

# CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS E FUNCIONAIS DE ARMAZENS CONVENCIONAIS PARA CACAU NO SUL DA BAHIA

Rogério Serôdio\*  
Edson Pires do Prado\*

## RESUMO

*Na região Cacaueira Sul-baiana, tal como na maioria das regiões produtoras, o cacau é armazenado, após colheita, fermentação e secagem, por período normalmente curto (cerca de três meses na Bahia), em que fica exposto ao ataque de "mofos" e insetos, os quais encontram excelentes condições para o seu desenvolvimento em climas do tipo quente-úmido.*

*A conservação de cacau comercial produzido na Bahia e destinado à exportação, é feita em sacos de aniagem mantidos em armazéns convencionais com notórias deficiências construtivas, fitossanitárias e operacionais, causas de deterioração do produto armazenado. Essas causas são analisadas e medidas para o seu controle são referidas.*

*Os parâmetros característicos do clima da Região em referência são apresentados, quantificando, assim, as dificuldades apresentadas na conservação das amêndoas de cacau.*

*Nas seções seguintes são detalhados aspectos construtivos e funcionais a serem atendidos num armazém convencional, para melhor conservar cacau em amêndoa ensacado, fornecendo assim, elementos básicos para o seu projeto e funcionamento. Os pontos principais de tais aspectos são finalmente, listados, à guiza de conclusão.*

## SUMMARY

*In many cocoa producing regions, including Southern Bahia, the cocoa beans, after having been harvested, fermented and dried, are usually stored for a short period (about three months in Bahia). During this storage period conditions are often ideal for mould and insect growth, especially when the climate is hot and humid.*

*Bahian cocoa destined for exportation, is kept and delivered in jute sacks and stored in common depots. These buildings are usually deficient as far as structural, pest control and operational aspects are concerned. These aspects are reviewed in this paper and control measures are indicated.*

*The relevant climatic parameters of the Region are presented, showing the natural difficulties in keeping this product beyond a certain period of time.*

*Structural and operational aspects for the successful storage of sacked cocoa in a common dept are detailed. Design and operation measures are presented.*

## 1. INTRODUÇÃO

Só um produto de boa qualidade pode assegurar o total êxito do armazenamento e, assim, o justificar técnica e economicamente. Considera-se este o prin

(\*) CEPLAC - Centro de Pesquisas do Cacau, Divisão de Bioengenharia, Ilhêus, BA Projeto de Armazenamento de Cacau e Derivados.

cípio básico do armazenamento. O seu objetivo não é introduzir melhoria no produto armazenado, mas sim conservá-lo o melhor possível, com o menor dispêndio de capital.

Conservar um produto agrícola seco, por espaço de tempo superior a dois ou três meses, não é, porém, tarefa fácil, principalmente quando se está num clima quente-úmido e se trata de um produto de elevado valor econômico, como é o caso do cacau.

Na Região Cacaueira Sul-baiana, tal como na maioria das regiões produtoras, o cacau é armazenado, após colheita, quebra, fermentação e secagem por período normalmente curto (cerca de três meses na Bahia, segundo SILVA e BASTOS, 1977). Neste período o cacau fica exposto ao ataque de "mofos" e de insetos, os quais encontram, no clima da Região, ótimas condições de desenvolvimento. Tais problemas se multiplicam quando, eventualmente, há necessidade de armazenar este produto por um período que poderá chegar ou ultrapassar a um ano.

No ano agrícola de 1977/78, o Sul da Bahia produziu cerca de 249.000 t de cacau (95% da produção nacional), das quais 53% foram exportadas como cacau-amêndoa. A receita cambial proveniente da exportação de cacau e derivados produzidos nesta região foi de US\$830 milhões (La FLEUR et al, 1979). O cacau assim comercializado "fluiu" por uma rede de armazéns, desde as fazendas até os Portos de Ilhéus e de Salvador, passando, via de regra, pelas instalações dos intermediários, localizadas em cidades-chave do circuito de escoamento do produto.

Os armazéns existentes na Região não possuem uma orientação técnica especializada sobre os aspectos construtivos e funcionais mais convenientes a uma boa conservação do cacau comercial. Baseiam-se, fundamentalmente, na experiência regional e em princípios gerais de projeto e construção de armazéns. Usam materiais de construção correntes na construção civil regional.

Para assegurar o êxito do armazenamento, porém, terão de se resolver primeiro seus problemas biológicos e construtivos, problemas estes cuja solução depende, primordialmente, de:

- (i) a natureza do produto a ser armazenado
- (ii) o tempo de armazenamento requerido; e
- (iii) o clima da região.

Cabe ao micologista e ao entomologista, definirem o estado fitossanitário do produto à entrada do armazém e as melhores condições ambientes para um armazenamento eficiente.

Compete ao projetista, preparado em questões de armazenamento, e ao construtor, assegurarem o estabelecimento de tais condições nas unidades armazenadoras por eles construídas.

Na presente comunicação, não serão apresentados os aspectos construtivos e funcionais dos diferentes tipos de unidades armazenadoras usadas para o cacau em amêndoa. Tal como o próprio título indica, apresentar-se-ão os princípios básicos de projeto e os materiais de construção mais convenientes para o armazenamento dominante na Região Cacaueira Sul-baiana, o qual se designa por armazenamento convencional.

Por armazém convencional para cacau entende-se todo o edifício que apresenta técnicas de construção e de funcionamento comuns a qualquer armazém e cujo ambiente está em estreita dependência do clima local.

O estudo aqui apresentado baseia-se, fundamentalmente, em experiência acumulada (própria e bibliográfica) sobre armazenagem de produtos agrícolas secos, associada ao conhecimento do clima da Região e dos problemas biológicos e construtivos inerentes à conservação do cacau em amêndoas. (\*) Pode-se dizer, ainda, que tal estudo é expressão da fase preliminar do desenvolvimento de um projeto abrangente de pesquisa sobre armazenamento de cacau e derivados, em execução no Centro de Pesquisas do Cacau da CEPLAC.

