo.

A qualidade do ar deve ser controlada e mantida dentro dos limites adequados para o bem-estar do animal bem como o dos trabalhadores. Em relação à qualidade do ar, além de ser fonte de oxigênio para o metabolismo de qualquer espécie animal, é um ótimo veículo de dissipação do excedente de calor, do vapor d'água, dos gases provenientes dos animais e da decomposição dos dejetos, da poeira liberada pela cama e outros. Algumas instituições, como o Globalgap, estabeleceram critérios para o ambiente aéreo de aviários (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 | Critérios de avaliação do ambiente aéreo pelo Globalgap (2012)

Gases	Limites (Globalgap, 2012)	Limites (Cobb-Vantress, 2012)
Concentração de dióxido de carbono	5.000 ppm	1.200 ppm

Concentração de monóxido de carbono	50 ppm	10 ppm
Concentração de amônia	20 ppm	10 ppm
Concentração de sulfato de hidrogênio	10 ppm	-
Poeira inalável	10 $mg.m$	3,4 $mg.m$
Concentrações de oxigênio	-	> 19,6%

Fonte: adaptada de Globalgap (2012, p. 5) e Cobb-Vantress (2012, p. 8).

I) Concentração de amônia (NH_3): Esse gás é formado durante a decomposição do ácido úrico, e sua eficiência de conversão está diretamente relacionada com o nível de umidade da cama. O ácido úrico e as proteínas não absorvidas são os principais componentes de nitrogênio das fezes das aves, o qual apresenta entre 30% e 70% do total de nitrogênio.

Altos níveis de amônia são responsáveis pelo surgimento de doenças respiratórias e conjuntivites, enquanto a poeira forma-se a partir de pequenos pedaços de penas, pele, areia e fezes secas e pode ser dividida em dois tipos: a poeira inalável (partículas maiores do que 5 $\propto m$) e a poeira respirável (partículas menores do que 5 mm), sendo responsável pela transmissão de doenças, causando inflamação dos brônquios pela ação conjunta da amônia, umidade baixa e temperaturas elevadas.

II) Dióxido de carbono (CO_2): O dióxido de carbono oriundo dos dejetos e da respiração dos animais é produto da oxidação de substâncias orgânicas, incluindo a respiração biológica e queima de biomassa e combustíveis fósseis (HYNST et al., 2007) e, mesmo não sendo tóxico e inodoro, em altas concentrações causa asfixia. Em trabalhos, foi observada a concentração de dióxido de carbono entre 600 e 4.000 ppm, sendo que essa faixa não é considerada nociva às aves e aos trabalhadores.

III) Monóxido de carbono (CO): O monóxido de carbono é um gás inodoro, incolor e inflamável, podendo ser tóxico aos animais e ao homem. O CO normalmente é gerado nos aviários pelo mau funcionamento dos aquecedores e/ou quando o sistema de ventilação não está adequadamente dimensionado para a retirada do excesso de CO oriundo da combustão do aquecimento. Dessa forma, a época mais crítica de sua produção é no inverno, quando

as instalações encontram-se fechadas e a ventilação não é suficiente. Aves expostas a taxas de CO superiores a 3.000 ppm com tempo de permanência entre 1,5 e 2 horas podem chegar a óbito. Já com 600 ppm durante 30 minutos, as aves ficam atordoadas, e com 700 ppm, pode ocorrer alta incidência de ascite.

Agora que já vimos a ambiência adequada do ponto de vista térmico e aéreo, a ferramenta que temos à disposição para garantir tais índices dentro do ideal é o sistema de ventilação. A ventilação é um dos fatores mais importantes, capaz de condicionar em boa parte o êxito da produção. É considerada necessária pelas seguintes razões: renovação do ar, redução da umidade produzida por animais e componentes no interior da granja, manutenção da temperatura tanto em climas frios ou quentes. São vários os tipos de sistemas de acondicionamento térmico artificiais, possíveis de utilização em diversas instalações rurais com diferentes tipologias de acordo com a sua finalidade. Sendo assim, destacam-se dois tipos principais: sistema de ventilação natural e artificial (pressão negativa e positiva).

I) Ventilação natural: A ventilação natural utilizada nas construções rurais ocorre em função do deslocamento do ar através das aberturas (janelas ou laterais) que as instalações possuem. As aberturas auxiliam na entrada e na saída do ar, por essa razão elas devem possuir dimensões adequadas para auxiliar na troca e renovação do ar. Esta troca do ar está em função da diferença de pressão entre o ambiente interno e externo, a região com maior temperatura é a que apresenta pressão menor e a que possui temperatura menor apresenta a pressão maior, assim o ar se desloca da área de maior pressão (ambiente externo da instalação) para a área de menor pressão (ambiente interno da instalação). Fatores como obstruções, umidade do ar, posicionamento da estrutura podem influenciar a ventilação natural.

As vantagens em se utilizar o sistema de ventilação natural é o baixo custo de implantação, manutenção e dispensa o uso de energia elétrica, entretanto não permite o controle das taxas de ventilação uma vez que depende da natureza (a ventilação ocorre pelo diferencial de pressão entre o ambiente interno e externo, bem como as diferentes densidades do ar – o ar mais quente possui menos densidade e sobe, e o ar frio mais denso desce), necessita de aberturas de ar acima da média para auxiliar a ventilação e, por isso, atrapalha no controle da iluminação e é

recomendado para instalações de largura menor que 10 m.

II) Ventilação artificial por pressão negativa e positiva: O funcionamento da ventilação negativa do tipo exaustão é a retirada do ar do ambiente interno utilizando o sistema túnel. Toda vez que a ventilação natural não for suficiente para a manutenção ideal das condições climáticas (temperatura e umidade) no interior dos galpões, deve-se utilizar a ventilação artificial que é produzida por equipamentos como exaustores e ventiladores. A taxa de ventilação pode ser controlada através do dimensionamento dos exaustores, das entradas e saídas de ar.

No sistema de ventilação negativa ou positiva, precisa ser considerada a pressão que está em função da vazão e não com a velocidade do ar. Assim, é preferível conhecer a quantidade de ar que deve ser renovada por unidade de tempo. É comum encontrar em uma edificação zonas de pressão de baixa movimentação de ar, sejam por pressão negativa ou positiva. Um dos fatores mais frequentes para essa ocorrência é o mau dimensionamento e posicionamento dos equipamentos de ventilação.

