

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
EDUCAÇÃO AGRÍCOLA

DISSERTAÇÃO

FRANCISCO DE ASSIS VERÇOSA AMORIM

**UMA INSERÇÃO DE RECURSOS INSTITUCIONAIS NA
DISCIPLINA DE CONSTRUÇÕES RURAIS: O USO DE
MATERIAIS ALTERNATIVOS DISPONÍVEIS NA
MICRORREGIÃO DE SATUBA NAS CONSTRUÇÕES DE
INSTALAÇÕES RURAIS**

Seropédica - RJ
2010



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA**

**UMA INSERÇÃO DE RECURSOS INSTITUCIONAIS NA DISCIPLINA
DE CONSTRUÇÕES RURAIS: O USO DE MATERIAIS
ALTERNATIVOS DISPONÍVEIS NA MICRORREGIÃO DE SATUBA
NAS CONSTRUÇÕES DE INSTALAÇÕES RURAIS**

FRANCISCO DE ASSIS VERÇOSA AMORIM

Sob orientação do Professor

Prof. Dr. Edmundo Henrique Ventura Rodrigues

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola, área de concentração em Educação Agrícola.

Seropédica, RJ
Outubro de 2010

371.425

A524i

T

Amorim, Francisco de Assis Verçosa,
1958-.

Uma inserção de recursos
institucionais na disciplina de
construções rurais: o uso de materiais
alternativos disponíveis na
microrregião de Satuba nas construções
de instalações rurais / Carla Dettenborn -
2010.

80 f.: il.

Orientador: Edmundo Henrique Ventura
Rodrigues.

Dissertação (mestrado) -
Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Curso de Pós-Graduação em
Educação Agrícola.

Bibliografia: f. 52-56.

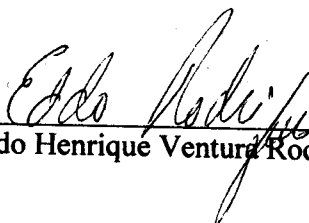
1. Ensino técnico - Teses. 2. Ensino
agrícola - Alagoas - Teses. 3.
Construções rurais - Estudo e ensino -
Teses. 4. Materiais de construção -
Teses. I. Rodrigues, Edmundo Henrique
Ventura, 1953-. II. Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso
de Pós-Graduação em Educação Agrícola.
III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA**

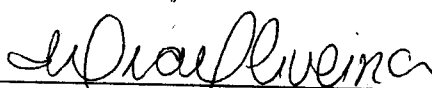
FRANCISCO DE ASSIS VERÇOSA AMORIM

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola, Área de Concentração em Educação Agrícola.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 21 de outubro de 2010.



Edmundo Henrique Ventura Rodrigues, Dr. UFRRJ



Lia Maria Teixeira de Oliveira, Dra. UFRRJ



Mário Monteiro Rolim, Dr. UFRPe

AGRADECIMENTOS

Muitas foram as pessoas que serviram de motivação para o início deste Mestrado, estímulo para que prosseguíssemos, encorajamento para vencer os desafios, confiança em nossa capacidade e, sobretudo, reforço da fé diante de todas as oportunidades em que parecia inevitável que voltássemos atrás.

A todas essas pessoas, agradeço e com elas divido os louros, assim como dividimos os sofrimentos ao longo dessa construção.

RESUMO

AMORIM, Francisco de Assis Verçosa. **Uma Inserção de Recursos Institucionais na Disciplina de Construções Rurais: O Uso de Materiais Alternativos Disponíveis na Microrregião de Satuba nas Construções de Instalações Rurais**. 80f. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola). Instituto de Agronomia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica-RJ, 2010.

No presente trabalho, buscou-se a participação de alunos dos terceiros anos do Curso de Agropecuária com o intuito de despertar, neles e por meio deles, o interesse da comunidade circunvizinha à Escola Agrotécnica Federal de Satuba/AL, para a utilização dos materiais alternativos disponíveis na sua microrregião, para construção de instalações rurais de criações de animais de subsistência familiar. Para isso se usou as técnicas alternativas rústicas de construção civil, as quais foram “desconstruídas” e “reconstruídas” através da “elaboração do conhecimento” e da “metodologia de projetos” com o intuito de adaptá-las as construções de instalações de criações animais. Diante desse desafio, o trabalho foi organizado em quatro momentos. No primeiro momento, ocorreu o envolvimento dos alunos, por meio de um questionário sobre a possibilidade de uso de materiais alternativos na construção rural, com fibras, folhas de palmeiras, sacos de fibra de ráfia e polipropileno, pneus velhos, embalagem PET, argila, etc. E, por conseguinte se apresentou exemplos de construções rústicas para moradias humanas e instalações zootécnicas, existentes na literatura, internet e também as difundido popularmente entre os moradores da microrregião de Satuba. No segundo momento, se buscou através da “elaboração do conhecimento” construir as instalações animais mais utilizadas na circunvizinhança na produção familiar de subsistência, utilizando-se dos materiais alternativos disponíveis na microrregião de Satuba, e do saber popular. No terceiro momento, levantou-se, organizou-se e elaborou-se um documento para utilização institucional, com técnicas de instalações rústicas tradicionalmente consolidadas, para assim, com a “construção do conhecimento” despertasse nos alunos, possíveis desenvolvimentos de novas idéias para as construções de instalações rústicas para criação de animais. Bem assim motivar todo um círculo produtivo, desde a coleta desses materiais até a construção de instalações rurais para produção animal, ocupando as famílias em uma atividade alternativa, ecologicamente correta, sem exigir grandes investimentos. No quarto momento, buscou-se avaliar com a apresentação do mesmo questionário apresentado no primeiro momento a modificação que a vivência com a construção por materiais alternativos exerceu sobre os alunos. Concluiu-se que a proposta é viável e pode ser incorporada pela comunidade, com o auxílio dos alunos, num processo de elaboração do conhecimento com aplicabilidade das técnicas de construção com materiais alternativos, nas instalações de criações animais.

Palavras-chave: Educação Baseada em Competências, Pecuária, Instalações Zootécnicas. Materiais Alternativos, Construções Rurais.

ABSTRACT

AMORIM, Francisco de Assis Verçosa. **Uma Inserção de Recursos Institucionais na Disciplina de Construções Rurais: O Uso de Materiais Alternativos Disponíveis na Microrregião de Satuba nas Construções de Instalações Rurais** 80p. Dissertation (Masters Science in Agricultural Education). Instituto de Agronomia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica-RJ, 2010.

Within this study, we aimed the participation of students on third year of Agriculture Course in order to awaken, them and through them, the interest of the community surrounding Federal Agrotechnical School of Satuba/AL for the use of alternative materials, available at this micro-region, for construction of rural breeding of family subsistence, through alternative techniques of rustic construction, using " knowledge development " and "design methodology". Faced with this challenge, the work was organized in four stages. At first stage, there was the involvement of students through a questionnaire about the possibility of using alternative materials for rural construction, such as fibers, palm leaves, polypropylene fiber raffia bags, old tires, PET, clay, etc., followed by the presentation of examples of rustic buildings and facilities for housing animals, reported in the literature, on the Internet and orally among the inhabitants of Satuba micro-region. In the second stage, we seek "knowledge development" based on the construction of diverse animal facilities for family subsistence production, using alternative materials found in Satuba micro-region, together with the community. In the third period, we reviewed, cataloged, organized and worked out an institutional document, as an embryonic proposed model of rustic facilities for breeding, using techniques and alternative materials, developed at the collective research, in order to boost an entire productive circle, from the collection of these materials until the construction of rural facilities for animal production, thus occupying families in an alternative activity, environmentally adequated, without requiring large investments. On fourth stage, we sought to evaluate the change that the experience of rural buildings construction with alternative materials had on the students. It was concluded that the proposal is viable and can be incorporated into the community, with students help, as a process of knowledge elaboration.

Key words: Competency Based Education, Cattle Rising, Animal Facilities. Alternative Materials, Rural Constructions.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação das cerâmicas com base na cor após queima	13
Figura 2 – Preparo da palha de coqueiro para cobertura de construção, (a) corte das extremidades, (b) folha pronta para dobra dos talos (folíolos).....	16
Figura 3 – Detalhe da base dos talos (folíolos) dobrados.....	16
Figura 4 – Palha de coqueiro dobrada na forma de pente para cobertura de telhado.....	17
Figura 5 – Palha de coqueiro seca, no ponto de ser usada para coberturas.....	17
Figura 6 – Detalhe da palha de coqueiro com secagem adequada e talos dobrados para confecção da cobertura.	18
Figura 4 – Cobertura com palha de coqueiro lisa fixada ao madeirame do telhado com cordão de sisal	18
Figura 5 – Cobertura com palha de coqueiro trançada fixada com pregos ao madeirame.....	19
Figura 6 – Preenchimento de saco de ráfia de 60 kg, diretamente com pá	20
Figura 7 – Preenchimento de saco de ráfia longo, com auxílio de balde sem fundo	21
Figura 8 – Pilagem de saco de ráfia longo	21
Figura 9 – Morador da comunidade pilando a lateral de saco de ráfia longo	22
Figura 10 – Molécula do poli(etileno tereftalato), matéria prima das embalagens PET.....	22
Figura 11 – Construção de parede com garrafas PET dispostas horizontalmente em meio à argamassa.....	23
Figura 12 – Construção de base de coluna com garrafas PET dispostas horizontalmente em meio à argamassa.....	24
Figura 13 – Aspecto da obra concluída com garrafas PET dispostas horizontalmente em meio à argamassa.....	24
Figura 14 – Estrutura de um pneu radial (veículo de passeio)	26
Figura 15 – Base de aprisco em construção, feita com pneus usados	28
Figura 16 – Teste do pote de maionese e esquema de escolha da proporção argila, areia, barro para composição do barro.....	30
Figura 17 – Estrutura base da construção de uma casa de taipa de mão.	32
Figura 18 - Estrutura base da construção de uma casa de taipa de mão, com o lugar das portas e janelas.	32
Figura 19 – Construção de pau-a-pique com cobertura de palha de coqueiro	34
Figura 20 – Estrutura do taipal, na segunda fiada de uma construção de taipa de pilão.....	36
Figura 21 – Formas de madeira para a construção do tijolo de adobe	39

Figura 22 – Produção artesanal dos tijolos de adobe	39
Figura 23 – Assentamento dos tijolos de adobe com a mesma massa que os constituem	40
Figura 24 – Construção com tijolos de adobe concluída.....	41
Figura 25 – Fundação para construção com superadobe.....	43
Figura 26 – Alinhamento da primeira fieira de construção com superadobe.....	43
Figura 27 – Enchimento do saco de ráfia em rolo com balde sem fundo	44
Figura 28 – Pilamento dos sacos de ráfia de superadobe	44
Figura 29 – Vão com manilha em parede de superadobe.....	45
Figura 30 – Construção com superadobe concluída.....	46
Figura 31 – Construção em COB. (a) Detalhe de parede sendo construída, (b) Observar a ausência de madeirame para a sustentação e as paredes curvas.	48
Figura 32 – Aspecto de construções concluídas em COB. (a) Casa com telhado em madeira de grande inclinação, (b) Detalhe do interior de uma casa. Observar a escultura dos armários e da escada.....	50
Figura 33 – Esquema do corte da malha de vergalhão para construção das quatro partes da tampa da cisterna	52
Figura 34 – Esquema de amarração da gaiola da cisterna na parte do piso que ficou dobrada para cima.....	53
Figura 35 – Esquema de preparação da placa de sustentação da argamassa no revestimento interno da cisterna.....	54
Figura 36 – Esquema de preparação da placa de sustentação da argamassa no revestimento interno da cisterna.....	55
Figura 37 – Planta baixa do modelo de aprisco.....	58
Figura 38 – Planta baixa dos piquetes do galinheiro.....	60
Figura 39 – Planta baixa do galpão do galinheiro com cinco divisões	60
Figura 40 – Modelo de cerca com estacas, estacotes e arame para galinheiro.....	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação da legislação para a reciclagem de pneus no Brasil, Estados Unidos, Comunidade Européia e Japão	27
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Percentual de redução de custo na construção de painéis de barro comparada ao custo de alvenaria, chapisco e massa única	57
Gráfico 2 – Distribuição das opiniões de alunos da Escola Agrotécnica em relação ao uso de materiais alternativos para construções rurais	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação do custo por metro quadrado de painéis segundo materiais usados .56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIPET – Associação Brasileira de Indústria do Pet