---

(\*) O presente estudo foi estruturado com base no trabalho de RANSON (1960).

Muito embora o presente trabalho enfoque problemas construtivos e funcionais de armazenamento de cacau em amêndoa na Região produtora do sul da Bahia, os princípios básicos que apresenta são extensivos ao armazenamento convencional de cacau noutras regiões e à maioria dos produtos agrícolas secos, em climas do tipo quente-úmido.

## 2. CAUSAS DA DETERIORAÇÃO DO CACAU ARMazenADO E SEU CONTROLE

O cacau em amêndoa armazenado nas regiões produtoras, mesmo por períodos de cerca de três meses, deteriora-se com frequência, devido, principalmente, ao ataque do "mofos" e de insetos. Seres maiores, como roedores, provocam também danos e quebras.

A deterioração pode ser reduzida ou evitada através de:

- Apetrechamento da instalação contra o ataque de insetos e roedores
- Manutenção de um bom nível de higiene e de conservação da construção
- Extermínio de pragas por fumigação, pelo uso de inseticidas de contato por asfixia e pelo emprego de depredadores de tais pragas
- Controle da umidade; e
- Controle da temperatura.

Apresenta-se, a seguir, o modo como estes agentes de deterioração podem afetar o cacau armazenado e quais as medidas básicas para o seu controle.

### a) Apetrechamento do Armazém contra Insetos e Roedores

Insetos, ratos, ratazanas e outros animais penetram e se alojam nos armazéns para se alimentarem e procriarem, provocando quebras quantitativas e qualitativas, estas por contaminação ou conspurcação do produto; em geral, provocam também prejuízos por danificação de sacos (caso dos roedores, para alcançarem o produto ou fazerem seus ninhos).

A penetração e alojamento destes animais no armazém pode ser controlada, até certo ponto, por cuidadoso projeto e construção do edifício e, no caso dos roedores, pelo uso adequado de iscas e raticidas.

### b) Medidas de Higiene e de Conservação do Edifício

As pragas e doenças do cacau armazenado alojam-se e proliferam nos resíduos e sujeiras mantidos no interior do armazém, constituindo verdadeiros focos de infestação do produto. Fendas, perfurações e outras deficiências do edifício, fruto de uma má construção ou de uma descuidada conservação, constituem outros tantos possíveis locais de alojamento de pragas e doenças, definindo, assim, focos de ataque, efetivos ou potenciais.

Assim, a manutenção das necessárias medidas de higiene e de cuidados de conservação da construção irão evitar ou reduzir os perigos de deterioração do cacau armazenado.

### c) Controle de Insetos Nocivos

Os insetos adultos, as suas larvas e, até certo ponto, os respectivos ovos podem ser destruídos por qualquer um dos seguintes meios: fumigação; aplicação de inseticidas de contato; asfixia em ambiente hermético; e emprego de parasitas e depredadores de tais insetos. Os fumigantes mais usados são hidrocarbonetos halogenados, como o brometo de metila e o tetracloreto de carbono. No Brasil presentemente, o cacau-amêndoa exportado para o estrangeiro é fumigado com o "Phostoxin", gerador de fosfina, princípio ativo de ação inseticida. O malation, a piretrina em solução oleosa, o lindane em pó e o DDT são inseticidas comuns de contato. As pragas do cacau são frequentemente controladas por inseticidas à base de piretrina, pura ou misturada com butóxido de piperonila, sob a forma de pulverização ou nebulização.

### d) Controle da Umidade

Os "mofos" são o principal problema do cacau armazenado em condições convencionais no Sul da Bahia. A sua atividade depende, sobretudo, de uma elevada umidade relativa ambiente. Para umidades relativas inferiores a 70%, os "mofo

fos" se desenvolvem muito lentamente, mas entre 80 a 90% de umidade relativa, o desenvolvimento é rápido.

O teor de umidade do produto é, porém, o parâmetro mais importante para definir a intensidade de ataque de "mofos." A deterioração do cacau bem seco mesmo quando armazenado em ambiente com elevada umidade relativa, pode ser demorada, devido à lentidão com que a água é absorvida pelo produto, até atingir o teor de umidade que permite o desenvolvimento de "mofos", particularmente no centro de uma grande pilha de cacau ensacado. No entanto, umidades relativas elevadas devem ser evitadas, pois uma pequena queda de temperatura provoca a condensação de umidade, seguido de intenso ataque de "mofo." Problema similar ocorre quando se verifica um aquecimento localizado, ou não, da massa do produto, quer devido a um ataque de insetos, quer as deficiências da construção que permitem a entrada fácil de calor, com as conseqüentes migrações e condensações de umidade.

Umidades muito baixas também devem ser evitadas pois determinam uma queda em peso (desnecessária para uma boa conservação) e, conseqüentemente, um menor valor do produto, tornando-o, por outro lado, mais quebradiço.

O controle de umidade em armazém não é fácil, mas através de um conveniente isolamento térmico da construção e de uma bem dosada ventilação (natural ou forçada) poder-se-ão alcançar níveis de umidade ambiente mais seguros do que os atuais. Numa outra linha de atuação, poder-se-á procurar subtrair o produto seco do contato direto com o ar úmido ambiente, por meio de técnicas simples e apropriadas.

#### e) Controle da Temperatura

As condições ótimas para o desenvolvimento de insetos e microorganismos variam, consideravelmente, de espécie para espécie. Dentro de certos limites, porém, a sua atividade é estimulada por uma elevação da temperatura. Em climas quentes as temperaturas usuais do ar ambiente (22 a 35°C), incluem-se, geralmente entre os limites que levam à máxima atividade biológica. Se as temperaturas são aumentadas ou diminuídas suficientemente, a atividade é então reduzida, mesmo sem se verificar a morte de tais seres.