A ventilação lateral, ou a ventilação em modo túnel, com pressão positiva ou negativa, promove a dissipação de calor sensível no interior da instalação. Entretanto, esse efeito benéfico torna-se nulo quando a temperatura equipara-se à temperatura corporal da ave, havendo a necessidade do pré-resfriamento do ar a ser circulado no ambiente. O uso de sistemas de resfriamento por painel evaporativo possibilita a redução da temperatura do ar em até 11 °C em algumas regiões, sendo que, no Brasil, a média dessa redução é de 6 °C (em função da umidade do ambiente). No caso da região Sudeste, o uso do sistema de ventilação tipo túnel com resfriamento evaporativo por meio de nebulizador e painel evaporativo é o mais recomendável em razão de proporcionar melhores condições de conforto às aves, uma vez que somente o uso da ventilação não foi suficiente para lhes garantir conforto térmico no período estudado, para as horas mais quentes do dia.

Reflita

Observamos, então, que a manutenção das condições térmicas e aéreas favoráveis à produção agropecuária é realizada a partir do uso do sistema

de ventilação, seja ele natural ou artificial, que deve ser dimensionado adequadamente para atender às necessidades climáticas. Então, você acha que são necessárias manutenções? Com qual frequência?

Em aviários sob condições ambientais controladas e sistema de ventilação mecânica, as taxas de ventilação podem ser determinadas por meio de métodos diretos com precisão melhor do que 10%. A importância de avaliar os sistemas de ventilação em instalações rurais está em verificar o bem-estar dos animais durante a criação e também do trabalhador em relação ao conforto térmico e à qualidade do ar. Tais avaliações poderão ser revertidas em informações para que as empresas tomem decisões para alterar o manejo, além de contribuir para o inventário nacional sobre emissão de gases relacionados ao efeito estufa e alertar o setor sobre os efeitos desses gases na alteração do clima.

Assimile

Nesta seção foi possível observar como a ambiência térmica e aérea é importante para garantir a qualidade e produtividade da criação animal. Sendo assim, o sistema de ventilação do tipo natural ou artificial auxiliará a contornar esse desafio, principalmente na refrigeração do ar em países tropicais. A definição de qual é o mais adequado está em função do microclima da região onde as instalações serão construídas, bem como as exigências dos animais.

Assim como realizamos revisões frequentes em um veículo de passeio para garantir nossa segurança e o bom funcionamento, os sistemas de ventilação também necessitam de revisões e manutenções a cada ciclo de produção.

Pesquise mais

O estudo da ambiência e conforto térmico é imprescindível para a garantia de uma boa produtividade e, por consequência, lucro na produção rural. Acesse o material a seguir sobre ambiência em produção de animais e aprofunde seus conhecimentos.

SILVA, I. O.; VIEIRA, F. Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: o caso da avicultura de corte brasileira. **Archivos de Zootecnia**, v. 59 (R), p. 113-131, 2010. Disponível em: <https://goo.gl/g61GBs>. Acesso em: 22 set. 2017.

Sem medo de errar

Considerando a presente situação-problema para a criação de frango de corte, é necessário primeiramente estudar as necessidades térmicas e aéreas em cada fase de vida da ave e também onde o aviário será construído para determinar o sistema de ventilação necessário para atender tais exigências. Sendo assim, o frango de corte possui 3 fases distintas:

- Fase inicial/de aquecimento de criação: entre o dia que é alojado até os 14 dias de idade.

- Fase de transição de criação: quando as aves atingem entre 14 e 28 dias de idade, o qual ora tem que ser acionado o sistema de ventilação, ora o sistema de aquecimento.

- Fase final de criação: compreende a idade entre 28 e 42 dias de idade, em que as aves precisam de sistema de ventilação para resfriamento do ar na produção, o que demanda temperatura média de aproximadamente 20 °C.

Sendo assim, vamos analisar as necessidades ambientais e aéreas do frango de corte, considerando que com um bom funcionamento do sistema de ventilação certamente não teremos problemas com a concentração de gases em níveis que ultrapassam os limites recomendados pelo manual de frango de corte (Cobb-Vantress, 2012) (dióxido de carbono em 1.200 ppm, amônia em 10 ppm e monóxido de carbono em 10 ppm):

Tabela 4.4 | Condições adequadas de temperatura versus umidade para cada idade do frango de corte

Idade (dias)	**0**	**7**	**14**	**21**	**28**	**35**	**42**
Temperatura (°C)	32-33	29-30	27-28	24-26	23-23	19-21	18
Umidade Relativa (%)	30-50	40-60	50-60	50-60	50-65	50-70	50-70

Fonte: adaptada de Cobb-Vantress (2012, p. 20).

Ao analisarmos a necessidade dos animais e comparando às condições climáticas da região em que a granja será construída, é preciso considerar as situações mais críticas, ou seja, no verão a região apresenta temperatura média de 22 °C enquanto a necessidade dos animais é de 18 °C, e no inverno a região apresenta

temperatura média de 18 °C e a necessidade das aves em fase inicial é de 32 °C. Sendo assim, será necessária a instalação de sistema de ventilação para resfriamento, e como a temperatura externa excede a ideal vamos considerar a instalação de sistema de ventilação artificial por pressão negativa com o uso de exaustores e também de resfriamento evaporativo para refrigeração. Como no inverno a temperatura local é menor que a necessária para os pintinhos, então vamos ter que prever a instalação de aquecedores para que a temperatura seja adequada no verão e no inverno, para as aves na fase inicial, que não possuem o sistema termorregulatório desenvolvido ainda.

Avançando na prática

Ambientação na criação de fêmeas em fase de lactação

Descrição da situação-problema

Você, profissional habilitado em construções rurais, foi contratado para desenvolver um projeto para o sistema de ventilação/aquecimento de uma granja de criação de suínos com fêmeas gestantes, que estão alojadas em uma instalação intensiva no sul de Minas Gerais, cuja média da temperatura, no inverno, é de 19 °C e, no verão, é de 25 °C. Espera-se que você leve em consideração as necessidades e características ambientais dessas fêmeas e seja capaz de responder aos seguintes questionamentos:

É necessária a utilização do sistema de ventilação para resfriamento/aquecimento do ar? Por quê? O que levou você a tal resposta? O que indica ao proprietário dessa instalação?