ANIP – Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Produção Agrícola

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IFET – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia

PET – Politereftalato de etileno

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	2
1.1	Específicos	5
2	MÉTODO	6
3	A CONSTRUÇÃO DO SABER.....	7
3.1	Aprender e Ensinar no Cotidiano da Zona Rural	8
3.2	O Ensinar em uma Escola Técnica Agrícola.....	9
4	BIOCONSTRUÇÃO, PERMACULTURA E MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA CONSTRUÇÕES RURAIS	11
4.1	A Argila.....	13
4.2	A palha do Coqueiro	15
4.3	O Saco de Fibra de Ráfia.....	19
4.4	As embalagens PET	22
4.5	Os Pneus Usados de Veículos Automotores	25
5	EXPERIÊNCIAS DE UTILIZAÇÃO DE BIOCONSTRUÇÃO	29
5.1	Pau-a-pique, Taipa de Mão ou Taipa de Sopapo	31
5.2	Taipa de Pilão.....	35
5.3	Adobe	37
5.4	Superadobe	42
5.5	O COB ou Maçaroca	46
5.6	Ferrocimento	50
6	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE APRISCOS	56
6.1	Apriscos para Caprinos e Ovinos	57
6.2	Construções para Criação de Galinhas.....	59
7	ATITUDES AVALIADAS A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DE USO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA CONSTRUÇÃO RURAL	63
8	CONCLUSÃO.....	66
9	REFERÊNCIAS	67
10	APÊNDICE	77

1 INTRODUÇÃO

O ato de ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para sua construção, de forma que o professor deixa de ser o detentor do saber para se tornar um "*educador - educando*", segundo as palavras de Paulo Freire (2005), desde que se processe em um "*ambiente construtivista*". O sentido construtivista desse ambiente necessariamente mantém íntima correlação com o entorno dos alunos e do professor para que o saber possa se transformar em um bem social. O ambiente de aprendizagem escolar é um lugar organizado ou auto-organizável, para promover oportunidades de aprendizagem, constituindo-se de forma única, na medida em que é socialmente construído por alunos e professores, a partir das interações estabelecidas entre si e com as demais fontes materiais e simbólicas do ambiente (CERONI et al., 2009).

Percebe-se, no exposto, o fundamento e o princípio que amparam a metodologia de projetos como uma prática educativa e nos propõem a descrever elementos do ambiente de aprendizagem no que diz respeito à concepção de educação e sujeito, ao salientar que o processo educativo ou o processo de ensino-aprendizagem é socialmente construído.

Na área de construções, a inovação deve manter um vínculo com sua origem e sua extensão, mas, diferente de outras indústrias, depende de circunstâncias geográficas e históricas específicas (WHARTON; PAYNE, 2003) e deve permitir que os edifícios possam se adaptar às necessidades de vida e trabalho, expressando desejos e representando as culturas locais (BEHLING; BEHLING, 1996).

Para que o ensino sobre adequação de edificações se materialize, é necessária a construção do conhecimento valorizando as ações por um trabalho constante de reconstituição ou tematização, o que exige desconstrução do pensamento, para construção e coordenação de diferentes pontos de vista. O desafio da aprendizagem reconstrutiva se alimenta de certas linhas de pensamento do conhecimento, sobretudo frente à problemática da incerteza, da complexidade do real e da interdisciplinaridade (SANTOS, 2003). É nessa perspectiva, da complexidade que procura-se construir o conhecimento da disciplina de Construções Rurais.

Diante da diversidade zootécnica encontrada nas unidades educativas de produção da Escola Agrotécnica Federal de Satuba-AL e das peculiaridades da microrregião onde a escola está situada, despertou-se o interesse de estudar a viabilidade de se utilizar os materiais alternativos de construção disponíveis na citada microrregião, nas instalações rurais de animais de pequeno, médio e grande porte. E assim despertar e mobilizar a participação de alunos dos terceiros anos do Curso de Agropecuária na elaboração do conhecimento dos métodos alternativos de construção existentes nas instalações rurais. Por conseguinte, conduzir um levantamento regional das técnicas ou práticas de construções com materiais alternativos ali existentes, como também, fazer uma pesquisa bibliográfica e documental de técnicas de construção de domínio público, com materiais alternativos encontrados na microrregião em estudo.

O desenvolvimento embrionário de construções que possa interessar aos produtores rurais, técnicos e famílias de baixo poder aquisitivo de renda na produção animal, possibilitará e facilitará a construção do conhecimento dos alunos, disseminando-o por meio de material bibliográfico institucional de modo a oferecer informações e compreensão de técnicas que ajudem na infra-estrutura da propriedade rural. Por outro lado, esse desenvolvimento contemplará também as práticas de manejos eficientes no que se referem aos aspectos reprodutivos, nutricionais e sanitários de criações animais.

O processo de ensino-aprendizagem desenvolvido por meio da construção do conhecimento tem sido associado às práticas educativas que promovem a aproximação entre a experiência escolar e a realidade sócio-cultural, através da prática de pesquisa e iniciação científica e tecnológica, permitindo a interação social para a aprendizagem e o processo colaborativo de apropriação do conhecimento (VENTURA, 2002).

Buscar descobertas em técnicas alternativas de construção rurais como “projeto de ensino”, utilizando-se materiais renováveis como o bambu, palha de coqueiro e materiais recicláveis como pneus, garrafas pet, sacos de ração, dentre outros materiais, foi uma atividade negociada entre os membros de uma equipe e a rede de conhecimento da qual ele faz parte, concretizando-se na realização de uma obra ou artefato na qual o social e o técnico atuam indissociavelmente, além de promover associações entre conceitos e suas aplicações práticas no campo da ciência e da tecnologia (VENTURA, 2002).

O ambiente se configura, em relação ao processo social e cultural e na intencionalidade do mediador, no caso do professor, na criação de estratégias de ensino que potencializem a aprendizagem dos alunos. Nesse ambiente, a Escola Agrotécnica Federal de Satuba e a cidade de Satuba estão incluídas.

Satuba fica situada na Microrregião de Maceió, com a finalidade de integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum, definidas por Lei Complementar Estadual, conforme reza a Constituição Brasileira de 1988.

O Município tem como limites os municípios de Rio Largo, Marechal Deodoro, Santa Luzia do Norte, Pilar e Maceió. É cortado pela rodovia federal BR-101 Sul e pela via férrea da Rede Ferroviária Federal do Nordeste. Possui uma área de 47 km², altitude de 10 m, temperatura máxima de 39°C e mínima de 17°C. O inverno está compreendido entre os meses de abril e setembro, embora haja chuvas esparsas durante todo ano. Segundo estimativa do Instituto de Geografia e Estatística de 1º de julho de 2009, o município contava com uma população de 14.779 habitantes (BRASIL, 2009).

As principais atividades econômicas da cidade são a indústria cerâmica e um matadouro frigorífico. No entanto a vocação natural do Município compreende a cultura da cana-de-açúcar, com elevado destaque para a exploração agropastoril, cultivo de coco e pesca, exercidos por produtores rurais de baixa escolaridade e baixo poder aquisitivo. Em 2000, o Índice de Desenvolvimento Humano do Município igualava-se a 0,705, 64,75% da população, cuja escolaridade era inferior a oito anos e a renda per capita igualava-se a R\$ 129,55, correspondendo ao segundo na Microrregião de Maceió (PNUD, 2003), quanto ao Produto Interno Bruto per capita era de R\$ 2.954,25, em 2006, quando esse índice em Maceió igualava-se a R\$ 7.566,00 (BRASIL, 2006).

Sintonizado com as potencialidades, principalmente na linha de aproveitamento de resíduos agrícolas, industriais e na utilização de materiais de construção de baixo custo, associados ao barateamento da matéria-prima como fibras vegetais, bambu, argila, palha de coqueiros, etc., torna-se indispensável disponibilizar estudos sustentados em pesquisa documental. E que, após analisados, possam dar condições a técnicos oriundos de Escolas Agrotécnicas, de outras escolas afins e à comunidade em geral, a utilizarem tais materiais nas construções de galpões, cercas, apriscos, coberturas, paredes, etc., através do emprego de alternativas de baixos custos, baixos investimentos iniciais e redução de desperdícios, com os consequentes ganhos ambientais.

Nessa perspectiva, este estudo pretendeu:

- desenvolver material bibliográfico institucional capaz de facilitar, através de técnicas existentes, construções rurais de baixo custo, nas quais sejam

utilizados materiais alternativos, principalmente nas instalações de criações de animais, tradicionalmente encontrados na microrregião em questão, dando ênfase àquelas criações de subsistência familiar;

- aplicar técnicas selecionadas, adequando-as à realidade local para inseri-las na proposta curricular da disciplina de Construções Rurais do Curso de Agropecuária;
- por meio da “construção do conhecimento”, sobretudo frente à problemática da incerteza, da complexidade do real e da interdisciplinaridade, despertar nos alunos uma visão alternativa sobre construções de instalações rurais na produção animal, com baixos custos, redução de desperdícios e aumento dos ganhos ambientais.

Tradicionalmente as criações domésticas praticadas nas unidades agrícolas familiares se caracterizam por sua forma de exploração extensiva, na qual inexistem instalações, bem como a adoção de práticas de manejo que contemplem eficientemente os aspectos produtivos. O pequeno criador ou a família com pequenas propriedades tradicionalmente apresentam grandes dificuldades em construir ambientes ou instalações rurais para dar início a sua pequena criação de subsistência, surgindo daí, um dos grandes desestímulos para a produção animal, haja vista a necessidade de investimentos consideravelmente altos para o poder aquisitivo dessa população. Vejamos alguns dos materiais alternativos de construção que podem ser encontrados com razoável facilidade na Microrregião de Satuba:

- *O bambu*, material nobre que pode ser usado para quase tudo: construção de paredes, telhas, estrutura, calhas, cercas, cestos, substitui o ferro no concreto armado, móveis, andaimes, etc., seu crescimento é rápido em qualquer tipo de solo, e é bem adaptado a essa microrregião. Suas
- características intrínsecas, dimensionais e de resistência dão a ele vantagens que não se encontram em outros materiais de construção na natureza (GHAVAMI; MARINHO, 2005);
- *As folhas de palmeiras*, principalmente a folha do coqueiro (*Cocos nucifera*), atua como excelente isolante térmico; sua durabilidade varia entre cinco a 10 anos; não é um material pesado, por isto dispensa grandes estruturas. A microrregião de Satuba é rica na cultura do coco, portanto as folhas de coqueiro são material disponível de baixo custo (SENHORAS, 2003; ISOLDI et al., 2006a);
- *Sacos de fibra de ráfia*, provenientes do ensacamento de rações, farinha de trigo, etc.; cheios de argila permitem construção de muros de arrimo e contenção (CYRBE, 2010);
- *Pneus usados ou descartados* são excelentes isolantes acústicos e térmicos e se prestam para construção de muros de arrimo ou até mesmo paredes de depósitos (ANDRADE, 2007);
- *Embalagens PET*, dada a resistência e a maleabilidade do material, prestam-se à construção de telhas transparentes ou opacas, calhas ou mesmo paredes (SEVERIANO, 2010);
- *O ferrocimento* (conhecido também como argamassa armada) é um material adequado para armazenamento de água potável. Sua estrutura une a solidez do concreto com a flexibilidade do aço, permitindo a construção de cisternas. O custo de construção de uma cisterna de ferrocimento é aproximadamente a metade das demais tecnologias conhecidas para esse fim. Além dessas vantagens, essa técnica associada

ao uso de calhas permite a instalação de sistemas de captação de água da chuva (SCHISTEK, 2005);

- A *argila*, material abundante na microrregião, pode ter várias utilidades, desde a confecção de vasilhames até para construções de pau-a-pique - a mais tradicional das técnicas brasileiras, amplamente usada pelas populações rurais. É empregada para preencher os espaços de uma malha construída com bambu ou outro tipo de material (ISOLDI et al., 2006a).