Na prática, o controle deve ser feito por abaixamento de temperatura e não por aquecimento, porque: (i) a elevação da temperatura para níveis que assegurem uma redução ou inibição do desenvolvimento das pragas e doenças, causa desconforto ou mesmo doença aos que trabalham no armazém; (ii) se a temperatura é elevada, mas não o suficiente, a atividade dos organismos nocivos será aumentada em vez de diminuída; e (iii) a qualidade do cacau pode ser adversamente afetada, quando submetido a temperaturas elevadas por longos períodos, pois podem alterar o sabor e aroma do chocolate dele proveniente.

Tal como foi referido no controle de umidade, é desejável reduzir as amplitudes térmicas no armazém, de modo a diminuir as probabilidades de migrações de umidade, com todos os seus inconvenientes. O controle da temperatura, com vista à redução do ataque de insetos, é, porém, de interesse limitado ou nulo no caso de armazéns convencionais em clima quente-úmido; apenas, sistemas mais sofisticados de resfriamento ou arrefecimento do ambiente podem determinar tal efeito.

### 3. ASPECTOS DO CLIMA REGIONAL

O bom projeto de um armazém convencional para cacau, como foi visto, depende, essencialmente, de requisitos micológicos ("mofos") e entomológicos. Será, portanto, influenciado pelo clima da região onde vai ser construído.

A temperatura e a umidade relativa do ar são parâmetros climatológicos básicos para o estudo e projeto desse tipo de armazém, como se depreende da Seção anterior. Para uma melhor percepção dos problemas de umidades nas suas relações com o edifício, o ambiente e o produto, o parâmetro precipitação é também incluído no Quadro 1, o qual mostra os valores médios mensais obtidos no Centro de Pesquisas do Cacau, no período de 1965 a 1978 e em 1978, para estes três fatores do clima.

QUADRO 1 - Temperatura, Umidade Relativa e Precipitação de Posto Climatológico do CEPEC (Ilhéus, BA) no Período 1965-1978 e em 1978

Mês	Temperatura Média T (°C)		Umidade Relativa Média (%)		Precipitação Média (mm)	
	Média 1965/1978	1978	Média de 1965/1978	1978	Média de 1965/1978	1978
Jan	24,7	24,7	83	88	150,2	253,7
Fev	24,8	24,5	84	88	151,8	203,7
Março	24,8	24,5	84	88	160,9	279,3
Abril	24,4	24,1	85	87	139,9	242,2
Mai	23,0	23,3	85	88	102,9	112,4
Junho	22,0	21,8	87	89	137,1	107,9
Julho	21,0	21,9	86	89	171,5	235,5
Agosto	21,1	21,0	85	86	93,0	148,7
Set.	22,0	21,8	84	84	118,1	108,2
Out.	23,0	23,2	84	84	141,1	119,6
Nov.	24,0	23,7	84	85	137,9	92,2
Dez.	24,5	24,3	83	85	176,9	103,7
ANO	23,3	23,2	84	87	1531,9	2006,7

Os "mofos" encontram, neste clima, condições ótimas para o seu desenvolvimento, todos os meses do ano, pois a umidade relativa do ar apresenta valores sempre superiores a 80%, naturalmente relacionados com chuvas distribuídas ao longo do ano e associados a temperaturas que, não sendo muito elevadas, estão longe de serem limitantes para o desenvolvimento daqueles fungos.

A construção de armazéns que aquecem o ambiente nas horas de maior radiação, prática corrente na Região Sul-baiana, determinará, obviamente, uma umidade relativa ambiente menor do que a exterior, mas terá os inconvenientes citados na Seção anterior. No caso dos insetos, tal aquecimento irá determinar, muito provavelmente, uma redução do seu ciclo biológico, logo o aumento da sua capacidade de multiplicação.

#### 4. ASPECTOS DE PROJETO

As bases para projetos de armazéns, que aqui são apresentadas, foram formuladas tendo em vista o controle das referidas causas da deterioração do cacau armazenado.

O valor do produto e o tempo de armazenamento determinam o ponto até onde na prática, essas bases deverão ser seguidas ou mesmo quando se deverão adotar soluções mais complexas, fora do âmbito do presente trabalho.

##### 4.1. Construção do Armazém Contra Insetos e Roedores

O armazém a ser projetado e construído ou remodelado, deverá ser de concepção simples e com superfícies internas lisas, sem proeminências.

Todos os cantos (encontro entre paredes e entre estas e o piso) deverão ser boleados, com um raio mínimo de 3 cm, de modo a permitir uma fácil e eficiente limpeza (Figura 1).

Insetos e roedores alojam-se facilmente em fendas (Figura 2), rachaduras e buracos, os quais deverão ser evitados por uma boa construção e uma cuidadosa conservação do edifício.



FIGURA 1 - Detalhe de acabamento de cantos em armazém de cacau. Note-se bo leado dos cantos verticais, apenas.

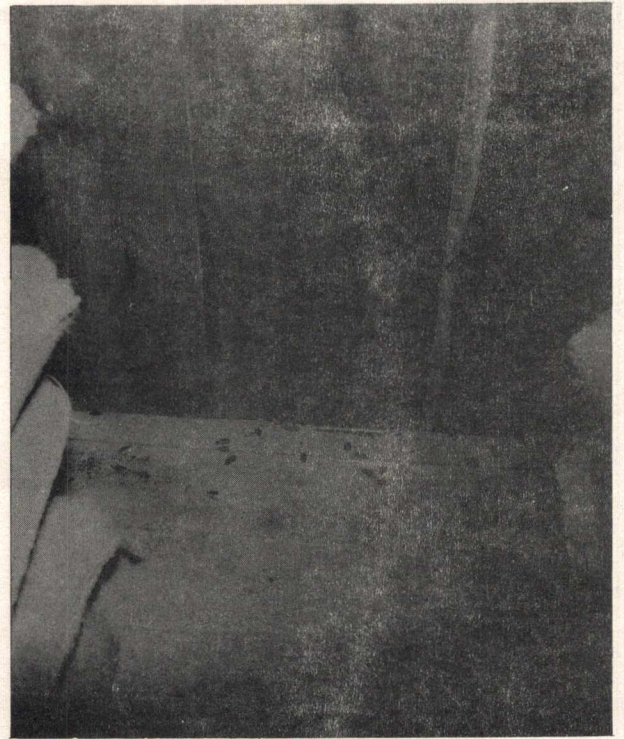


FIGURA 2 - Fendas entre tâbuas de revestimento de paredes e piso de um armazém de cacau, propícios a a cumulação de lixo e ao alojamen to de insetos.