Resolução da situação-problema

Primeiramente, é importante observar as necessidades ambientais de fêmeas gestantes, o recomendado é entre 16 °C e 19 °C. Fazendo um comparativo com as médias das temperaturas da região nas duas estações extremas, verão e inverno, é possível notar que, no inverno, o clima da região é adequado à criação das fêmeas gestantes, ou seja, a temperatura externa estará adequada à criação, sendo necessário e indicado o sistema de ventilação natural com manejo de cortinas, ventiladores no interior da granja para facilitar a renovação de ar para que as concentrações de gases como NH_3 e o CO_2 estejam em níveis adequados não comprometendo a saúde dos animais. Assim, considerando o inverno, não é necessário sistema de ventilação para

resfriar o ar nem aquecê-lo. Outro fator a se considerar são as condições ambientais no verão, as fêmeas exigem ambiente com no máximo 19 °C, enquanto no verão a temperatura alcança 25 °C. Para esse caso, recomenda-se sistema de ventilação constituído de aparatos que reduzem a temperatura, como o sistema de resfriamento evaporativo e nebulização capaz de reduzir o excedente de calor no ambiente (6 °C). A redução em 6 °C de temperatura é desafiadora, considerando que o próprio animal, com seu metabolismo, produza calor também. Assim, o sistema de ventilação artificial através do sistema tipo túnel de pressão negativa com exaustores e resfriamento evaporativo é o mais indicado para essa instalação localizada no sul de Minas Gerais.

Faça valer a pena

1. O bem-estar animal compreende dois aspectos fundamentais, o bem-estar físico, que se manifesta por meio de um bom estado de saúde, e o bem-estar psicológico, que reflete o comportamento, ou seja, a ausência de comportamentos anormais. Dentre as cinco liberdades atribuídas aos animais sobre seu bem-estar, considere as descritas a seguir:

I – Liberdade fisiológica.
II – Liberdade construtiva.
III – Liberdade alimentar.
IV – Liberdade comportamental.
V – Liberdade sanitária.

Assinale a alternativa que avalia corretamente as liberdades verdadeiras e falsas sobre o bem-estar dos animais:

a) I – verdadeira, II – falsa, III – verdadeira, IV – falsa, V – verdadeira.
b) I – verdadeira, II – falsa, III – falsa, IV – falsa, V – verdadeira.
c) I – falsa, II – falsa, III – verdadeira, IV – verdadeira V – verdadeira.
d) I – verdadeira, II – falsa, III – falsa, IV – verdadeira V – verdadeira.
e) I – falsa, II – falsa, III – falsa, IV – verdadeira V – verdadeira.

2. Para avaliar o contexto ambiental em relação ao conforto térmico, é necessário levar em consideração as características do ambiente, as características fisiológicas (regulação da temperatura interna) do animal ou vegetal, zona de conforto térmico e o bem-estar. Assim, os animais com sistema termorregulatório tenderão a manter sua temperatura interna mesmo com as mudanças climáticas externas.

Em relação à produção de calor versus a temperatura ambiente, escolha a alternativa correta dentre as seguintes afirmações:

a) Animais com frio utilizam a energia do alimento para manutenção da temperatura corporal.

b) Quanto mais quente o ambiente, maior o ganho de peso.
c) Estresse por calor pode ser amenizado pelo metabolismo rápido do animal.
d) A redução de peso se dá apenas pelo estresse por frio.
e) Na zona termoneutra, há maior dispêndio de energia para manutenção da temperatura interna.

3. O índice de conforto térmico foi desenvolvido para correlacionar variáveis como temperatura, umidade relativa, velocidade do ar, temperatura de globo negro, entre outras variáveis, responsáveis por influenciar a homeotermia dos animais.
Considerando os diferentes índices de conforto térmico desenvolvidos, escolha a alternativa correta dentre as seguintes afirmações:
a) O índice de conforto térmico ITU leva em consideração a temperatura de bulbo seco e a velocidade do ar.
b) O índice de conforto térmico ITUV leva em consideração a temperatura de bulbo seco, a temperatura de bulbo úmido e a velocidade do ar.
c) O ITU acima de 78 considera que o ambiente está adequado à criação animal.
d) A velocidade do ar auxilia no conforto térmico aumentando a sensação de calor.
e) O índice de conforto térmico é utilizado para caracterizar a qualidade do ar em relação às concentrações de gases.

Seção 4.3

Projeto de construção rural

Diálogo aberto

Olá, aluno! A partir das seções anteriores, foi possível observar que as construções rurais envolvem mais do que o ambiente propriamente dito em que se produz os animais ou se realiza o cultivo das plantas, elas envolvem também todas as construções ao redor, a questão das instalações elétricas, instalações hidrossanitárias, de acondicionamento térmico e aéreo no interior das instalações, bem como as questões de dimensionamento dos elementos construtivos (fundação, pilares, vigas e lajes) e as características de cada instalação (cobertura, materiais de preenchimento, acabamento, piso, entre outros). Entretanto, todos esses quesitos devem ser apresentados em um documento chamado memorial descritivo, o qual tem como objetivo informar de maneira detalhada todo o desenvolvimento do projeto.

Você, profissional habilitado em construções rurais, foi contratado para desenvolver um projeto para a construção de uma granja de criação de frangos de corte com ciclo de produção de 42 dias no interior do Estado de São Paulo com média de temperatura no verão de 22 °C e no inverno de 18 °C.

Espera-se, assim, que você apresente para o seu cliente todos os parâmetros que levará em consideração do memorial descritivo, bem como as plantas necessárias e orçamento do projeto. Este projeto deverá conter informações para resolver os seguintes questionamentos: o que deve ser apresentado no memorial descritivo em relação aos quesitos? Que plantas são necessárias apresentar ao cliente? O que será descrito no orçamento da instalação de frangos de corte?

Bons estudos!

Não pode faltar

Nesta seção vamos observar como você, profissional de construções rurais, deve apresentar o seu projeto ao cliente. Dessa forma, antes de aprender a desenvolvê-lo, devemos entender a importância do memorial descritivo, das plantas e do orçamento a serem apresentados. Preparado para a última seção deste livro? Vamos lá!

O memorial descritivo deve ser desenvolvido com o objetivo de descrever e especificar, de maneira resumida, os principais itens constituintes da obra, como os materiais a serem utilizados, as normas a serem seguidas e os serviços a serem realizados.

O memorial deve compreender o lote em que a obra será realizada, a área do lote, seu endereço, especificação de qual será a utilização da obra, quantos pavimentos serão construídos e os ambientes que ela possuirá. Por questões práticas, é importante que informe ainda o porte da construção, coeficiente de permeabilidade (porcentagem da área que será permeável às águas da chuva) em comparação ao mínimo especificado pelas regras vigentes da área, grau de impacto ambiental e altura máxima da obra.