Percebeu-se, nessa conjuntura, uma real alternativa para muitos técnicos e produtores rurais, com possibilidade de dinamizar todo um círculo produtivo, desde a coleta de materiais alternativos, até a construção de instalações rurais destinadas à produção animal, ocupando, assim, as famílias em uma atividade alternativa, ecologicamente correta, sem exigir grandes investimentos.

Pretendeu-se buscar fundamentos na experiência popular, mesclando-a e aprimorando-a nas fontes dos mestres da literatura correlata, na rede mundial de computadores, como também consubstanciar a pesquisa no construtivismo, no pensamento complexo e na transdisciplinaridade.

Aspirou-se a um estudo na construção do conhecimento através de trabalho com projetos, que pudesse ajudar o aluno a aprender a pensar, refletir e criar com autonomia soluções para os problemas que enfrenta, de modo a aplicar seus conhecimentos em situações reais do dia-a-dia.

Assim sendo, enunciou-se uma proposta de ensino voltada para a formação de competências e habilidades, que possibilite uma aprendizagem com participação ativa dos alunos, na área de construções rurais relacionada à ambiência e à produção animal, consequentemente, reconstruindo seu conhecimento.

A pesquisa que deu origem a essa dissertação, teve como finalidade de elaboração de material bibliográfico sobre as técnicas existentes de construções alternativas a serem utilizados nas instalações de animais, com materiais alternativos disponíveis na Microrregião de Satuba/AL, com base na experiência vivenciada junto aos alunos; Também destaca-se as finalidades de

1.1 Específicos

- Apresentação por meio da pesquisa documental o uso de materiais alternativos na construção de paredes, divisões e coberturas para possível uso nas instalações rurais na produção animal;
- Apresentação de pesquisa documental de instalações rústicas para criações de animais, utilizando materiais alternativos de construções;
- Inserção de uma nova metodologia de ensino de construções rurais, adequando-a às práticas de utilização de materiais alternativos de construções rurais para a pequena produção animal;
- Análise sobre as atitudes dos alunos promovidas pela experiência de uso de materiais alternativos na construção de instalações rurais.

2 MÉTODO

A presente pesquisa caracterizou-se como qualitativa, documental e exploratória, visto haver a necessidade de apresentar os materiais alternativos estudados, assim como abordar outras opções constantes da literatura.

A pesquisa qualitativa recobre um campo transdisciplinar, se relacionando com as ciências humanas e sociais, assumindo análise, derivadas da teoria crítica, do construtivismo, etc. e adotando vários métodos de investigação para o estudo de um fenômeno situado no local em que ocorre, e assim procurando tanto encontra o sentido desses fenômenos quanto interpretar os significados que as pessoas dão a eles; Longe estão os significados de se esgotarem, deixando um horizonte variado de interrogações que são características nas pesquisas em ciências humanas e sociais.

O termo qualitativo implica uma partilha com pessoas, fatos e locais que constituem objetivos de pesquisa, para extrair desses convívios os significados visíveis e latentes que somente são perceptíveis a uma atenção sensível e, após interpretação de pessoas, fatos e locais, o autor traduz em um texto, claro ou oculto do seu objeto de pesquisa.

A pesquisa exploratória foi escolhida dada a possibilidade de proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito, assim como ensinar uma análise crítica de adequabilidade para a Microrregião em que foi aplicada.

Para tanto foi realizado levantamento de dados em fontes bibliográficas publicados entre 1998 e 2010, que relatavam experiência técnica no objeto pesquisado, assim como explicitação de conhecimentos práticos, vislumbrando atingir o “estado da arte”.

Adicionalmente, foram considerados os resultados de pesquisa de opinião feita entre os alunos dos terceiros anos do Curso de Agropecuária, na disciplina de Construções Rurais, antes e após as aulas teóricas e práticas de campo. Assim como a vivência do pesquisador, para contemplar a possibilidade real de implantação de algumas técnicas de construção com materiais alternativos na Microrregião de Satuba (AL), desenvolvidas entre julho e dezembro de 2009. Assim avaliou-se a atitude de 22 alunos do ultimo ano do curso pós-médio em pecuária/2009 em relação ao uso de materiais alternativos para construções rurais, através de questionário composto por perguntas fechadas, com alternativas construídas em escala de Likert em ocasiões distintas.

Para análise das opiniões dos alunos, aplicou-se o programa de computador **SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)** do tipo científico com pacote estatístico para as ciências sociais.

Segundo França Junior (2008) a escala Likert é uma das metodologias mais utilizadas para avaliar atitudes de indivíduos.

Para avaliarmos o grau de concordância relativamente a uma determinada questão, sem dúvida que a escala de Likert é a mais adequada (PEREIRA, 1999).

3 A CONSTRUÇÃO DO SABER

O presente capítulo objetiva tematizar a problemática do desenvolvimento da construção do saber para que assim, o aluno possa por meio da sua aprendizagem adquirir sustentação para que daí possa aprender a fazer, criando conseqüentemente alternativas viáveis para expandir a sua sustentabilidade e difundir essas perspectivas.

O tema desenvolvimento sustentável abrange todos os segmentos de sociedade e sendo o primeiro sobre a importância de viabilizar o alunado, visto ser esse um multiplicador de idéias no desenvolvimento sustentável, partindo de uma visão macro de desenvolvimento para chegar numa situação específica da pecuária ecológica.

Faz-se necessário criar oportunidades para que a construção do saber aconteça. A construção do conhecimento ocorre quando acontecem ações físicas ou mentais sobre objetos que, provocando o desequilíbrio, resultam em assimilação ou acomodação e assimilação dessas ações e, assim, em construção de esquemas ou conhecimento. Isto é, uma vez que o indivíduo não consegue assimilar o estímulo, ele tenta fazer uma acomodação e, após isso, uma assimilação. Desta forma, o equilíbrio é, então, alcançado; já com relação à aprendizagem, esta por sua vez, é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificamente humanas (CERONI et al., 2009).

Parte do desenvolvimento é definida pelo processo de maturação do organismo (pertencente à espécie humana), mas é o aprendizado, que possibilita o despertar de processos internos de desenvolvimento, caso não fossem o contato do indivíduo com certo ambiente cultural, não ocorreriam.

Na verdade, o processo de aprendizagem é dialético: não é adequado postular verdades absolutas, mas, sim, revitalizar direções e possibilidades. É preciso o estudo da pessoa completa, tanto em relação a seu caráter cognitivo quanto ao caráter afetivo e motor.

3.1 Aprender e Ensinar no Cotidiano da Zona Rural

Pessoa (1999a), ao dissertar sobre a educação rural, partindo da vivência nos assentamentos de Goiás, após contextualizar a realidade dos assentados, ressalta que a história da educação no Brasil, há muito, tem sido desfavorável aos sujeitos sociais do mundo rural. Primeiro, porque devido ao seu caráter centralizador, que consiste em ter parâmetros de qualidade distintos segundo sua localização e centrar a avaliação de qualidade no rendimento do aluno (PESSOA, 1999b). Em segundo lugar, historicamente, a zona rural não tem sido privilegiada em relação sequer ao ensino fundamental, como afirmou Martins (1975, p. 101): *“Na verdade, a escola está irremediavelmente comprometida com concepções e valores urbanos e dominantes da sociedade capitalista”* e foi reiterado por Calazans (1993), a qual responsabilizou as classes sociais dominantes, especialmente aquelas que habitavam o campo.

Paralelamente às atividades do ensino formal, também como um processo histórico, vem sendo construída uma consciência de que o homem do campo precisa aprender o desenvolvimento com sustentabilidade, construindo uma nova dinâmica em termos de produção e da transmissão do saber. Passou a haver outro espaço de construção de saberes sociais, culturalmente engajados, baseado e impulsionado, principalmente, pelo advento da agroecologia com foco na agricultura familiar (BARROS-AHRENS et al., 2009).

A agroecologia, enquanto processo sustentável, considera questões ambientais e ecológicas, como a manutenção e a recuperação de recursos naturais, questões sociais, consubstanciadas na igualdade de direito de acesso aos estudos, busca contínua de melhores níveis de qualidade de vida, integrada na preservação ambiental. Contempla, ainda, os aspectos econômicos, na medida em que busca melhores resultados econômicos, como aumento de produtividade, redução da relação custo/benefício para os agricultores. Todos esses aspectos são considerados elementos-chave da educação rural e de fortalecimento das estratégias de agroecologia (TEODORO et al., 2009).

Percebeu-se, internacionalmente, a necessidade do desenvolvimento de políticas educacionais voltadas para a realidade do campo, derivada da constatação de um êxodo rural de grandes proporções a partir de 1930, especialmente na França. As lideranças religiosas e sindicais européias identificaram que o sistema educacional formal poderia ser responsável, ainda que indiretamente, por esse processo migratório, já que não contemplavam as necessidades de saber dos jovens de comunidades rurais. Surgem as Escolas Família Agrícola, cuja fundamentação era a alternância entre o trabalho prático na propriedade agrícola e a formação geral e técnica, na escola, contemplando a agregação de conhecimentos à realidade vivida pelo estudante (TEODORO et al., 2007).

Paralelamente, no Brasil, a partir de 1969 inicia-se o movimento de educação promocional do Espírito Santo, com o mesmo propósito das Escolas Família Agrícola, mas com uma estrutura diferente. Ela estava integrada ao ensino fundamental e médio e era gerida por agricultores, de tal maneira que o aprendizado dos alunos dicotomiza-se entre as práticas escolares e as atividades praticadas em propriedades rurais, sob a supervisão dos próprios agricultores (TEODORO et al., 2007).

O êxito dessas experiências brasileiras, proporcionando melhorias no manejo agroecológico, agregação de valor aos produtos agroindustriais, conscientização e preservação ambiental, desencadearam outros movimentos, agora de cunho governamental. A partir do reconhecimento de que havia uma cultura agroecológica leiga, porém válida, entre os agricultores, a qual poderia ser aprimorada agregando

conhecimentos técnicos, inicia-se a publicação de manuais para a construção civil ecologicamente correta e sustentável. São exemplos: a publicação do Caritás Brasileira (2000) para a construção de cisternas, o Curso de Bioconstrução, publicado pelo Ministério do Meio Ambiente, em 2008, o livro Manual do Arquiteto Descalço, de Van Lengen, em 2004, no Brasil. A estas se associam inúmeras publicações do tipo “faça você mesmo”, em todas as partes do mundo, adotando como premissa básica a sustentabilidade, portanto, o respeito à natureza (HREN, 2006; SMITH et al., 2008; DEBA, 2008; DEBOER, BAREIS, 2000).

Todo esse movimento social trouxe luz à problemática da educação rural, como também trouxe a solução com a agregação de saberes, assumindo o homem do campo como senhor de saberes culturalmente construídos, validados pelo tempo, economicamente viáveis, os quais não se podem e não se devem deixar que caiam no esquecimento.