As portas e janelas deverão ser reduzidas ao mínimo (em número e em área) compatível com a operacionalidade e a funcionalidade do armazém, a fim de se reduzir a probabilidade de penetração de pragas no seu interior. As juntas das portas e janelas deverão ser construídas com material resistente (por exemplo, juntas de cobre), de modo a assegurar um ajuste perfeito e duradouro e, quando fechadas, não permitirem a entrada de quaisquer animais. Na medida do possível, as portas deverão fechar-se por si ou possuir dispositivo que iniba os insetos e roedores de transporem o seu limiar.

As janelas e quaisquer outras aberturas das paredes não deverão ter peitoril para o lado interior, ou, caso exista, deverá ser o mais inclinado possível (em bisel ou chanfro) de modo a evitar a acumulação de poeira e lixo (Figura 3) Tendo em vista a proteção contra a entrada de insetos, estas aberturas terão de ser revestidas com tela de malha fina, pelo lado exterior.

Visando, em particular, opôr-se ao acesso de roedores, os peitoris das janelas deverão avançar para o lado de fora do edifício, cerca de 10 cm ou ter uma proteção de folha metálica lisa do lado exterior, abaixo das mesmas, de modo a evitar o trepar e a entrada destas mamíferos no armazém.

Deverá evitar-se que uma estrutura de cobertura complexa, como tesouras e vigas, fique exposta ao ambiente interior do armazém, pois determinará o abrigo fácil dos agentes de deterioração do produto armazenado, sendo, geralmente, de difícil acesso para limpeza (Figura 4). A construção de um forro uniforme e resistente, bem rematado no seu encontro com as paredes, será solução ideal para atender a este aspecto, e a outros que a seguir serão referidos.

A construção de armazéns que possam ser facilmente selados para fumigação é de relevante interesse, pois permitirá um bom controle de insetos e roedores. Isto se consegue quando as paredes e a cobertura são construídas com materiais sólidos e contínuos como, por exemplo, armazém com paredes de alvenaria de tijolo e forro em laje pré-moldada, ou outro, apetrechadas com portas e janelas vedando

bem. Coberturas de telha cerâmica, metálica ou de fibrocimento, sem forro, paredes em chapa ondulada ou com aberturas permanentes, não permitirão a retenção do fumigante, além de que facilitam a reinfestação do produto, dada à quantidade de frinchas que apresentam.

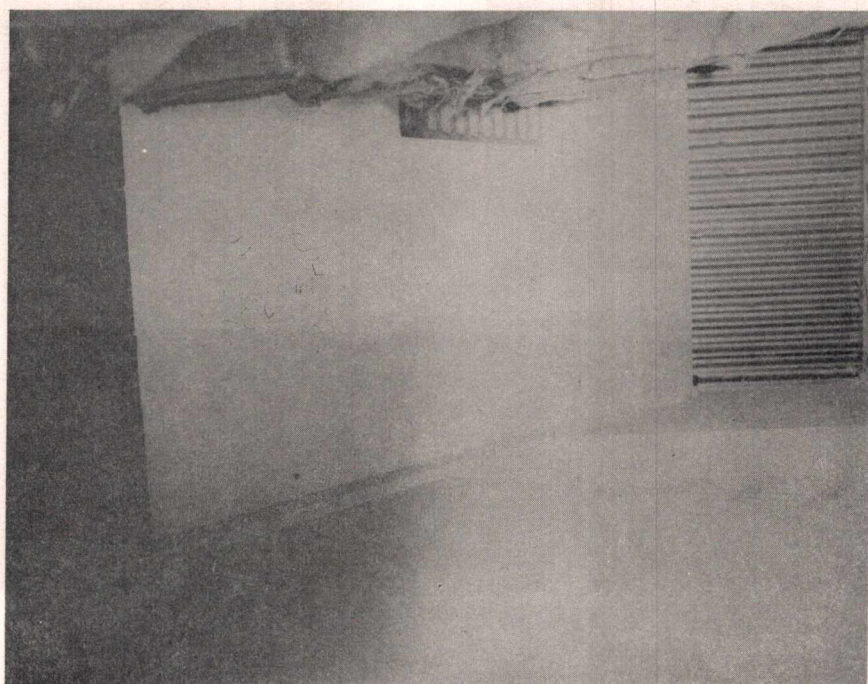


FIGURA 3 - Pormenor de interior de armazém de cacau mostrando diversas superfícies horizontais, acumuladoras de poeira, insetos e microorganismos.

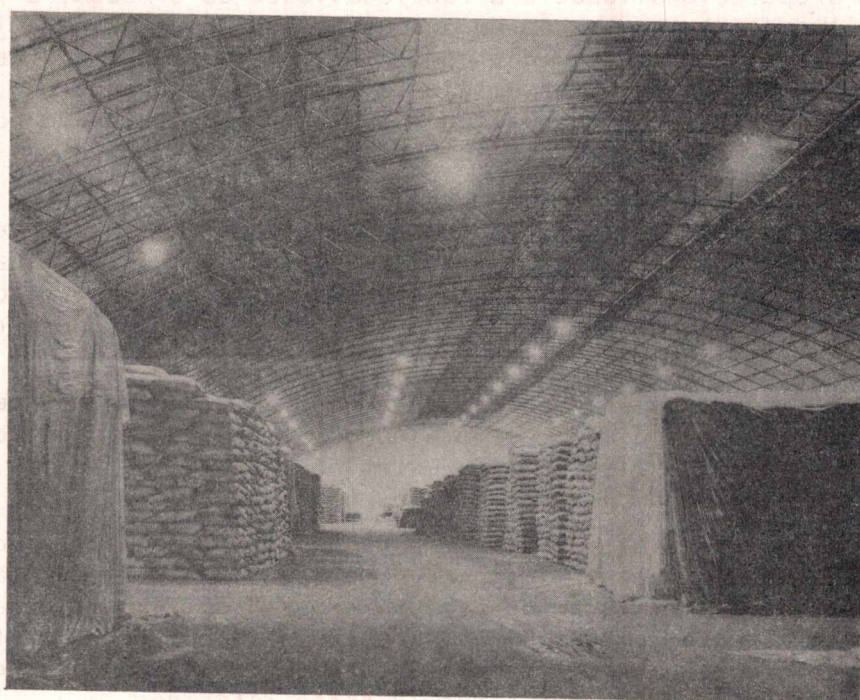


FIGURA 4 - Interior de armazém portuário de cacau. Note-se a profusão de elementos da estrutura de cobertura, praticamente inacessíveis a aplicação de medidas higiênicas e profiláticas.