O responsável pelo desenvolvimento do projeto arquitetônico é considerado o responsável técnico da execução da obra. Assim, é necessária a aprovação do projeto pela prefeitura da cidade e ele deve estar de acordo com as normas da ABNT NBR 6118. Assim, procuram-se focalizar os seguintes tópicos:

- Serviços técnicos: compreende os serviços técnicos como levantamento topográfico, estudos geotécnicos e sondagens do terreno para realização do projeto topográfico e geotécnico, que são realizados por profissionais capacitados e serão eles os responsáveis pela execução das atividades no canteiro de obra. O projeto estrutural deve estar conforme as normas da ABNT 6118 e o profissional que o realizará será o responsável técnico, assim como o projeto elétrico aprovado pela companhia de energia e luz.

- Serviços preliminares: as cópias e as plotagens de todos os documentos e projetos referentes à construção, bem como dos memoriais para esclarecimento dos trabalhadores da obra.

- Instalações provisórias: são as instalações utilizadas pelos trabalhadores da obra para depósitos de materiais, documentos, plantas, licenças, notas fiscais, vestiário, banheiro com sanitário, pia e uma torneira, no mínimo.

- Máquinas e ferramentas: compreende todas as máquinas e ferramentas necessárias para a execução do projeto e devem passar por manutenção e inspeção periódicas, inclusive deve informar quais deverão ser comprados ou alugados (e o período).

- Administração da obra e despesas gerais: contempla todas as despesas relacionadas às instalações provisórias, engenheiro, auxiliares,

pedreiros, vigias, serventes, bem como equipamentos de proteção individual, transportes, entre outros gastos pertinentes à obra.

- Limpeza da obra: compreende os responsáveis pela remoção de entulhos, limpeza da vegetação – é um quesito importante para manter a organização e limpeza da obra evitando acidentes de trabalho e facilitar o trabalho.

- Transporte: o transporte é responsável pelo deslocamento dos trabalhadores, fretes de materiais e deslocamentos necessários de qualquer ordem pertinentes à obra.

- Trabalhos em terra: relaciona questões de nivelamento do terreno, escavações, detalhes de taludes, movimentos de terra e, inclusive, os materiais e equipamentos necessários como caminhão, escavadeira, enxada, entre outros.

- Lastro: material empregado, localização e responsável (fica embaixo da fundação e baldrames);

- Fôrmas para baldrames e fundação: material e equipamento empregado e responsável, tal como madeira, pregos, martelo, trenas, entre outros.

- Concretagem de baldrames e fundação: período, tipo de cimento, traço do concreto, preparo das ferragens.

- Alicerces: mostrar como serão constituídos os alicerces e qual o impermeabilizante que será utilizado.

- Alvenaria: fixar o tipo de elemento utilizado para construir a parede, o traço da argamassa a ser utilizada.

- Laje: detalhamento do método utilizado na sua construção, o traço do concreto, e em alguns casos o tipo de escoramento (em construções rurais não se utiliza laje de alvenaria – somente nas residências dos trabalhadores/funcionários; ao invés disso, instalam-se forros para auxiliar no isolamento térmico, que pode ser de vários tipos de materiais).

- Cavas para tubulação elétrica e hidráulica: qual tubulação e diâmetro, bem como a localização dos dutos em obra.

- Cobertura: mostrar o madeiramento empregado ou estrutura metálica escolhida e também o tipo de telha a ser instalada (cerâmica, fibrocimento, sanduíche, entre outros), bem como a questão de tubos de queda, rufos, calhas e rincões.

- Revestimento: determinar o tipo de acabamento por cômodo ou por face da construção rural (há caso em que há muretas e o restante é tela antipássaro com cortinas de polietileno), fixando os traços de argamassa a serem utilizados; no caso de sala de ordenha, a questão de azulejos revestindo as paredes, verniz, entre outros.

- Pinturas: material utilizado, como pintura acrílica, em textura, esmalte nas peças de ferro, entre outros.

- Pisos: fixar os tipos de piso para os diferentes cômodos, nesse caso envolve o detalhamento de contrapiso, piso cerâmica, assoalho, rodapés e soleiras.

- Esquadrias: mencionar as dimensões básicas, tipo de material utilizado (alumínio, ferro ou madeiras, por exemplo).

- Projeto hidrossanitário: deve conter todos os aparelhos e metais destacados e especificados para instalação.

- Projeto elétrico: deve conter todas as particularidades das questões elétricas, como fios, caixa de força, conduítes, disjuntores, entre outros.

- Sistema de resfriamento/aquecimento: refere-se ao tipo de resfriamento do ar que será utilizado na instalação, bem como no sistema de aquecimento.

- Obras complementares: como já foi visto anteriormente, contempla as obras como composteira, casa da caixa d'água, entre outros, os quais devem ter discriminados os materiais envolvidos, responsável técnico e detalhes necessários para execução.

- Ligação definitiva: compreende a ligação de energia elétrica e de água, envolve desde a solicitação, projeto de execução, até sistema de esgoto e sistema/instalação das águas pluviais.

- Honorários: todos os honorários de todos os responsáveis/ trabalhadores da obra.

- Outros itens que forem importantes para a adequada interpretação das plantas e posterior construção da obra.

No caso de construções rurais, vimos anteriormente que a propriedade possui mais de uma construção relacionada à produção e moradia dos trabalhadores, assim é necessário um memorial que abranja o detalhamento de todas as construções envolvidas na propriedade rural.

Reflita

Imagine que você foi contratado para a fase de execução da obra e não lhe ofereceram o memorial descritivo dela. Todos os detalhes planejados pelo engenheiro estariam nas plantas, mas e os outros detalhes sobre o traço do concreto e tudo mais? Está aí a necessidade do memorial descritivo, pois as plantas ilustram a distribuição dos cômodos, dimensões, detalhes, entretanto os outros detalhes necessários para o desenvolvimento são contemplados no documento do memorial descritivo. Só assim é possível finalizar a obra como esperado e projetado inicialmente.

As plantas são utilizadas para representar esquematicamente a futura construção por meio de uma série de plantas. Para cada tipo de planta é utilizada determinada escala, que diminui proporcionalmente as dimensões da obra para representá-la no papel.

Ao se empregar uma escala 1:100, por exemplo, isso significa que cada 100 cm reais serão representados por 1 cm no papel. Todas as medidas deverão ser colocadas na planta adotando-se a mesma escala para não haver distorções. Com o objetivo de facilitar a execução das plantas, é utilizado um equipamento conhecido como escalímetro. Os escalímetros são réguas numeradas segundo algumas escalas básicas, auxiliando mensurar as medidas diretamente do projeto, sem necessidade de fazer algum cálculo.