Partindo dessas premissas, temos o dever de acentuar a importância da escola de qualidade no meio rural, pois esse alunado se diferencia em muitos aspectos dos estudantes da zona urbana, pois, uma Escola Técnica Agrícola tem por objetivos formar alunos aptos a desempenhar a profissão de técnico agrícola, utilizando para isto técnicas educacionais e de treinamento.

3.2 O Ensinar em uma Escola Técnica Agrícola

Do ponto de vista educacional, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFET) necessita fornecer-lhes os conhecimentos comuns de um aluno de ensino médio (português, matemática, geografia, história, etc.), além da teoria necessária para dominar os princípios técnicos específicos.

Para atingirem estes objetivos, os IFET contam com professores do núcleo comum (ou disciplinas não técnicas comuns aos demais alunos do ensino médio) e professores da área técnica (agricultura, zootecnia, etc.).

Os IFET's devem educar e treinar alunos nos vários aspectos da ciência e da agricultura aplicada para lhes permitir desempenhar a contento suas atividades profissionais. Isto envolve um bom treinamento em línguas (português e inglês básico) e matemática. Além disto, espera-se que a escola proporcione meios para o desenvolvimento pessoal tais como o potencial de liderança e o sentido de cidadania. Além do aspecto puramente escolar, o IFET deve também proporcionar ao aluno condições para aplicação prática dos conceitos vistos em classe. Este aspecto envolvendo mais treinamento do que educação propriamente dita implica em proporcionar condições para que os alunos apliquem no campo o que aprendem em aula.

Como vão atuar numa agricultura cada vez mais empresarial, os alunos necessitam também ser treinados mais ativamente na aplicação de modernas técnicas administrativas.

O aspecto educacional dos alunos deve se desenvolver nas salas de aula e nos laboratórios. Nas salas de aula, os professores devem utilizar métodos de ensino que motivem cada vez mais os alunos, tais como recursos audiovisuais, laboratórios, etc.. Infelizmente, isto nem sempre é possível como gostariam os professores. Na maioria das vezes; os alunos são sujeitos as aulas expositivas e falhas sob o aspecto didático.

Embora os laboratórios devam servir para despertar a curiosidade e aprofundar os conhecimentos desenvolvidos nas aulas teóricas, infelizmente, eles se encontram muitas vezes desparelhados, com falta de material ou material inadequado e com professores não capacitados.

Os aspectos operacionais de treinamento deveriam ser desenvolvidos por meio de práticas apropriadas e representativas da realidade nas quais os alunos vão trabalhar. No entanto isto nem sempre acontece, dadas as condições das instalações produtivas da maioria das escolas técnico-agrícolas que exorbitam da sua realidade. Quanto ao internato, os alunos deveriam também receber uma educação na qual aspectos técnicos, humanos, alimentares e esportivos fossem harmonicamente equilibrados.

Notadamente, a única saída para que a educação e o conhecimento caminhem lado a lado, enquanto estratégias inseparáveis para promoção da inovação e valorização do saber pensar e aprender a aprender, é a superação da atual realidade. É preciso vencer a contradição da universidade que prega a inovação, mas não consegue inovar-se, mantendo-se instrutivista, com reprodução de aulas “surradas”. Por isso, a pesquisa deverá continuar sendo instrumento de reconstrução do conhecimento.

Não basta repassar conhecimentos, de forma instrutivista, como vem acontecendo nas escolas estagnadas, resistentes à inovação. A reconstrução do conhecimento deve ser tarefa central da universidade (e também da escola), como princípio educativo não só para o progresso da ciência, mas também para a formação da cidadania.

Com relação a prática pedagógica do Professor, este deve saber “fazer o aluno aprender”. Somente o faz, o professor que também aprende. Uma vez mais destacam-se a importância da pesquisa, a atualização permanente, inclusive nos meios tecnológicos disponíveis, e a interligação entre teoria e prática. Interessante justificar porque é mais importante o domínio metodológico para o saber pensar e aprender a aprender do que o domínio dos conteúdos, apesar da importância deste: diante da velocidade do acúmulo de conhecimento e da inovação, fica difícil dominar conteúdos extensos.

Ainda com relação ao perfil do Professor, devemos ter um olhar diferenciado com relação à interdisciplinaridade como essencial ao sucesso do ensino e da aprendizagem e o cuidado com os alunos, para que estes não percam a uma dupla oportunidade: acesso à qualidade formal, quando não aprendem a aprender; acesso à qualidade política, quando não recebem motivação para a politicidade do curso, pois aí não se forma nem o profissional, nem o cidadão.

Finalmente, se faz necessário ver/fazer que a pesquisa, que deveria atuar desde a fase escolar, como estratégia para reconstrução do conhecimento e formar pessoas questionadoras, críticas, o que é raro nas instituições de ensino, pesa muito a tradição da aula reprodutiva, considerada ainda pela maioria como pedagogia fundamental.

4 BIOCONSTRUÇÃO, PERMACULTURA E MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA CONSTRUÇÕES RURAIS

A partir de meados do Século XX houve um aumento da preocupação com o meio ambiente e o setor da construção civil passou a ser analisado, no que se refere ao seu poder poluente, tanto na fase de edificação quanto nas de demolições. Os resíduos das obras que deixavam em grandes exerciam alto impacto socioambiental (CASTELNOU, 1991). Nesse cenário de construção ambiental, as instituições de ensino formadoras de engenheiros e arquitetos, nos setores públicos e privados, passaram a ser questionados nesses aspectos sobre materiais alternativas para o problema de detritos da construção civil.

Os debates deixaram perceber a necessidade de inserir no ensino da construção civil uma visão holística da sociedade, uma reflexão ética em benefício do meio ambiente, uma visão ecológica, para assegurar a sustentabilidade, reduzindo os processos predatórios e adotando uma tecnologia alternativa. Essa tecnologia seria uma nova maneira de entender que o desenvolvimento social e o tecnológico devem caminhar juntos, sem agredir a biodiversidade e os ecossistemas (ISOLDI et al., 2006b). Era a introdução de tecnologias sustentáveis, que pressupõem menor custo ecológico e incorpora critérios de reciclabilidade e baixa toxicidade. Necessariamente elas buscam a formação de uma nova cultura centrada no ser humano e na natureza.

Nesse panorama é redescoberta a bioconstrução, não como um conceito novo, mas como uma prática inovadora nas ciências agrárias, porque veio romper com a cultura, na qual não se consideravam os impactos sobre o meio ambiente. Analogamente é redescoberta a permacultura, desenvolvida na década de 1970, pelos australianos Bill Mollison e David Hogren, que consiste na união do conhecimento secular agrícola às descobertas da ciência moderna. Em resumo, introduz idéias inovadoras às práticas agrícolas tradicionais (SOARES, 1998).

Mollison criou a palavra Permacultura, aglutinando perma, da palavra permanente, à cultura, de agricultura, e assim a definiu:

A Permacultura é baseada na observação de sistemas naturais na sabedoria contida nos sistemas naturais, na sabedoria contida em sistemas produtivas, tradicionais e no conhecimento moderno, científico e tecnológico. Embora baseada em modelos ecológicos positivos, a Permacultura cria uma ecologia cultivada, que é projetada para produzir alimentação humana e animal do que seria encontrado naturalmente (MOLLISON, 1991, p. 3).

A Permacultura tem sido preconizada como forma de trazer soluções práticas para os moradores do campo, reduzindo sua carência de informações e de recursos para sobreviver de forma sustentável, ou seja, respeitando o meio ambiente. Segundo a realidade cultural, social e ambiental da região em que habitam, com potencial de desenvolvimento (SOARES, 1998).

A construção ecológica na qual a bioconstrução se enquadra busca resgatar técnicas antigas, secularmente passadas de geração a geração, agregando a elas algumas características derivadas do desenvolvimento tecnológico, na tentativa de melhorar o desempenho dos materiais empregados nessas construções (SMITH et al., 2008), especialmente no que se refere às construções em terra crua.

As construções com terra crua parecem ter sido, historicamente, as mais antigas, com início na Região Mesopotâmica e no Antigo Egito, possivelmente devido à

facilidade de obtenção da argila de boa qualidade, na barranca dos rios, formada a partir da sedimentação de material por um processo geológico de milhares de anos. Sumérios, assírios, babilônios, chineses e astecas também empregaram a argila para suas edificações e foram, sucessivamente, associando a ela pedra e paliçada de madeira, caracterizando a taipa. As construções em taipa também são encontradas, nos Séculos XV a XVI, na França, na Alemanha, além de serem marcadamente na América Latina e no Brasil, possivelmente devido à durabilidade, que alcança mais de 300 anos, como se verifica em igrejas, castelos e moradias (DETHIER, 1993).

No Brasil, segundo Silva (2000), as construções em terra crua foram trazidas pelos colonizadores europeus e, mais tarde, pelos africanos, já que os índios não empregavam esse material para a construção de suas casas. Alves Filho (1998, p. 19), ao historiar as construções do início da colonização brasileira, explica que a casa de taipa foi “*a grande manifestação cultural mestiça do Brasil*”, uma vez que modificou a planta tradicional de casa de taipa européia, retangular e compartimentada, para um número menor de repartições internas, assim como diferiu por empregar cobertura de palha, que era um elemento tradicional da cultura indígena, e foi absorvido pela “cultura mestiça” para construção de casas.

Silva (2000), em um estudo sobre conceitos e preconceitos relativos às construções em terra crua, explica que, no Brasil Colônia, as construções de taipa de mão (também denominada taipa de sopapo) eram comuns entre a população mais pobre, por serem de mais fácil construção, enquanto que a taipa de pilão era reservada à classe mais rica e aos prédios públicos, como igrejas e órgãos públicos, na qual também se utilizava o óleo de baleia para conferir maior resistência às paredes. Ao final de seu estudo, a autora conclui que o preconceito existente no Brasil contras as casas de terra crua ainda se mantém e é muito forte, tal como ocorreu em outros países, apesar de esta construção ser uma tradição histórica e cultural.

A autora argumenta que, mesmo em países do Terceiro Mundo, nos quais algumas dessas construções são tombadas como patrimônio histórico mundial, a negação dessa tradição pode derivar do receio de parecer arcaico e atrasado aos olhos de outros países, nos quais essa tradição inexistiu no passado ou não foi tão forte. Por outro lado, o estilo de vida ditado por países ricos passou a ser um modelo e o sonho de consumo nos países pobres, que, na tentativa de acompanhar o ritmo predatório e consumista, acabam por utilizar edificações o que não são adequadas ao clima, rejeitando as tradições e relegando-as ao esquecimento (SILVA, 2000).

Lourenço (2005) denomina as construções em terra crua de arquitetura de terra e a considera uma visão de futuro, já que emprega matéria prima abundante, disponível em praticamente todas as localizações; tem o sistema construtivo econômico, implicando em baixos custos de transporte, mão-de-obra pouco qualificada e prazos de execução muito curtos. Além dessas vantagens, o material é reciclável, reutilizável, incombustível, atóxico, não carece de processos de transformação que exijam meios energéticos dispendiosos, e pode permitir conforto térmico.

É com base na Permacultura aplicada à microrregião de Satuba, que nesta dissertação foram considerados como materiais alternativos para uso na construção rural, além da argila e da palha de coqueiro, materiais encontrados na natureza, os restos industriais compostos por saco de fibra de rafia de polipropileno, embalagens PET e pneus, cujas características passamos a relatar resumidamente, enfatizando a importância de seu descarte no meio ambiente.

4.1 A Argila

O termo argila pode ter significados distintos, em função do foco do estudo, podendo ser geologia, química, engenharia civil, geografia, petrologia, granulometria, indústria cerâmica, etc. (MEIRA, 2001). Apesar disso, o conceito mais genérico de argila é de um material natural, pertencente à família de minerais filossilicáticos, hidratados, aluminosos, de baixa cristalinidade e diminutas dimensões, já que suas partículas são menores que 0,004 mm de diâmetro. Nas condições termodinâmicas e geoquímicas da superfície terrestre, apresenta composição estável e tem plasticidade dependente do teor de água, endurecendo por secagem ou cozimento (RIBEIRO et al., 2007).