Pelas mesmas razões, quaisquer aberturas de ventilação deverão ser passíveis de controle e fechamento perfeitos.

Ainda dentro das medidas construtivas contra o ataque de roedores, terá de se evitar a entrada destes mamíferos no armazém, através de qualquer tubagem, canalizações ou esgotos, protegendo estes pontos vulneráveis por meio de ralos, sifões etc. Os materiais de construção utilizados deverão ser de comprovada resistência à ação de tais animais, e convenientemente aplicados. A existência de espaços inacessíveis à visita e limpeza, como os definidos por paredes duplas, por forro de cobertura ou paredes ou situados, sob o piso, exigem um cuidado especial no seu fechamento ou selagem. Deverão ser fechados com material resistente, como, por exemplo, argamassa de cimento e areia.

Um bom projeto de armazém deverá, pois, incluir sempre dispositivos contra o ataque de insetos e ratos.

#### 4.2. Métodos de Controle da Umidade

Todo e qualquer armazém, como unidade física constituída por materiais granulares e delimitando um ambiente, mantém no seu seio uma quantidade de água (sob a forma líquida ou de vapor), quer na construção propriamente dita, quer no ar ambiente.

Além do efeito deste teor de umidade sobre a integridade do produto, tal como mencionado, a umidade, em quantidade excessiva, será prejudicial à conservação da construção.

A umidade que os armazéns apresentam pode surgir por uma das seguintes maneiras:

##### a) Umidade Introduzida durante a Construção

Um metro cúbico de alvenaria de tijolo, recém construída, poderá ter até 150 litros de água; esta água poderá designar-se água de construção. A evaporação da água em excesso, até o equilíbrio higroscópico com o meio ambiente, será lenta e demorada, particularmente em climas úmidos. Enquanto esse excesso de água se mantiver, o ar no interior do edifício tenderá a ser mais úmido que o exterior; o valor K (condutibilidade térmica) dos elementos da construção com alto teor de umidade, será elevado, isto é, tais elementos terão um menor poder isolante térmico. A utilização de barreiras de vapor com um tipo comum de construção poderá retardar ainda mais o desejável equilíbrio higroscópico da construção.

A utilização de materiais pré-fabricados, como concreto pré-esforçado, placas de concreto celular, folhas metálicas, fibrocimento, madeira tratada etc., em equilíbrio higroscópico no momento da construção, será conseqüentemente, solução para este problema. Torna-se, pois, desejável o emprego cada vez maior de pré-fabricados apropriados à construção de armazéns convencionais.

##### b) Umidade que Entra do Exterior para o Armazém

A chuva penetra nas argamassas e nas alvenarias, fundamentalmente, por capilaridade, tanto mais quanto maior for a precipitação e menores as taxas de evaporação, tal como acontece na Região Cacaueira Sul-baiana. Pode-se atenuar ou evitar a penetração desta água pelo enriquecimento ou impermeabilidade das argamassas, pela construção de paredes duplas ou pelo revestimento das superfícies exteriores das paredes com material impermeável, como, por exemplo, folhas metálicas.

A chuva pode também penetrar através da cobertura do armazém, particularmente em telhados de pequena pendente, em regiões de chuvas "pesadas", acompanhadas de ventos fortes. Este risco pode ser reduzido pela adoção de cuidados especiais na sobreposição e fixação das telhas, pelo uso de arruelas duradouras e pela utilização de cumieiras de beiras onduladas. Em casos extremos, poder-se-á vedar as juntas das telhas com betume quente ou fitas colantes apropriadas. Obviamente, o emprego de técnicas que permitam diminuir o número de juntas da cobertura, será benéfico, do ponto de vista em questão.



Finalmente, a umidade do ar exterior entra no interior do armazém sempre que a pressão do vapor de água no exterior é mais elevado do que no interior. Esta penetração é tanto mais rápida quanto mais fácil forem as trocas de ar entre os dois ambientes, quer através de aberturas (a mais fácil), quer através dos próprios elementos da construção (desde que não estejam munidos de barreiras de vapor).

A umidade de um ambiente de um armazém pode ser removida por judiciosa ventilação, natural ou forçada, provocando a entrada de ar quando a sua umidade é inferior à desse ambiente. Isto pode ser conseguido pela abertura e fechamento de um sistema de ventilação controlada, manual (Figura 5) ou automaticamente, por meio da medição diferencial da umidade do ar, entre o interior e o exterior do armazém.