Exemplificando

As escalas são apresentadas em planta baixa e mapas para que o leitor do mapa tenha conhecimento das reais dimensões da construção ou das distâncias.

No caso da Figura 4.6 é possível observar que a escala do mapa é de 1:25000, ou seja, para cada 1 cm apresentado no mapa representam 25000 cm na realidade, ou 250 m. Os tracejados abaixo representa uma régua na qual cada segmento equivale a 1cm no mapa, que na realidade são 250 m.

Figura 4.6 | Exemplo de uma escala em um mapa

Fonte: <http://www.processamentodigital.com.br/wp-content/uploads/2015/07/06_Escala_1_25_000.png>. Acesso em: 22 set. 2017.

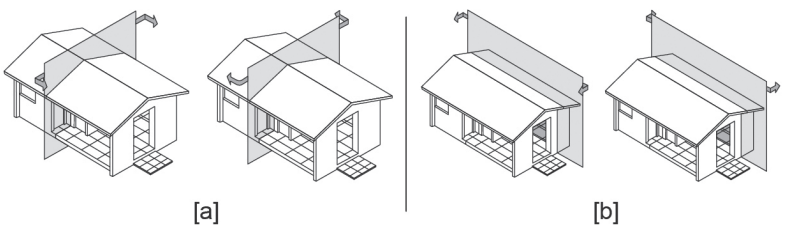
As plantas devem apresentar a maior quantidade de detalhamento possível, de tal maneira que seja possível a interpretação rápida por qualquer indivíduo que a manuseie. Normalmente, as plantas trazem indicadas as dimensões básicas da obra. Em projetos completos, é importante utilizar no mínimo três plantas: a planta propriamente dita; cortes; e fachadas.

Na planta propriamente dita, são desenhadas vistas em plantas de cada pavimento da obra. Normalmente utiliza-se a escala 1:100 e procura-se representar os seguintes aspectos: posição das paredes; posição e dimensão das portas e janelas; recuos da obra com relação às divisas, denominação e dimensão das peças utilizadas (por exemplo: bacia sanitária, lavatórios, dormitório etc.) e posições que serão representadas em corte.

A planta de representação corresponde às vistas que se tem do alto, como se cortasse "horizontalmente" a obra e se retirasse a tampa.

Os cortes são feitos aos pares por construção e são no mínimo dois. Normalmente, é feito um corte longitudinal (no sentido da frente da construção para os fundos) e o outro corte é feito transversalmente (atravessa as duas laterais da construção). Na Figura 4.7 é possível observar os cortes AA na transversal e BB na longitudinal.

Figura 4.7 | Apresentação dos cortes transversais (a) e cortes longitudinais (b)



Fonte: (a) <http://2.bp.blogspot.com/-EyPaLdaj39w/UyH7ro_ExWI/AAAAAAAAAGo/MfaMiqdiRnY/s1600/transversal.png>; (b) <http://3.bp.blogspot.com/-7Q-ToaiysWo/UyIB1OqKrII/AAAAAAAAAHI/pMaV4gPC9ow/s1600/longitudinal.png>. Acesso em: 27 jul. 2017.

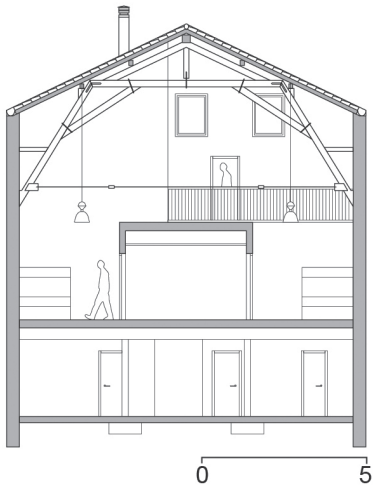
A escala mais usada nos cortes é a 1:50, ou mesmo a 1:100. Um detalhe importante é que as partes da obra representadas no corte devem ao menos conter uma vez o banheiro e a cozinha, no caso das plantas residenciais.

Nos cortes, são representados os seguintes itens: paredes, onde

foi realizado o corte; as portas e janelas, com suas medidas; a laje; a forma cortada do telhado; o alicerce; e os revestimentos dos cômodos, cozinha, banheiro, etc.

No corte, as representações correspondem à vista que se tem ao se cortar verticalmente a obra nos cortes AA (transversal) e BB (longitudinal) (Figura 4.8).

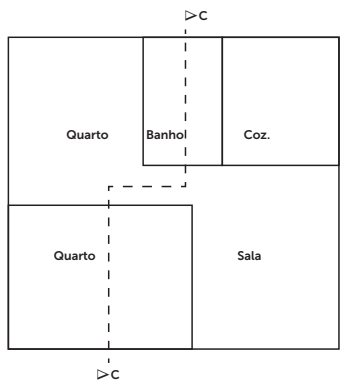
Figura 4.8 | Apresentação do corte vertical (BB)



Fonte: <http://images.adsttc.com/media/images/5316/78a0/c07a/800f/b300/0090/slideshow/Secciones-BB.jpg?1393981588>. Acesso em: 27 jul. 2017.

Os cortes são necessariamente retilíneos e podem ser quebrados segundo o que o projetista queira detalhar (Figura 4.9).

Figura 4.9 | Apresentação do corte não retilíneo vertical (CC)



Fonte: Rocha et al. (1982, p. 80).

O orçamento é uma estimativa do custo global da obra; sendo assim, ele possibilita quantificar os insumos, mão de obra, equipamentos, serviços e os seus respectivos custos (a compra ou aluguel dos equipamentos, por exemplo, bem como o tempo de duração de cada um).

O orçamento pode ser considerado como um processo para a construção ou como produto. Ele pode ser considerado como processo quando o objetivo é definir metas empresariais em termos de custo, faturamento e desempenho, assim a empresa participará tanto da elaboração do projeto como da realização de todo o corpo gerencial da empresa. Nesse processo orçamentário, é possível efetuar as projeções futuras dos balancetes mensais, permitindo elaborar o balanço projetado do exercício.

Já ao tratá-lo como produto, o orçamento tem como objetivo a definição dos custos e, assim, o preço de algum produto da empresa (realização de algum serviço ou construção de um bem), como estamos tratando de construções rurais, seria a própria construção de uma granja ou uma estufa. Ainda sobre o orçamento de produto, ele é válido para a elaboração de projetos, de orçamentos, de laudos técnicos, serviços/mão de obra, da construção, de canteiros de obra e até de obras complementares. Podem ser utilizados dois procedimentos básicos: por avaliação e estimativa e por composição de custos unitários.