No entanto, em verdade, a argila é um conjunto de compostos, cujos elementos mais frequentes são oxigênio, potássio, sódio, alumínio, silício, ferro e magnésio, os quais, em estado iônico, se arranjam tridimensionalmente em sete modelos distintos, que constituem os modelos sistemáticos de minerais argilosos cristalinos. Os grupos são: caulinite, illite, montmorilonite, clorite, vermiculite, interestratificados, paligorskite e sepiolite, cada qual com propriedades distintas de flexibilidade, viscosidade, gramatura e resistência a altas temperaturas, das quais derivam utilizações diferentes, conforme apresentado na Figura 1 (MEIRA, 2001).

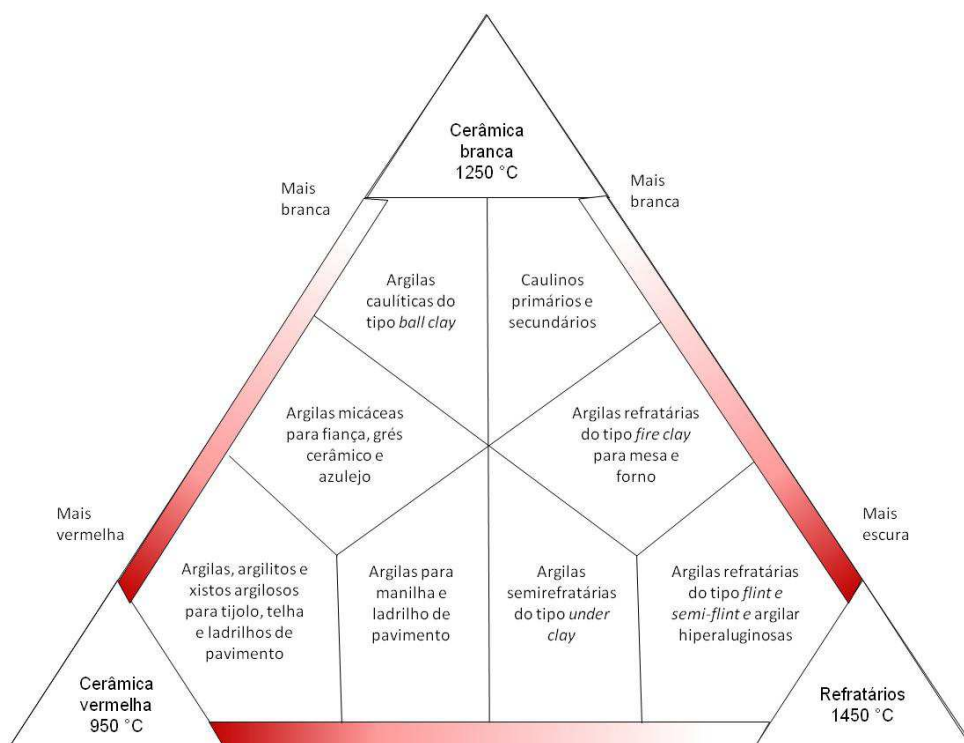


Figura 1 – Classificação das cerâmicas com base na cor após queima

FONTE: Adaptado de Meira (2001, p. 6)

As argilas dos tipos comum, argilito e xisto argiloso, as mais frequentes na natureza, ocorrem em solos de origem mais recente na era geológica e distinguem-se em dois tipos básicos segundo uso: para olaria e para tijolos. A argila para olaria tem grande plasticidade e é empregada primordialmente na construção de cerâmica ornamental de terra-cota, ao passo que a argila para tijolo é mais grosseira, pois as quantidades de silte e areia predominam sobre a de argila, o que possibilita sua utilização na Engenharia Civil (MEIRA, 2001).

No tipo para tijolo, o teor de argila é importante, porque promove a resistência inicial do material e melhora sua trabalhabilidade. Apesar disso, o teor de argila e de silte não podem ser maiores que 50%, por facilitar a formação de fissuras, trincas ou rachaduras no material depois de seco, em consequência da sua retração (PIRES, 2004).

Dentre as vantagens do uso para construções, Lourenço, Brito e Branco (2008) se referem à argila como sendo

- a) Um material reutilizável, pois quando não cozido, pode ser triturado e umedecido para voltar ao estado original, não gerando resíduos em uma obra e não contaminando o ambiente;
- b) Um material econômico. Pode ser encontrado na maioria das vezes, próximo aos locais de obras e, por vezes, pode substituir outros materiais de construção;
- c) Um material que não requer muita energia integrada à obra nas fases de preparação, transporte e armazenagem;
- d) Um excelente regulador de umidade, devido a suas propriedades de expelir e armazenar água pela alta capilaridade de suas moléculas, ou seja, alta porosidade. Pelo fato de poder absorver até 30 vezes mais umidade do que uma construção em tijolo cozido, ambientes sob paredes de argila se tornam salubres, dada a estabilidade da umidade em 50%, o ano todo, do que também deriva ser ótimo isolante térmico, mantendo a temperatura dos ambientes sempre balanceada;
- e) Um material que preserva as paredes protegendo-as de fungos e insetos que não conseguem se proliferar, dado sua compactação que preserva materiais orgânicos dentro da mistura com alta capilaridade e baixo equilíbrio de umidade, sem contato com o exterior.

A essas vantagens, Lourenço (2005) acrescenta o fato de a argila não ser combustível e não ser tóxica.

Dentre as desvantagens, Bussoloti (2008) e Lourenço (2005) alertam

- a) as construções nas quais se emprega a argila precisam ser protegidas da umidade. Por não ser material impermeável e se desintegrar rápido ao contato direto com a chuva, exige que a construção unicamente edificada com terra não tenha mais de um pavimento, principalmente em locais chuvosos;
- b) a argila não é um material padronizado, uma vez que a quantidade e o tipo de areia e outros agregados variam em função do local de onde é extraída;
- c) ao secar, a argila se contrai, o que pode provocar o aparecimento de fissuras ou rachaduras. Para diminuir este processo é necessário mantê-la umedecida para que não seque rápido demais, antes de sua utilização final.

A argila apropriada para uso em construção requer alguns cuidados. Deve ser obtida abaixo dos 50 cm da superfície do solo, posto que, a camada mais superficial é formada por matéria orgânica em decomposição e microorganismos, o que a torna frágil quando seca, além de comprometer a salubridade dos ambientes. Para a seleção da argila propícia para construção, deve-se observar sua coloração: as amarelas, castanhas e vermelhas oferecem boas condições e as brancas ou pretas devem ser descartadas (BUSSOLOTI, 2008).

Para a composição da mistura, a proporção correta de areia e argila fica em torno de 1:1 até 2:1, já que proporções menores deixam a massa muito mole e com menor aderência. Para contornar essa dificuldade e melhorar a estabilidade da massa, pode-se: a) adicionar grãos, fibras, folhas secas e limpas à mistura, que podem conferir resistência mecânica semelhante à do tijolo de argila cozida, reduzindo custos (ACCHAR, BOULT, 2006; RODRIGUES, 2004); b) substituir a água por manipueira, líquido obtido do processamento da mandioca para a produção de farinha, o qual exerce também a proteção contra insetos por conter cianeto livre (SEBRAE, 2008); c)

adicionar cimento, cal ou cinzas, que acabam proporcionando uma liga mais resistente e mais durável (BRASIL, 2008; ALVAREZ, SEQUEIRA, COSTA, 2005), ou ainda d) acrescentar óleos vegetais, látex, seivas ou betume asfáltico, o que confere à mistura maior impermeabilidade e maior resistência às intempéries (RODRIGUES, 2004).

Independente da composição da mistura é necessário que as partículas que a compõem sejam homogêneas, o que se consegue por peneiramento e amassamentos repetidos a cada dois dias, deixando a mistura, nos intervalos, descansar à sombra, acrescentando-se água ou manipueira, para criar uma liga plástica, que permitirá moldá-la conforme a necessidade da obra (BUSSOLOTI, 2008).

4.2 A palha do Coqueiro

O coqueiro (*Cocus nucifera*) é considerado uma das plantas de maior importância econômica e social no mundo, especialmente nas regiões intertropicais, onde se constitui fonte alimentar e de renda para a população. O cultivo do coco, no Brasil, estende-se do Pará ao Rio de Janeiro, mas é a Região Nordeste que detém a maior produção, a qual sofre grandes oscilações, com aumento nos períodos chuvosos e redução acentuada na estiagem (SOBER, 2005).

O agronegócio do coco envolve diversos setores econômicos, que vão desde a agricultura até a construção civil sustentável, ecologicamente correta. Do fruto aproveitam-se todas as partes para culinária, indústria automobilística, movelaria, decoração, enquanto que as folhas são aproveitadas para fabricação de palitos de dentes e fósforos, combustível e artesanato, além da confecção de cercas e cobertura de casas (SOBER, 2005).

As folhas do coqueiro apresentam fibras extremamente longas, com espessura de 12 a 24 micra, resistentes e duráveis, além de ser inodora, resistente à umidade, não apodrecer, porque é constituída por escleroproteínas, e não produzir fungos, o que torna sua utilização na construção civil um atrativo (SENHORAS, 2003).

Em 2001, o Brasil ocupava o sexto lugar na produção mundial de coco, com uma área colhida de 252.531 hectares, depois de Filipinas, Indonésia, Índia, Sri Lanka e México. No entanto, na América do Sul, era considerado o maior produtor porque respondia por 69,2% do volume total produzido pelos países Venezuela, Colômbia, Guiana e Equador (CUENCA, 2007). Desde 1989, tem havido crescimento da cultura de coqueiros, para atender ao incremento da comercialização de coco verde devido ao aumento do mercado de água de coco (PIRES et al., 2004), assim sendo o uso da folha do coqueiro na construção civil sustentável, ecologicamente correta, para construção de cercas e telhados, é viável em longo prazo.

O preparo da palha de coqueiro para a construção rural faz-se desprezando aproximadamente um quarto do comprimento de cada extremidade da folha (Figura 2A), o que fornecerá um comprimento médio de 1,80 m a depender da variedade da espécie (Figura 2B).



(a)



(b)

Figura 2 – Preparo da palha de coqueiro para cobertura de construção, (a) corte das extremidades, (b) folha pronta para dobra dos talos (folíolos).

FONTE: Fotos do autor

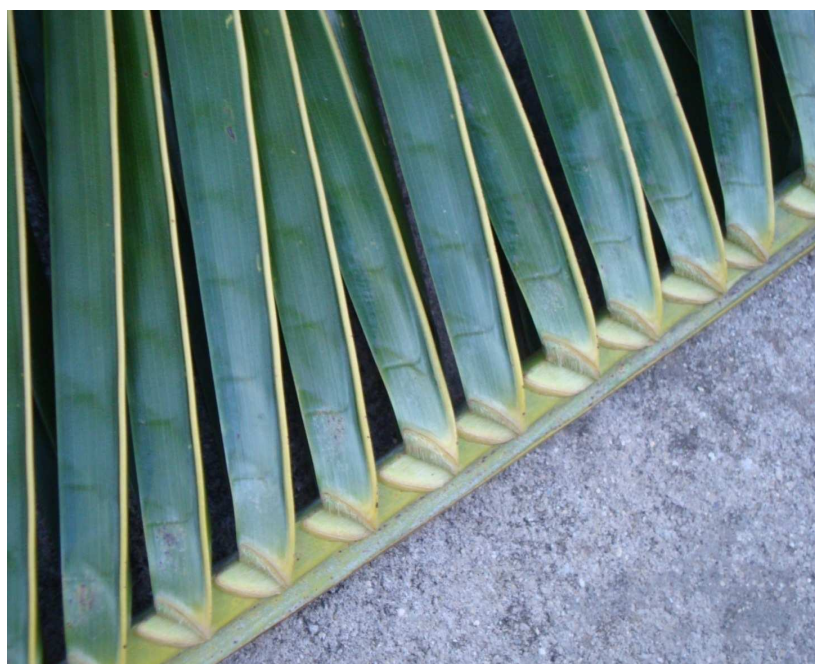


Figura 3 – Detalhe da base dos talos (folíolos) dobrados.