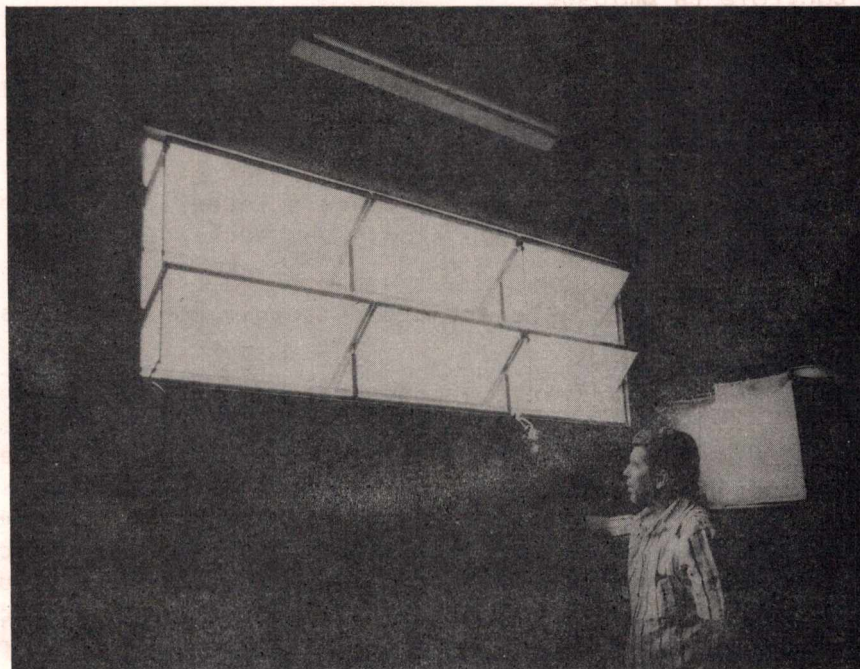


FIGURA 5 - Sistema de controle manual de ventilação em armazém de cacau.

A umidade num armazém para cacau também poderá ser removida por produtos químicos desumidificadores (sílica-gel, cloreto de cálcio e cloreto de lítio, entre os mais comuns) ou por refrigeração ambiente. Trata-se de métodos bastante sofisticados e onerosos. Para cacau-amêndoa tem-se conhecimento de um sistema auto-regenerador de sílica-gel montado por empresa especializada em armazém construído pelo Instituto de Cacau da Bahia, em Salvador, provavelmente em 1931, o qual parece não ter sido utilizado até o presente, por razões que, de momento, se desconhecem.

#### c) Umidade Condensada

A condensação de umidade, no interior de um armazém convencional, verifica-se quando a temperatura de qualquer superfície da construção, do equipamento ou do produto desce abaixo do ponto de orvalho do ar ambiente.

Tal como já referido, ao tratar-se das causas da deterioração do cacau armazenado, não é possível um bom controle da umidade sem um conveniente controle da temperatura, principalmente quando o clima local obriga a se trabalhar com valores elevados de umidade relativa. Qualquer arrefecimento noturno mais intenso,

pode determinar condensação na cobertura, paredes e pisos ou no produto armazenado.

A condensação poderá ser evitada, quer por conveniente proteção contra as variações da temperatura dessas superfícies, o que se obtém com um isolamento térmico mínimo (variável com o clima local), quer pela utilização de materiais quer pelas suas características termodinâmicas (elevada capacidade calorífica) e capacidade de absorção (caso típico da madeira), não determinem a acumulação e escoamento da água nas suas superfícies, quer, ainda, em caso particular, por ventilação ambiente ou através do produto.

#### 4.3. Métodos de Controle da Temperatura

A temperatura dentro de um armazém convencional pode ser parcialmente controlada, seguindo princípios de forma, de orientação e de localização relativamente a outras edificações.

Quanto à forma ideal para um armazém, do ponto de vista do controle da temperatura, deverá ser a de um sólido geométrico aproximando-se do cubo, pois, para um dado volume, esta é a forma que determina menor área de exposição ao ambiente exterior.

Na região em referência, o eixo maior do armazém deverá ser orientado no sentido Leste-Oeste, de modo a determinar a menor insolação possível nas suas paredes.

Por outro lado, o armazém deverá ter, sempre que possível, a sua maior dimensão (fachada lateral) perpendicular à direção dos ventos dominantes, não vindo fazer com esta um ângulo inferior a  $45^{\circ}$ .

Relativamente a outras edificações, o armazém deverá, na medida do possível, localizar-se de modo a não apenas ficar exposto aos ventos dominantes, como também ter espaço livre do lado oposto, que permita a formação de movimentos turbulentos do ar, fundamentais à criação de zonas de sub-pressão, determinantes de um bom arejamento.

A radiação solar em regiões quentes úmidas é, com frequência, difusa. Assim, os métodos de sombreamento direto são parcialmente efetivos. É, portanto importante que as superfícies ou paramentos exteriores das paredes sejam de cores claras ou reflexivas.

Concomitantemente, e de modo interrelacionado com a umidade relativa, a temperatura do ar, em armazéns convencionais, poderá ser controlada por ventilação (manual ou automática) através de conveniente utilização de aberturas de arejamento, não apenas na parte superior das paredes (janelas), como na inferior (aberturas específicas para ventilação) ou, da utilização de ventiladores mecânicos. A Figura 6 mostra um sistema de ventilação natural, não controlável, comum na Região Cacaueira Sul-baiana.

Toda a área envidraçada deverá ser reduzida a um mínimo e devidamente sombreada, pelo menos durante as horas de maior insolação. Pretende-se, assim, minimizar a penetração de calor radiante solar. Caso se justifique, poder-se-á usar vidraça dupla, como meio de aumentar a resistência térmica das janelas.

O isolamento térmico da envolvente do armazém, nomeadamente cobertura e paredes, é solução sempre interessante para o controle da sua temperatura ambiente. Valores maiores ou menores da condutância (K), a serem utilizados, estão dependendo de apropriado estudo técnico-econômico, para o qual não se tem ainda elementos informativos adaptados a esta Região.