I) Projeto: compreende as fases de concepção, consolidação e desenvolvimento.

II) Documentos de projeto: leva em consideração termos de referência, estudo preliminar, anteprojeto, projeto básico, estudo de viabilidade, projeto legal (realização do projeto contendo informações legais necessárias para aprovação e registro nos órgãos públicos de fiscalização), projeto executivo (projeto com todas as informações necessárias para sua execução), detalhamento do projeto (definição dos elementos construtivos que serão utilizados na construção), projetos complementares, especificação técnica, memorial descritivo, caderno de encargos, orçamento (documento que estabelece custos e preços), relatório de impacto ambiental (RIMA).

III) Composição de custos unitários: parâmetro de orçamento é

o serviço, então o custo de serviço é dividido em um projeto e é composto segundo a quantificação e os custos da mão de obra, dos insumos, dos equipamentos e dos encargos sociais para a execução.

$$CD = \sum \left(MO + MT + EQ + ES \right)$$

Onde: CD é o custo unitário, MO é o valor da mão de obra, MT é o valor dos insumos, EQ é o valor dos equipamentos e ES refere-se aos encargos sociais incidentes sobre a mão de obra.

No valor do custo unitário (CU) de mão de obra (MO) deve-se levar em consideração a produtividade do trabalhador e o custo a ser pago pela mão de obra:

$$CU\left(MO \right) = \rho \times pu$$

Onde: ρ é a produtividade e pu é o valor a ser pago.

A produtividade é calculada pela quantidade de serviço em relação ao tempo gasto, ou seja:

$$\rho = \frac{quantidade_serviço}{tempo}$$

Onde: ρ é a produtividade do trabalhador, quantidade_serviço é o serviço que o trabalhador vai prestar (seja a construção de um muro ou uma obra completa, por exemplo) e tempo é o tempo gasto para cumprir determinada tarefa (unidade por ser adotada em minutos, horas, dias, meses e até anos).

E o custo total (CT) é calculado pelo custo unitário (CU) multiplicado pela quantidade de serviço a ser realizado

$$CT\left(MO \right) = CU\left(MO \right) \times S$$

Onde: S é a quantidade de serviço a ser realizado.

Há também que se considerar a composição do preço unitário dos equipamentos, que se divide em:

I) pequenos equipamentos ou ferramentas: serras, plainas, martelo, entre outros, que não participam do custo unitário, mas como custo indireto de obra por serem repostos com frequência maior.

II) máquinas operatrizes: pode-se citar como exemplo o uso de tornos, fresas e máquinas de solda topo.

III) equipamentos de transporte: pode-se citar como exemplo os caminhões, tratores, guindastes, motoniveladoras, gruas, entre outros.

Assimile

O projeto de uma construção rural está estruturado em três pilares principais:

- Memorial descritivo, o qual engloba todo o detalhamento da obra em função de materiais e especificações.

- Plantas que representam a construção de maneira gráfica para facilitar a compreensão e o dimensionamento da construção rural.

- Orçamento que detalha a fase da obraa, materiais e mão de obra utilizados, unidade de medida, quantidade de materiais e insumos, custo unitário, parcial e total, que é a soma de todos os custos.

Estamos finalizando a seção, então vamos nos aprofundar no conteúdo? Utilize os textos recomendados a seguir para aprofundar seus conhecimentos.

Pesquise mais

Cada projeto e literatura apresenta de diferentes formas a elaboração do memorial descritivo, representação do projeto em plantas e cortes (1) e a composição do orçamento (2). Sendo assim, leia com atenção os materiais para auxiliar no desenvolvimento do projeto de construção rural.

(1) FERREIRA, R. C.; FALEIRO, H. T.; SOUZA, R. F. **Desenho técnico**. Goiânia, mar. 2008. Apostila de circulação interna da Escola de Agronomia e Eng. de Alimentos. Disponível em: <https://portais.ufg.br/up/68/o/Apostila_desenho.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2017.

(2) AVILA, A. V.; LIBRELOTTO, L. I.; LOPES, O. C. **Orçamento de obras**: construção civil. Florianópolis, 2003. Disponível em: <http://pet.ecv.ufsc.br/arquivos/apoio-didatico/ECV5307-%20Or%C3%A7amento.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2017.

Sem medo de errar

Considerando a presente situação-problema para a criação de frango de corte, vamos considerar o questionamento sobre o memorial

descritivo. Nesse sentido, para um aviário de frangos de corte hipotético localizado no interior do Estado de São Paulo teremos:

- Descrição do local.

- Contratação de serviços técnicos para averiguar o terreno na parte topográfica e geotécnica da região.

- Realização de construções provisórias para os trabalhadores (muitas dessas propriedades já possuem construções simples).

- Contratação do maquinário para limpeza e nivelamento do terreno – inclui trator, caminhão e perfuratrizes.

- Ferramentas necessárias (normalmente o mestre de obra já as possui e, se houver necessidade de algumas delas, ele entrará em contato). Os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) serão fornecidos pelo dono da obra.

- No momento da construção de alvenaria, é necessária a montagem das fôrmas (madeira) e a contratação de caminhão com o concreto usinado (dependendo da quantidade e porte da obra); além disso, a equipe precisa estar lá para a realização do serviço de maneira rápida e eficaz. Assim poderá ser realizada toda a obra de fundação e baldrame, e posteriormente os pilares e vigas.

- Realização do projeto hidrossanitário e elétrico.

- De acordo com o clima da região e a capacidade da instalação para alojar os frangos, é possível prever o sistema de ventilação com exaustores, nebulizadores, painéis de resfriamento evaporativo, bem como o sistema de aquecimento para as aves pequenas.

- Todo o projeto das obras complementares, como a casa de caixa d'água, composteira, silo para armazenamento de ração, casa dos funcionários, do administrador e do proprietário. No caso de frangos de corte, ou os próprios proprietários realizam o serviço e contam com o apoio de funcionários, ou eles moram próximos à propriedade agrícola e possuem maior número de trabalhadores instalados no local.

- Honorários dos trabalhadores: pedreiros, mestre de obras, técnicos, engenheiro, entre outros.

As plantas necessárias para a apresentação do projeto de maneira clara e detalhada são:

- Planta da instalação para frangos: planta baixa, corte transversal e corte longitudinal.

- Plantas das casas do proprietário e dos trabalhadores: planta baixa, corte transversal e corte longitudinal.