FONTE: Fotos do autor



Figura 4 – Palha de coqueiro dobrada na forma de pente para cobertura de telhado.
FONTE: Fotos do autor

As palhas são postas a secar ao sol, para que possam ser transadas na confecção da cobertura da construção, até que ainda estejam verdes na junção com a nervura central (Figuras 5 e 6).



Figura 5 – Palha de coqueiro seca, no ponto de ser usada para coberturas.
FONTE: Fotos do autor



Figura 6 – Detalhe da palha de coqueiro com secagem adequada e talos dobrados para confecção da cobertura.

FONTE: Fotos do autor

Para a confecção da cobertura do telhado, as palhas podem ser fixadas com cordão de sisal, com arame galvanizado ou ainda entremeando ripas finas de madeira, mantendo uma distância de aproximadamente 10 cm entre as nervuras (Figuras 6 e 7).



Figura 4 – Cobertura com palha de coqueiro lisa fixada ao madeirame do telhado com cordão de sisal

FONTE: Fotos do autor



Figura 5 – Cobertura com palha de coqueiro trançada fixada com pregos ao madeirame
FONTE: Fotos do autor

Em alguns locais do Brasil, como no Maranhão, o hábito local consiste em dispor uma primeira camada de palhas no sentido transversal do telhado, sobrepondo numa segunda camada de palhas, disposta no sentido longitudinal, para impedir que chuva de vento faça respingar água sobre os animais. Na região de Satuba usa-se a declividade de no mínimo 30% para provocar maior velocidade no deslocamento das águas e assim evitar o respingo.

4.3 O Saco de Fibras de Ráfia

O termo rafia refere-se tanto à fibra vegetal de palmeiras do gênero *Raphia*, quanto a fibras sintéticas de polipropileno, uma resina termoplástica introduzida no mercado em 1954, a qual se constitui na atualidade o terceiro termoplástico mais vendido no mundo, devido à constante evolução tecnológica do produto e de seu processo de polimerização e catalisação. A rafia da sacaria é produzida com o copolímero estatístico (ou aleatórios) do polipropileno, obtido através da adição de eteno ao propeno, cuja origem é o craqueamento da nafta com posterior desidrogenação do propano. Sua composição química lhe confere flexibilidade, resistência a choque e ruptura, pela absorção da energia do impacto, com baixa transparência (MONTENEGRO et al., 2000).

A produção das fibras de rafia é feita por extrusão, que consiste em fazer passar a massa polimérica moldável, por pressão, através de uma matriz com o perfil desejado. Por resfriamento em água, a peça extrusada solidifica-se progressivamente, permitindo a formação de camadas sobrepostas para a obtenção de laminados (SENNES et al., 2005).

Comercialmente, os sacos de rafia de polipropileno são confeccionados com tramas e urdumes bastante firmes para acondicionar produtos com granulação fina total de $76 \pm 10 \text{ g/m}^2$ e resistência longitudinal de 10 kgf/cm e são uma opção barata de

embalagem de farinha de trigo, açúcar, sal, arroz, adubos e rações (SENNES et al., 2005).

Apesar disso constituem material para descarte após o uso do conteúdo, como ocorre em padarias, empresas de beneficiamento de grãos e na agricultura (CYRBE, 2010), o que se constitui num problema de saúde pública, dado que sua durabilidade é estimada em 100 anos, pela inexistência de bactéria na natureza capaz de degradá-lo (SETI, 2010).

Ao considerar que as estimativas para 2012 são de um crescimento marginal de 73,68% na produção de sacos de ráfia para emprego na agricultura, na indústria de alimentos (responsável por 75% da demanda de sacos de ráfia) e em outros mercados, como o de bens duráveis, indústria química e bens não manufaturados, como areia (SENNES et al., 2005), a possibilidade do uso na construção civil, onde são empregados na técnica de superadobe, pode trazer grandes benefícios também ao meio ambiente.

A técnica de construção com sacos de ráfia consiste em enchê-los com terra seca, deixado aproximadamente 50 cm livres em cada extremidade, para que possa ser dobrada por baixo do saco. Os sacos de 60 kg, usados para acondicionamento de ração ou grãos, podem ser cheios diretamente com o auxílio da pá (Figura 8).



Figura 6 – Preenchimento de saco de ráfia de 60 kg, diretamente com pá
FONTE: Fotos do autor

Os sacos especiais para superadobe, acondicionados em rolos de 100 m, devem ser cheios com auxílio de um balde sem fundo, para assegurar que não sobre ar no saco. Nesse caso, após cortar a porção a ser utilizada, dobra-se a extremidade que ficará apoiada sobre o solo. Introduz-se o balde sem fundo na extremidade livre, que é enrugada em volta do balde, tomando o cuidado de deixar as laterais livres para que o balde possa deslizar sem resistência. À medida que o saco vai sendo preenchido pela terra, afasta-se o balde para dar espaço para mais terra, até que restem apenas os 50 cm terminais, que deverão ser dobrados sob o saco (Figura 9).



Figura 7 – Preenchimento de saco de ráfia longo, com auxílio de balde sem fundo
 FONTE: Fotos do autor

Uma vez posicionado o saco já cheio de terra no local em que se deseja, deve-se comprimir a terra com um pilão, para assegurar a homogeneidade do preenchimento e o nivelamento da estrutura, devendo-se pilar até que o saco esteja bem compacto (Figura 10).



Figura 8 – Pilagem de saco de ráfia longo¹
 FONTE: Fotos do autor

A cada duas ou três fieiras já piladas, devem-se colocar duas linhas de arame farpado, para manter a estrutura no prumo. Devem-se também pilar as laterais dos sacos, para aplainá-las o máximo possível, facilitando a colocação do reboco (Figura 11).

¹ Nota: Observar a participação de produtores da comunidade participando do trabalho com os alunos.



Figura 9 – Morador da comunidade pilando a lateral de saco de ráfia longo²
 FONTE: Fotos do autor

4.4 As embalagens PET

As embalagens PET levam este nome por serem confeccionadas com polietileno tereftalato, material conhecido como poliéster, um plástico de engenharia, desenvolvido pelos químicos britânicos Whinfield e Dickson, em 1941. Esse plástico que vem substituindo gradativamente materiais como o alumínio e o PVC. O PET é um poliéster obtido pela reação do ácido tereftálico ou do dimetiltereftálico com o etilenoglicol (WIKIPEDIA, 2010) (Figura 12).

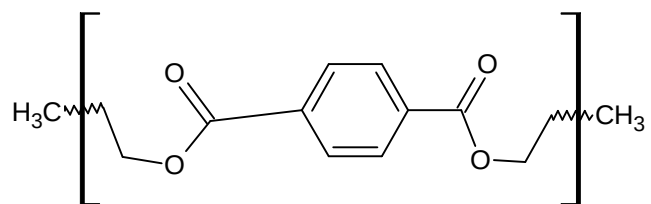


Figura 10 – Molécula do poli(etileno tereftalato), matéria prima das embalagens PET
 FONTE: Wikipedia (2010)

Essa composição química das embalagens PET confere leveza, transparência, impermeabilidade, alta resistência ao choque, porque está diretamente proporcional ao

² Nota: Observar, no segundo plano da foto, moradores da comunidade montando o saco de ráfia no balde sem fundo.

peso molecular da resina, ainda sendo insolúvel em água. A durabilidade de uma PET está, estimada em quatro a seis anos para uso industrial e 100 anos para degradação na natureza. Deixadas sobre o solo não são degradadas, pela inexistência, na natureza, de bactéria capaz de digerir-las (ABIPET, 2008).

A longa durabilidade transformou as embalagens PET em um problema de saúde pública. Constituem a classe de materiais com menor índice de reciclagem, dadas as restrições de reuso para embalagens de alimentos, exigindo, com isso, investimentos para utilização em escala industrial (SANTOS et al., 2004). Como a produção brasileira dessas embalagens aumentou em 270%, no período de 1996 a 2008, enquanto que apenas 47% foram reciclados pós-consumo, há a necessidade de empregá-las em outras atividades.

Severiano (2010), ao relatar a experiência feita na cidade de Espírito Santo, Rio Grande do Norte, se refere à construção de uma casa de 46 m² são consumidas 2.700 garrafas com custo total da obra orça em oito mil reais. O uso de garrafas PET além de baratear o custo da obra, se constitui num processo de reciclagem capaz de promover redução substancial das embalagens pós-consumo.

Na literatura internacional, há diversas publicações sobre construções com garrafas PET, analisando características de isolamento térmico (YESILATA et al., 2008), degradação das fibras de PET no interior da matriz de argamassa de cimento portland (SILVA et al., 2005), mas há poucas publicações detalhando o passo-a-passo da construção. Por esse motivo, optou-se por empregar o conteúdo disponível na rede Internet, em sítios oficiosos, direcionados para a construção com embalagens PET.

Na construção com embalagens PET, as garrafas são preenchidas com quaisquer sólidos como terra, areia, palha de arroz ou trigo e resíduos de compostagem, empregando-se uma varinha para preencher completamente o recipiente. O importante é que quanto mais seco o material, mais fácil se enchem as garrafas. Estas podem ser dispostas horizontalmente, fixadas diretamente na argamassa (Figura 13) ou fazendo a amarração com arame galvanizado, cordão de nylon ou de sisal, tanto nos gargalos, quanto na base da garrafa.



Figura 11 – Construção de parede com garrafas PET dispostas horizontalmente em meio à argamassa

FONTE: Severiano (2010)

Podem também ser dispostas verticalmente, em formas de madeira, preenchidas com a mistura de argamassa. A diferença básica entre essas disposições é a facilidade de construção de paredes curvas, quando as garrafas são dispostas horizontalmente (Figuras 12 e 13).



Figura 12 – Construção de base de coluna com garrafas PET dispostas horizontalmente em meio à argamassa
FONTE: Severiano (2010)



Figura 13 – Aspecto da obra concluída com garrafas PET dispostas horizontalmente em meio à argamassa³
FONTE: Severiano (2010)

³ NOTA: Observar a construção de paredes curvas

4.5 Os Pneus Usados de Veículos Automotores

Pneu ou pneumático é o componente de um sistema de rodagem, constituído de elastômeros, produtos têxteis, aço e outros materiais que, quando montado em uma roda de veículo e contendo fluido(s) sobre pressão, transmite tração dada a sua aderência ao solo; sustenta elasticamente a carga do veículo e resiste à pressão provocada pela reação do solo (BRASIL, 2009, p. 66).

Desde 1845, quando Thompson criou o pneu de borracha, a partir do aprimoramento da descoberta casual do processo de vulcanização da borracha por Charles Goodyear, em 1839, a indústria de pneus vem buscando melhoramento das propriedades da borracha natural, incorporando a ela maior resistência à abrasão, elasticidade e durabilidade. Esses ganhos permitiram um crescimento vertiginoso da indústria de transporte de cargas e pessoas (ANDRADE, 2007).

Atualmente, além da borracha sintética, os pneus são fabricados com vários outros componentes para aumentar seu tempo de vida útil, pois são *“projetados e fabricados para durar em situações físicas, químicas e térmicas extremas (...) necessárias ao desempenho e segurança, confeccionado para serem indestrutíveis”* (KAMIMURA, 2004, p. 9).