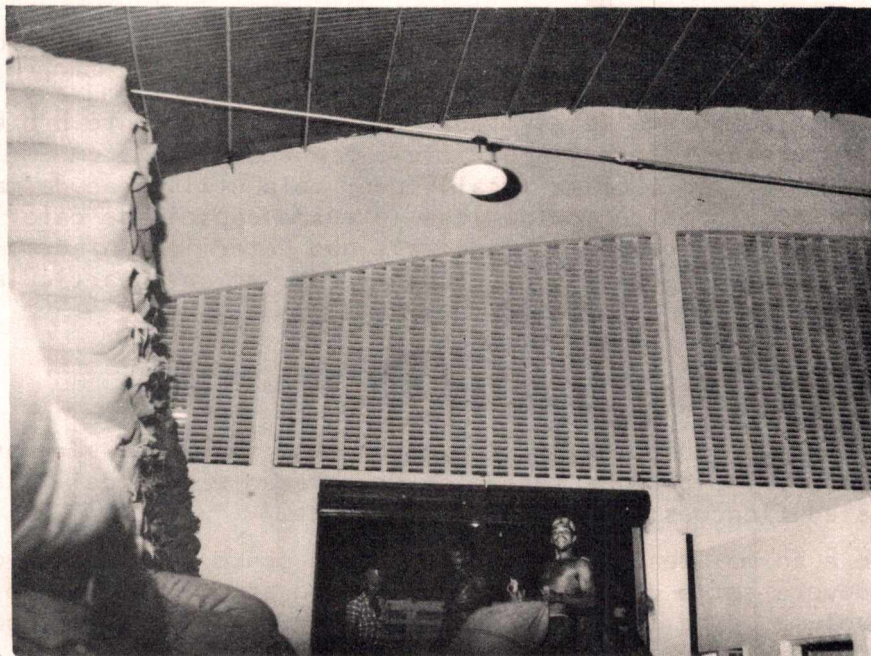


FIGURA 6. Sistema de ventilação natural, incontrolável, em armazem de cacau.

## 5. MATERIAIS E TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO

Apresentam-se, seguidamente, apenas os pontos mais relevantes no que concerne aos materiais e às técnicas de construção a serem usados para satisfazer os aspectos de projeto, expostos no ponto anterior.

### 5.1. Fundações

Deverá evitar-se, por razões óbvias, sua construção em áreas mal drenadas em relação às águas superficiais ou subterrâneas, em terrenos com argilas expansivas e em locais infestados por térmitas.

As fundações não devem ceder em nenhuma condição, pois a consequente abertura de fendas, por menores que sejam, representam uma notória deficiência para o armazém.

A parte superior das fundações deve ter acabamento impermeabilizante, de modo a evitar migração de umidade para as paredes.

### 5.2. Piso

De igual modo, não deverá o piso ceder às cargas estáticas e dinâmicas que terá de suportar. No caso de se usarem estrados para suporte de pilhas altas de sacos, a concentração da carga é notável. Por outro lado, as cargas dinâmicas podem ser bem elevadas quando no interior do armazém entram grandes caminhões ou empilhadoras automotrizes.

O piso deverá ser constituído por camada de concreto impermeabilizado com cerca de 10 cm de espessura, assentado sobre enrocamento e servindo de base à camada superficial de desgaste. Esta, de preferência, deverá ser formada por material hidrófugo como, por exemplo, asfalto frio. Entre as vantagens está a não necessidade de utilização de estrados para suporte das pilhas de sacos.

No conjunto, o piso deverá ser constituído de uma superfície lisa, sem juntas à vista.

### 5.3. Paredes

Os elementos de alvenaria e os materiais de assentamento e revestimento, das paredes, deverão ser cuidadosamente escolhidos, de modo a evitar-se a presença de sais solúveis, particularmente no caso de serem usados blocos de concreto.

A argamassa de assentamento deverá ter um traço entre 1:6 e 1:8 de cimento e areia (em volume), de preferência, enriquecida com um plastificante.

Os revestimentos, interior e exterior, com argamassa de traço idêntico à de assentamento da alvenaria, deverão oferecer uma barreira à penetração de água no estado líquido, mas não no estado de vapor, a fim de evitar condensações de umidade no seu interior, exceção feita no caso de um bom isolamento térmico, em que terá de existir um selo de vapor de ambos os lados do isolamento.

As superfícies interiores deverão ser simples e lisas, constituindo para mentos de um só plano, liberto de quaisquer proeminências como pilares, rodapés etc. Como já foi referidos, todos os cantos deverão ser boleados.

Um acabamento comum das superfícies interiores é a caiação, com todas as suas vantagens higiênicas e econômicas. Outro tipo de acabamento corrente é a pintura, solução mais duradoura, mas, devendo ser complementada com tratamentos pesticidas apropriadas e freqüentes.

O acabamento das superfícies exteriores das paredes deverá ser feito com cal ou tinta clara, de preferência branca, e com um número de mãos suficiente para dar o máximo de reflectividade às radiações térmicas.

#### 5.4. Cobertura

Num armazém convencional, a cobertura deverá apresentar as seguintes características técnicas:

- (i) Proteger o produto armazenado contra a infiltração de água das chuvas
- (ii) Minimizar as trocas de calor entre o interior e exterior do edifício
- (iii) Evitar a entrada e alojamento de insetos, microorganismos, roedores e aves
- (iv) Manutenção de um bom nível de higiene; e
- (v) Proteger as paredes laterais da radiação solar direta.

A utilização de chapas onduladas de fibrocimento ou de alumínio, no revestimento de coberturas inclinadas, determina uma excelente proteção contra as intempéries, desde que devidamente montadas.

As telhas de fibrocimento deverão ser instaladas com folgas que permitam a expansão e contração do material sem provocar a abertura das fendas. As telhas de alumínio não deverão ficar em contato direto com cobre, chumbo, concreto ou mesmo certos tipos de madeira, materiais estes que reagem quimicamente com o alumínio, degradando-o.

A cor e a reflectividade dessas telhas deverão ser mantidas pelo maior espaço de tempo possível. O fibrocimento tende a permitir o desenvolvimento de microorganismos (fungos, algas etc.) que o escurecem; isto poderá ser evitado com aplicações de solução de sulfato de cobre a 1%, no ato da construção e, posteriormente, com intervalos de três a quatro anos. O alumínio, que em princípio chega a ser demasiado reflectivo, tende a perder tal característica com o tempo, mas mantém ainda um índice de reflectividade elevado.