- Plantas das construções complementares: planta baixa, corte transversal e corte longitudinal.

Por fim, o orçamento da obra por inteiro, no qual deverá constar gastos relacionados com honorários do engenheiro/técnico que desenvolverá o projeto; documentação necessária para viabilidade e autorização pelos órgãos responsáveis; material para a obra, instalação elétrica e instalação hidrossanitária; mão de obra; equipamentos comprados para a obra; equipamentos alugados para a obra; equipamentos instalados na granja; equipamentos para alimentação dos animais (bebedouros e comedouros); silos; custos unitários e custos totais, entre outros.

Avançando na prática

Orçamento: produtividade dos funcionários

Descrição da situação-problema

Você, profissional da área agrícola, foi requisitado para realizar a construção de um galpão, em caráter de urgência, para alojamento de suínos na fase de crescimento e final de produção localizado no sul do Estado de Minas Gerais. Uma das tarefas colocadas sob sua responsabilidade é a contratação de dois pedreiros. Para isso, você divulgou as duas vagas para profissionais do ramo de construção e, após 10 dias, você possuía os melhores cinco currículos indicados para a vaga. Dentre eles, o perfil dos candidatos era semelhante, porém o tempo que eles levavam para a realização da obra por unidade de área (m^2) era o que diferenciava um do outro. São eles:

Candidato 1 – obra de 200 m^2 em 0,5 ano.

Candidato 2 – obra de 300 m^2 em 13 meses.

Candidato 3 – obra de 100 m^2 em 1 ano.

Candidato 4 – obra de 1200 m^2 em 9 meses.

Candidato 5 – obra de 1500 m^2 em 0,6 ano.

Dos cinco candidatos apresentados, como escolher dois em virtude da sua produtividade?

Resolução da situação-problema

Em relação aos candidatos apresentados, precisamos, então, calcular a produtividade para ver quais deles conseguiram realizar mais atividade, ou seja, mais área construída em um menor período de tempo. Para isso, é importante que se calcule a produtividade de cada candidato contendo as mesmas unidades de medidas para conseguir comparar de maneira adequada.

Assim, o cálculo da produtividade de cada candidato é feita dividindo a área construída pelo tempo, nesse caso, vamos adotar $\frac{m^2}{meses}$, e teremos:

Candidato 1 – obra de 200 m^2 em 0,5 ano = $\rho = \frac{m^2}{meses} = \frac{200}{6} = 33,33 m^2 / mês$

Candidato 2 – obra de 300 m^2 em 13 meses = $\rho = \frac{m^2}{meses} = \frac{300}{13} = 23,08 m^2 / mês$

Candidato 3 – obra de 100 m^2 em 1 ano = $\rho = \frac{m^2}{meses} = \frac{100}{12} = 8,33 m^2 / mês$

Candidato 4 – obra de 1200 m^2 em 9 meses = $\rho = \frac{m^2}{meses} = \frac{1200}{9} = 133,33 m^2 / mês$

Candidato 5 – obra de 1500 m^2 em 0,6 ano = $\rho = \frac{m^2}{meses} = \frac{1500}{7,2} = 208,33 m^2 / mês$

Assim, os candidatos mais aptos para o cargo são o Candidato 4 e o Candidato 5 por possuírem maior produtividade em comparação aos demais.

Faça valer a pena

1. As plantas podem ser consideradas representações esquemáticas da futura construção. Para cada tipo de planta são utilizadas determinadas escalas que diminuem proporcionalmente as dimensões da obra para representá-la no papel. Se uma planta possui escala de 1:50, considere as seguintes afirmações:
I – Isso significa que cada 50 cm reais serão representados por 1 cm no papel.
II – Isso significa que cada 1 cm real, será representado por 50 cm no papel.

III – Isso significa que cada 50 m reais, serão representados por 1 cm no papel.
Dentre as afirmativas apresentadas sobre a escala de uma planta, escolha a alternativa que descreve corretamente quais delas são verdadeiras ou falsas.
a) I – verdadeira, II – falsa, III – falsa.
b) I – falsa, II – verdadeira, III – falsa.
c) I – falsa, II – verdadeira, III – verdadeira.
d) I – verdadeira, II – falsa, III – verdadeira.
e) I – verdadeira, II – verdadeira, III – verdadeira.

2. O orçamento é uma estimativa do custo _____ da obra; sendo assim, ele possibilita quantificar os insumos, mão de obra, equipamentos, serviços e os seus respectivos _____ (na compra ou aluguel dos equipamentos, por exemplo, bem como o tempo de duração de cada um. O orçamento pode ser considerado como _____ para a construção ou como _____.
Com base nos seus conhecimentos, escolha a alternativa que preenche as lacunas de maneira adequada.
a) parcial; ganho; processo; serviço.
b) global; ganho; linha; produto.
c) parcial; custos; linha; serviço.
d) global; custos; processo; produto.
e) individual; ganho; processo; produto.

3. O memorial descritivo deve ser desenvolvido com o objetivo de descrever e especificar, de maneira resumida, os principais itens constituintes da obra, como os materiais a serem utilizados, as normas a serem seguidas e os serviços a serem realizados.
Dentre as afirmativas sobre o memorial descritivo, escolha a correta.
a) O memorial deve compreender o lote das construções ao redor da obra que será realizada.
b) O responsável pelo desenvolvimento do projeto arquitetônico é o responsável técnico da execução da obra.
c) Os serviços preliminares correspondem aos serviços de levantamento topográfico.
d) Os trabalhos em terra relacionam questões de escavação para construção de aterros.
e) O projeto hidrossanitário contém todas as particularidades das questões elétricas como fios, caixa de força, conduítes, disjuntores, entre outros.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de Estruturas de Concreto. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

AVILA, A. V.; LIBRELOTTO, L. I.; LOPES, O. C. **Orçamento de obras**: construção civil. Florianópolis, 2003. Disponível em: <http://pet.ecv.ufsc.br/arquivos/apoio-didatico/ECV5307-%20Or%C3%A7amento.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2017.

BANHAZI, T. M. et al. **Identification of the risk factors for high airborne particle concentrations in broiler buildings using statistical modeling**. Biosystems Engeneering, v. 101, p. 100-110, 2008.

BUENO, L. G. F. **Avaliação da eficiência energética e do conforto térmico em instalações de frango de corte**. 2004. 100 p. Dissertação (Mestre em Engenharia Agrícola)–Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

BUFFINGTON, C. S.; COLLIER, R. I.; CANTON, G. H. Shade management system heat stress for dairy cows in hot, humid climates. **Transations of the ASAE**, v. 26, n. 6, p. 1.798 - 1802, 1981.