A estrutura básica do pneu inclui, da parte mais interna para a mais externa, a calandragem, o talão, a carcaça, os flancos e a banda de rolamento (Figura 16). A calandragem é um revestimento interno, especial para os pneus sem câmara de ar, cuja composição química permite a saída do ar lentamente, em caso de perfuração, para conferir maior segurança (ANDRADE, 2007). O talão é formado por vários arames de aço de alta resistência, dispostos paralelamente, e recobertos por borracha, para conferir o acoplamento do pneu ao aro da roda (GOMES FILHO, 2007). A carcaça de lona, parte interna do pneu, é constituída por lonas de poliéster, náilon, fibra de *aramid*, fibra de vidro, aço, borracha natural e sintética, incorporando também outros compostos como carbono, sílica, resinas antidegradantes, sais de cobalto, enxofre, aceleradores de cura. Os flancos protegem a carcaça e são constituídos por borracha de alto grau de flexibilidade, enquanto que a banda de rolamento, parte do pneu que entra em contato com a pista de rolamento, é formada por borracha vulcanizada (GOMES FILHO, 2007; ANDRADE, 2007).

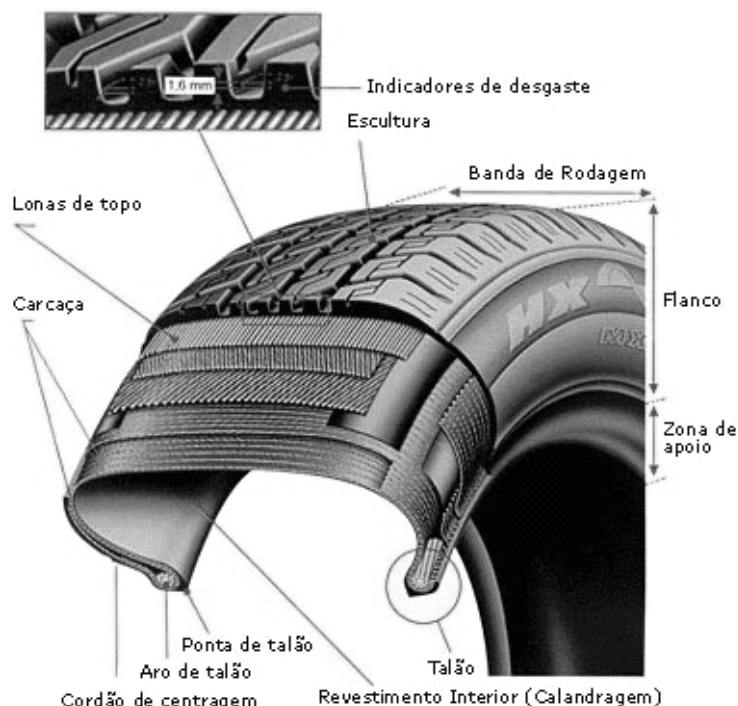


Figura 14 – Estrutura de um pneu radial (veículo de passeio)

FONTE: www.informenews.com/Auto/auto_pneus_arquivos/pneus%205.jpg

Considerando a diversidade de materiais empregados na construção de pneus, o descarte das peças inservíveis é um grande desafio ambiental. A Associação Nacional de Indústria de Pneumáticos (ANIP, 2010) estima que, em 2009, foram produzidos 53,811 milhões de pneus, no Brasil. Apesar da legislação emanada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e pelo Instituto Nacional do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), determinando a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e da atualização dessa legislação em 2010, acompanhando o movimento mundial (BRASIL, 2009; IBAMA, 2010), pesquisa realizada na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, em 2009, sobre reciclagem de pneus, identificou que 68% dos pneus usados são considerados inservíveis e, do montante servível, ou seja, passível de recauchutagem, em 2006, apenas 30,3% das metas de reciclagem de pneus foi cumprida por fabricantes e importadores. Essa estatística dá uma idéia, ainda que grosseira, do montante de pneus inservíveis e não utilizados deixados na natureza (LAGARINHOS, TENÓRIO, 2009).

Lagarinhos e Tenório (2009) comparam a legislação para reciclagem de pneus em diversos países, incluindo Brasil, Estados Unidos, Comunidade Européia e Japão, demonstrando as destinações finais (Quadro 1), o que deixa perceber que muito se tem para disciplinar essa reciclagem no Brasil, do que deriva a necessidade de desenvolver outros usos de pneus inservíveis.

Deve-se observar no Quadro 1 que, dentre as opções de destinação, constam a utilização de pneus usados como combustíveis alternativos, mas Shakya et al. (2006) comprovaram a contaminação do meio ambiente por altas concentrações de metais pesados altamente tóxicos, como cádmio, cromo, ferro, chumbo, zinco, derivados da queima de pneus. O descarte em aterros sanitários também leva à contaminação do solo, embora em menor escala que a queima, além de exigir a ocupação de uma grande área, que se torna inservível para outros fins.

No que diz respeito ao objetivo desta dissertação, é importante ressaltar que, diferente dos países que são os maiores produtores de pneumáticos no mundo, no Brasil, a destinação final de pneus para a construção civil ainda não é regulamentada, mesmo considerando as experiências de sucesso de outros países (ANDRADE, 2007).

Destinação final	Brasil	Estados Unidos	Comunidade Européia	Japão
Utilização de pneus usados como combustíveis alternativos	Parcialmente regulamentada	Regulamentada	Regulamentada	Regulamentada
Aterros	Não aceito (com exceção)	Aceito em alguns estados	Pneus inteiros até 2003 e triturados até 2006	Não aceito
Reutilização	Não aceito	Aceito	Aceito	Aceito
Exportação (Pneus usados)	Não aceito	Aceito	Aceito	Aceito
Construção civil	Não regulamentada	Regulamentada	Regulamentada	Regulamentada
Reforma (recauchutagem, recapagem e remoldagem)	Não Regulamentada	Não Regulamentada	Regulamentada	Regulamentada
Taxas e incentivos	Não existe	Existente em alguns estados	Existente em alguns países	Existente
Base de cálculo para a reciclagem de pneus	(Produção + Importação – Exportação) X %	Disponibilidade efetiva (mercado de reposição)	Disponibilidade efetiva (mercado de reposição)	Disponibilidade efetiva (mercado de reposição)
% cumprimento das metas para a reciclagem de pneus	Fabricantes: 28,61% (2005) e 30,3% (2006) Importadores: 1,87% (2005) e 11,45% (2006)	86,6% em quantidade de pneus (2005)	87% (2005) (em peso)	100% em quantidade de pneus (2007)

Quadro 1 – Comparação da legislação para a reciclagem de pneus no Brasil, Estados Unidos, Comunidade Européia e Japão

FONTE: Adaptado da Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (2005)

Hunter e Kiffmeyer (2010) relatam as experiências vivenciadas, em 2004, em San Juan Comalapa, Chimaltenango, e, em 2008, na Guatemala, de construção de casas com piso e paredes de pneus inservíveis. Em cada uma foram usados 250 pneus e 216 garrafas PET, o que promoveu grande redução de custo, além do impacto ambiental positivo. No entanto esses não são os únicos relatos. Pesquisa nos sítios da Internet deixa identificar relatos de tais casas também nos estados de Nova York, Virgínia e Ohio, nos Estados Unidos, além de Alemanha, França e Portugal. Nos estados do Maranhão, Amazonas, Paraíba, Rio Grande do Sul e Rio Grande do Norte, no Brasil, há projetos em andamento para construção de casas ecológicas, mas, para construção rural, ainda são incipientes as experiências.

Na construção civil, rural ou urbana, pneus inservíveis podem ser usados para construção de muros de contenção, muros de arrimo, paredes e alicerces (Figura 17).

Qualquer que seja o uso, os pneus devem ser preenchidos com terra pilada, para que não sobre ar preso na mistura.



Figura 15 – Base de aprisco em construção, feita com pneus usados⁴

FONTE: Fotos do autor

⁴ Nota: Observar, no segundo plano da foto, alunos pilando saco de rafia de 60 kg.

5 EXPERIÊNCIAS DE UTILIZAÇÃO DE BIOCONSTRUÇÃO

As construções em terra crua incluem a taipa de mão ou pau-a-pique, a taipa de pilão, o adobe, o superadobe, o COB e o ferrocimento. Em todas elas é extremamente importante levar em consideração o tipo de solo em que serão construídas, pois é com esse solo que a argamassa ou as estruturas serão confeccionadas.

O guia de construção com terra da Nova Zelândia, onde esse tipo de construção com terra crua é comum, dada sua resistência e durabilidade, apresenta um processo de cálculo de mistura muito útil e de fácil uso. A partir do teste do “pote de maionese”, em que você mistura o solo com água e observa as camadas de sedimentação, é possível, ainda que grosseiramente, identificar a proporção ideal de mistura. No fundo do pote estarão as partículas mais pesadas de cascalho e areia grossa, logo em seguida areia fina, segue-se uma mistura de barro e silte e depois a de argila. Acima dela estará a água e boiando, o material orgânico, que não lhe interessa. As proporções ideais dessas camadas são 5% a 50% de argila, 20% a 55% de silte, 45% a 80% de areia e qualquer proporção de cascalho, porque este ficará retido na peneira (SMITH, 2008) (Figura 18A).

Com base nessa análise do “pote de maionese”, você poderá observar no triângulo da Figura 18B, o percentual da composição do solo e qual a melhor mistura para atingir a área hachurada, que corresponde à mistura ideal (SMITH, 2008).

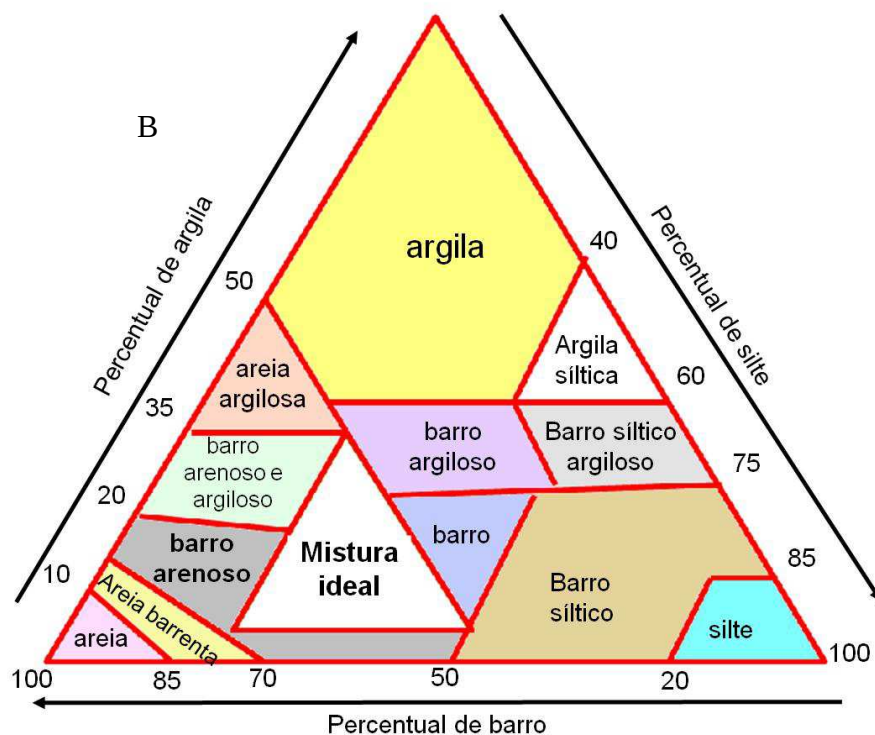
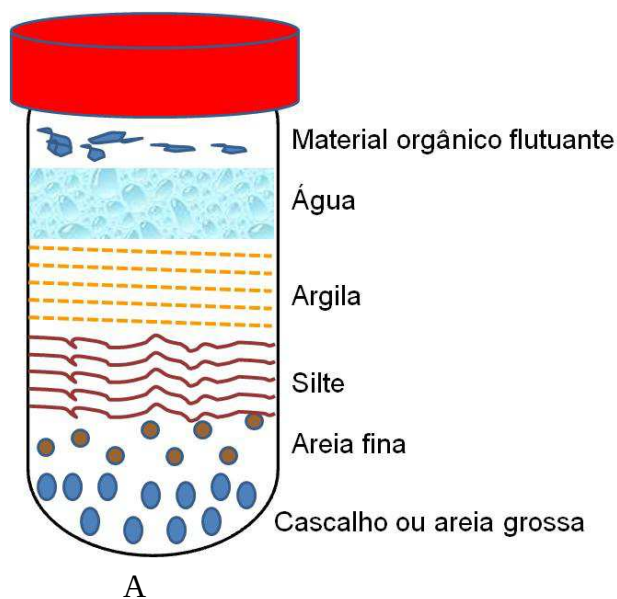


Figura 16 – Teste do pote de maionese e esquema de escolha da proporção argila, areia, barro para composição do barro.