Em clima quente, a reflectividade do material de revestimento da cobertura não é, por si só, suficiente para definir o necessário isolamento térmico desta parte da construção. Serão de interesse considerar-se a construção de um forro ou teto que minimize a penetração de calor e, também, as trocas de vapor de água, concorrendo ainda para definir um bom ambiente para fumigação; deverá apresentar a necessária resistência mecânica e, como já houve ocasião de justificar, não ser abrigo de agentes de deterioração do produto armazenado, nem local de acumulação de poeira e lixo.

Caso se decida construir, o forro, deverá: (a) evitar que a estrutura de cobertura apresente peças para o lado interior do armazém, com todas as suas vantagens fitossanitárias; e (b) permitir um pê direito suficiente para uma boa circulação convectiva (natural ou forçada) do ar no interior do armazém.

Uma estrutura apertada com forro ou laje pré-moldada ao nível das faces interiores dessa estrutura, definindo duas superfícies uniplanares, lisas, será uma solução tecnicamente boa.

Em qualquer circunstância a junção entre o forro, ou na falta deste, o revestimento da cobertura (telha de alumínio ou outro) e as paredes deverá ser perfeita e duradoura, a fim de evitar a entrada de agentes deterioradores e, até certo ponto, as trocas fáceis e incontrolláveis de calor e umidade.

As soluções construtivas a serem adotadas deverão atender, basicamente, aos aspectos de economia da construção e do produto, em confronto com os requisitos técnicos necessários para a sua conveniente conservação.

## 6. CONCLUSÃO

O presente trabalho é uma dissertação sobre os problemas técnicos, construtivos e funcionais que devem ser atendidos pelo projetista e pelo construtor de armazéns para cacau comercial e devem ser do conhecimento dos técnicos e responsáveis pela conservação deste produto, em condições convencionais.

Em resumo, e à guisa de conclusões do exposto, salientam-se os seguintes pontos:

(i) O cacau em amêndoa armazenado na Região Sul da Bahia pode ser deteriorado e contaminado principalmente pelo ataque de "mofos", mas também de insetos e pela presença de roedores. Tal ataque pode ser prevenido ou debelado pelo controle de umidade (do ambiente e das amêndoas) e da temperatura, pelo exterminio de insetos e por medidas construtivas e funcionais que se opõem a tais problemas.

(ii) O projeto de um armazém convencional para cacau deverá atender, de modo relevante, ao clima regional.

(iii) Um armazém bem projetado deverá ter superfícies internas lisas sem fendas e com cantos e arestas arredondados (boleados). Deverá, também, ser de fácil vedação para fumigação.

(iv) Umidade excessiva é prejudicial para o produto e para a construção. Pode ser controlada por: adoção de, na medida do possível, materiais de construção pré-fabricados; edificação de paredes e coberturas sólidas; uso de barreiras ou selos de vapor; adequada ventilação (natural ou forçada); uso de substâncias químicas absorventes de água (substâncias hidrófilas); ou refrigeração.

(v) O armazém deverá receber a menor radiação possível, de modo a não aumentar a carga térmica; para o efeito a sua forma deverá tender para a cúbica e o seu eixo maior deverá ser orientado no sentido Leste-Oeste. Com o mesmo objetivo as superfícies externas deverão ser reflectivas e, assim, se manterem, devendo o armazém apresentar a menor área possível de vidraças. No sentido de beneficiar as condições de ventilação natural do armazém, o seu eixo maior deverá fazer com a direcção do vento dominante, um ângulo tão próximo quanto possível dos 90°. A ventilação deverá ser controlável.

(vi) Construção em local bem drenado (com bom escoamento de águas superficiais e subterrâneas), bem ventilado e em terreno fora de área de argilas expansivas e livre de térmitas.

(vii) As fundações deverão ser sólidas, com camada impermeabilizante na parte superior, de modo a evitar infiltrações e migrações de umidade nas paredes.

(viii) Piso impermeável, resistente, liso e sem juntas à vista.

(ix) Paredes de alvenaria, rebocada e caiada ou pintada com cores claras e aplicações interiores e periódicas de pesticidas. Seus componentes deverão estar livres de sais solúveis e as argamassas não serem mais ricas do que 1:6 em volume de cimento e areia, com plastificante e/ou impermeabilizante. Superfícies interiores lisas e janelas à face interna, logo, não apresentando peitoris para o interior do armazém.

(x) Coberturas de águas inclinadas, com telhas de fibrocimento, de ferro zincado ou de alumínio são frequentes em armazéns convencionais, dando boa proteção contra as intempéries, desde que bem montadas. Apresentam boa reflectividade de inicial, devendo-se providenciar a manutenção de tal qualidade.

(xi) Interesse técnico e, possivelmente, econômico, em se construir forro ou teto de modo a: constituir-se uma importante barreira às trocas do calor exterior-interior do armazém; permitir um melhor acabamento de cobertura na sua junção com as paredes; definir melhor qualidade do armazém para fumigação; e de terminar melhores condições de higiene e fitossanidade, particularmente quando o forro mantém a estrutura da cobertura fora do ambiente do armazém.

#### LITERATURA CITADA

- ABREU, J.M., "*Insetos associados ao cacau armazenado*" (preparado para publicação do CEPEC/CEPLAC, Itabuna, Bahia, Brasil. 1979.
- GOSH, B.N. e SILVA, P., "Algumas observações sobre armazenamento de cacau no Brasil", *Cacau Atualidades*, 9 (1): 11-12. 1972.
- INSTITUTO DE CACAU DA BAHIA, "*Relatório e anuário*", pp. 79-88, Bahia, Brasil, - 1933.
- La FLEUR, et al, *Cacau - Informe Econômico*, CEPLAC/SECRE, Vol 1(3), Jan-Fev. - 1979.
- RANSON, W.H., "*Building for the storage of crops in warm climates*", Tropical Building Studies, Nº 2, H.M.S.O., D.S.I.R., Building Research Station. 1960,
- SILVA, P. e BASTOS, C.A.S., "*Armazenagem nos trópicos com referencia especial ao Cacau Comercial da Bahia*, In Anais do 2º Seminário Nacional de Armazenagem, - CIBRAZEM, Vol 2, pp. 227-236, Brasilia, DF. 1977.