CHEVILLON, P. O bem-estar dos suínos durante o pré-abate e o atordoamento. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1, 2000, Concórdia. **Anais... Concórdia**: Embrapa Suínos e Aves, 2000. p. 152-168. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/index.php?ids=Sn6l70p1l&idl=&pg=0&tipo=8>. Acesso em: 12 mar. 2008.

COBB – VANTRESS INC. **Manual de manejo de frangos de corte**. 2012. 66 p. Disponível em: <http://wp.ufpel.edu.br/avicultura/files/2012/04/Cobb-Manual-Frango-Corte-BR.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2017.

DAMASCENO, F. A. et al. Avaliação do bem-estar de frangos de corte em dois galpões comerciais climatizados. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 1.031-1.038, 2010a.

_____. Concepções arquitetônicas das instalações utilizadas para a produção avícola visando o conforto térmico em climas tropicais e subtropicais. **Pubvet**, v. 4, n. 42, ed. 147, art. 991, 2010b.

ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. 2. ed. West Port: AVI Publishing, 1974. 325 p.

FERREIRA, R. C.; FALEIRO, H. T.; SOUZA, R. F. **Desenho técnico**. Goiânia, mar. 2008. Apostila de circulação interna da Escola de Agronomia e Eng. de Alimentos. Disponível em: <https://portais.ufg.br/up/68/o/Apostila_desenho.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2017.

GLOBALG.A.P. **Controls Point and Compliance Criteria**: Integrated Farm Assurance / Poultry. PY 5.4: 2011-2012, 2012. Disponível em: <http://www.ansense.com/chn/annc_pdf/201232173419.pdf>. Acesso em: 14 set. 2017.

HASLAM, S.; KESTIN, S. Comparing welfare in different systems. In: WEEKS, C. A.; BUTTERWORTH, A. (Ed.). **Measuring and auditing broiler welfare**. Wallingford: CABI Publishing CAB International, 2004. p. 183-195.

HYNST, J. et al. High fluxes but different patterns of nitrous oxide and carbon dioxide

emissions from soil in a cattle overwintering area. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 120, p. 269–279, 2007.

MEDEIROS, C. M. et al. Índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 9, n. 4, 2005.

MELUZZI, A.; SIRRI, F. Welfare of broiler chickens Ital. **Journal of Animal Science**, v. 8 (supl. 1), p. 161-173, 2009.

MEMORIAL descritivo. [201-]. Disponível em: <https://edificaacoes.files.wordpress.com/2012/01/modelo-memorial.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2017.

MENEZES, A. G.; NÃÃS, I. A.; BARACHO, M. S. 2010. Identification of critical points of thermal environment in broiler production. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 12, n. 1, p. 21-29, jan./mar. 2010. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-635X2010000100003>. Acesso em: 14 set. 2017.

NOVAIS, D. **Instalações rurais**. 2014. Disponível em: <http://www.ifcursos.com.br/sistema/admin/arquivos/13-35-34-apostilainstalacoesrurais.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2017.

PERDOMO, C. C. et al. Considerações sobre edificações para suínos. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE A PRODUÇÃO DE SUÍNOS, 4., Concórdia, 1985. **Anais... Concórdia**: EMBRAPA - CNPSA, 1985. Não paginado.

ROCHA, José L. Vasconcellos; ROCHA, Luiz Antonio Romano; ROCHA, Luis Alberto Romano. **Guia do técnico agropecuário**: construções e instalações rurais. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1982. 158 p.

SARTOR, V.; SOUZA, C.; TINOCO, I. F. F. **Informações básicas para projetos de construções rurais:** Instalação para suínos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, [2004]. Disponível em: <http://arquivo.ufv.br/dea/ambiagro/arquivos/suinos.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2017.

SILVA, I. O.; VIEIRA, F. Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: o caso da avicultura de corte brasileira. **Archivos de Zootecnia**, v. 59 (R), p. 113-131, 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/frederico_vieira/publication/292610360_ambiencia_animal_e_as_perdas_produtivas_no_manejo_pre-abate_o_caso_da_avicultura_de_corte_brasileira/links/56aff81f08ae8e37214d14bc/ambiencia-animal-e-as-perdas-produtivas-no-manejo-pre-abate-o-caso-da-avicultura-de-corte-brasileira.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2017.

SILVA, W. T. **Sistema automatizado para avaliação de exaustores em galpões climatizados**. 2016. Tese (Doutorado)–Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

TAO, X.; XIN, H. Acute synergistic effects of air temperature, humidity, and velocity on homeostasis of market-size broilers. **Transactions of the ASAE**, v. 46, n. 2, p. 491-497, 2003.

THOM, E.C. The discomfort index. **Weatherwise**, v. 12, n. 2, p. 57-60, 1959.

VASCONCELLOS, J. L. **Guia do técnico agropecuário**: construções e instalações rurais. Campinas: inst. Campineiro de Ens. Agrícola – ICEA, 1982. 158 p.

WATHES, C. M. et al. Is precision livestock farming an engineer's daydream or

nightmare, an animal's friend or foe, and a farmer's panacea or pitfall? **Computers and electronics in agriculture**, v. 64, n. 1, p. 2-10, 2008.

YAHAV, S. et al. Air velocity alters broiler performance under harsh environmental conditions. **Poultry Science**, v. 80, p. 724-726, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14432**: Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº02/ 2019. **Conceitos Básicos de segurança contra incêndio.** 2019. Disponível em: http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/ .Acesso em: 13 mar 2022.

KOMOCHENA, R. Porcos morrem queimados em incêndio em propriedade rural no Imbuial. **RMIX** 06 de outubro de 2021. Disponível em: https://www.riomaframix.com.br/policial/porcos-morrem-queimados-em-incendio-em-propriedade-rural-no-imbuial/ . Acesso em: 06 maio 2022.

MENEZES, C. C. C. Inspeção Predial em Empreendimentos Rurais Aplicabilidade da NBR 16747 Building Inspection in Rural Enterprises Applicability of NBR 16747.

PORTAL EXPRESSO. Incêndio em edificação rural é registrado em Agrolândia. 25 de abril de 2021. Disponível em: https://www.portalexpresso.com.br/noticia/incendio-em-edificacao-rural-e-registrado-em-agrolandia. Acesso em: 06 maio 2022.

Anotações

Anotações

Anotações

ISBN 978-85-522-0203-5