FONTE: Adaptado de Smith (2008)

Com base nas experiências obtidas no desenvolvimento do presente trabalho foram elaborados os procedimentos descritos a seguir para os diversos tipos de materiais alternativos estudados. A descrição dos procedimentos técnicos foi realizada de modo a ser transformada em material didático que possa ser usado não só pelos alunos do curso de agropecuária, bem como em processo de autoconstrução pelas comunidades rurais da região de Satuba.

5.1 Pau-a-pique, Taipa de Mão ou Taipa de Sopapo

MATERIAIS

Pedra, galhos, barrote, cordão de sisal, arame galvanizado ou pregos, argila, areia e cal

FERRAMENTAS

Pés, mãos, torquês (se for usar arame galvanizado) ou martelo (se for usar prego), pá e enxada

- *Escolha do local da construção*

Na definição da posição em que a construção será edificada, deve ser considerada a máxima utilização das técnicas de conforto ambiental, posicionamento em relação ao sol e o vento, para assegurar a proteção da construção contra o calor, a ventilação correta e a proteção das paredes da chuva e, com isso, contribuir para a saúde animal.

Para tanto, deve haver proteção na posição de maior incidência solar, para impedir que os raios incidam diretamente sobre a parede e permitir sombreamento. Isso pode ser conseguido com a construção de varanda larga ou do planejamento da construção em área com árvores que promovam o sombreamento adequado, aproveitando a vegetação nativa, nos locais de baixa oferta de água (BRASIL, 2008; SILVA, 2000).

- *Fundação*

As características técnicas da fundação devem ser obedecidas, aumentando a segurança da construção e evitando umidade nas paredes. Para isso a fundação deve ser construída com terra compactada, mistura de cimento, argila e areia (na proporção de uma lata de cimento para 10 da mistura argila-areia) ou pedras, com uma largura de 20 cm, maior que a espessura das paredes a serem construídas, deixando 10 cm de cada lado. Também é importante que a fundação esteja aproximadamente a 15 cm acima do nível do solo, para evitar que as paredes absorvam umidade e permitir que as paredes fiquem secas e seguras (BRASIL, 2008).

Uma boa fundação para construção com taipa exige vigas baldrames que possam além de receber as cargas, soerguer a casa, ao mesmo tempo em que servem de base para as paredes. Neste caso, as vigas estão enterradas até a metade no solo, o restante mais ou menos 50 cm, fica para cima. Nesta face, as vigas possuem calhas de 30 cm de profundidade, onde receberão as paredes (BUSSOLOTI, 2008).

- *Preparo da estrutura*

As ripas na taipa de pau-a-pique servem como amarração para formar as paredes. Elas devem ser presas vertical e horizontalmente entre si, para formar uma tela com aberturas quadrangulares de mais ou menos 10 cm. Estas telas devem ser fixadas aos pilares de canto, de centro, às vigas e serem apoiadas na calha das vigas baldrames (BUSSOLOTI, 2008).

Para se fazer a trama de madeira ou bambu, interna à parede, colocam-se os tocos de madeira, perpendicular ao baldrame, ou seja, na posição vertical. Esses tocos são fixados um ao outro por meio de furos ou pregos, tendo um espaçamento de, pelo menos, um palmo (SILVA, 2000).

Para se fazer o ripamento horizontal, são fixados a estes tocos verticais, outros mais finos, posicionados horizontalmente, de dois a dois, passando de um lado e de outro, no mesmo nível ou alternadamente. Pode-se utilizar, nesse caso, o bambu cortado ao meio, em meia-cana, ou em quatro partes. Estes são amarrados com cipó ou couro, ou fixados com prego, ou mesmo, com ambos. Devem-se deixar os vãos das portas e janelas livres ao fazer o madeiramento (SILVA, 2000) (Figuras 19 e 20).

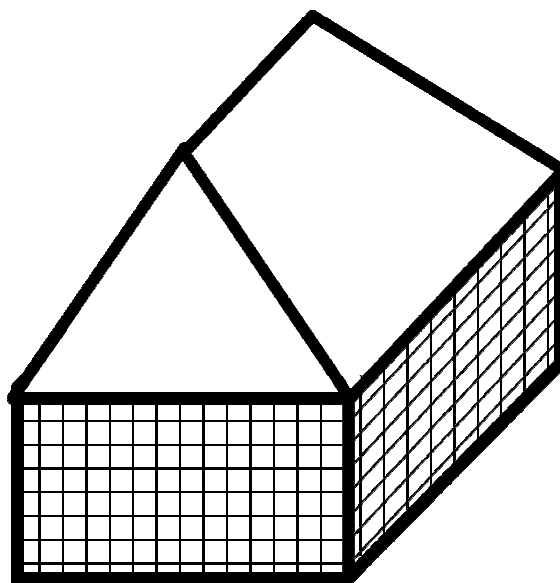


Figura 17 – Estrutura base da construção de uma casa de taipa de mão.
FONTE: Adaptado de Brasil (2008)

Depois de montada as tramas, são abertos os locais das portas e janelas.

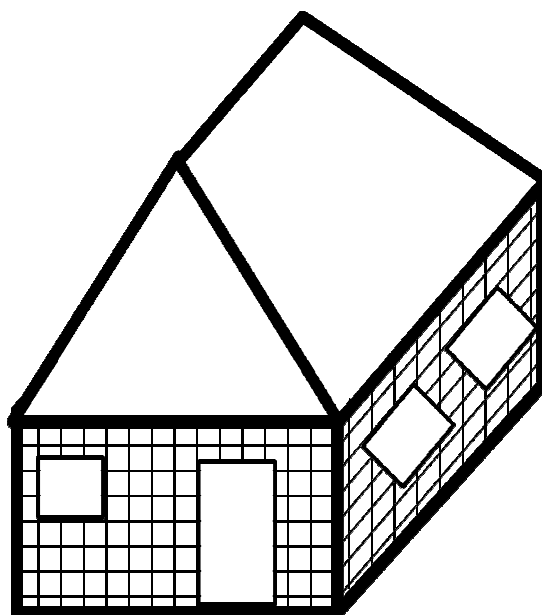


Figura 18 - Estrutura base da construção de uma casa de taipa de mão, com o lugar das portas e janelas.
FONTE: Adaptado de Brasil (2008)

- *O barreamento*

A massa do barro para a construção em pau-a-pique deve ser bastante argilosa e liguenta. Isso causa problemas, pois a argila sofre uma retração quando seca, causando rachaduras na parede. Esse problema pode ser solucionado com a terceira camada de revestimento, pois o cimento ou a cal e a areia têm efeito neutralizador sobre a retração da argila (SILVA, 2000).

Depois que a trama de madeira estiver pronta, deve-se jogar o barro sobre ela. O barro deve vedar os buracos da trama, cobrindo-a por inteiro. Depois de jogado, o barro deve ser apertado sobre a parede, com as mãos. Esta fase é chamada de barreamento, e, em comunidades, costuma ser a fase mais festiva da construção (SILVA, 2000).

Segundo Silva (2000) o barreamento se divide nas seguintes camadas:

- 1ª camada – é a que cobre a trama vertical, deixando o ripamento horizontal aparente. A esta camada devem-se seguir as demais para evitar que a madeira fique exposta a intempéries e possa apodrecer. A primeira camada deve ser bem compacta para evitar a penetração de insetos e a proliferação de fungos, o que se consegue retirando o ar contido no barro. Esse procedimento também reduz o aparecimento de fissuras.
- 2ª camada – esta cobre o ripamento horizontal, deixando a superfície da parede inteiriça, sem divisões, e protege o madeiramento todo. Também deve-se tomar o cuidado de compactar o barro, retirando o ar aprisionado.

- *Revestimento interno e externo*

Esta é a terceira camada de barreamento, muito importante e feita com uma mistura do barro a um elemento estabilizador, como fibras, manipueira, cal ou cimento. Esta camada confere maior resistência às paredes, protege-as da chuva e da instalação de insetos e roedores, além de tapar as rachaduras. É a camada que dá à construção a aparência de uma casa convencional, para o caso de o morador fazer questão de que sua casa tenha a estética convencional (SILVA; CARVALHO, 2006).

O revestimento das construções em terra crua tem função estética e técnica, que consiste em garantir a proteção das paredes sobre as quais está aplicado para evitar que se degradem, função esta que é mais importante que a durabilidade do próprio revestimento.

O revestimento precisa facilitar as trocas entre o meio ambiente e as paredes. Assim, quando chove, ocorre a penetração de água nas paredes, a qual deve evaporar com o aumento da temperatura do meio ambiente. Esse processo acarreta a concentração de sais solúveis contidos na argila, promovendo um ciclo de dissoluções e cristalizações sucessivas (RODRIGUES, 2004).

Se o revestimento final (pintura) é feito com material que impede a evaporação da água das paredes, os sais solúveis tendem a se concentrarem na interface parede/revestimento, promovendo o destacamento deste e consequente erosão da parede. Por esse motivo, a caiçação com cal natural e areia se constitui no melhor revestimento para paredes de terra crua, porque a caiçação passa a fazer parte integrante da parede, contribuindo para sua proteção, além de exercer a função estética. Quando for economicamente viável, podem-se empregar também tintas à base de silicato de potássio ou de sódio, coloridas com pigmentos inorgânicos (terra), porque apresentam propriedades intermediárias entre a caiçação e as tintas à base de solventes, as quais tendem ao empolamento e destacamento da parede (SILVA; CARVALHO, 2006).

Timmermann et al. (2003) recomendam o uso de reboco natural, sem cimento, composto por areia e argila, na proporção de 4:1, palha seca, estrume fresco e óleo

queimado de veículos automotores ou polvilho. O chapisco das paredes é feito em três camadas:

- Primeira camada – constituída por uma parte da mistura areia argila, com consistência pastosa obtida pela adição de água e aplicada com a mão, preenchendo os espaços vazios.
- Segunda camada – após a secagem da primeira camada, se a superfície da parede estiver irregular, poderá ser emparelhada com uma mistura de três partes de barro e uma parte de palha seca, dissolvida em água, com consistência maior que a do chapisco. A mistura é aplicada com a mão sobre o chapisco previamente molhado.
- Terceira camada – após a secagem da segunda camada, faz-se o acabamento com uma mistura de uma parte de barro com uma parte de estrume fresco, dissolvidos em água, com consistência suficiente para ser aplicado com colher de pedreiro, sobre a superfície previamente molhada. Essa mistura deve ser adicionada de óleo queimado de veículo automotor para o reboco externo, o que permite impermeabilização da estrutura, ou de polvilho, para reboco interno, o que enseja um acabamento esteticamente mais agradável. A estrutura pode ser alisada com esponja úmida (TIMMERMANN et al., 2003)

- *Cobertura*

Para proteção das paredes contra a chuva, está indicado beiral largo, passando 0,50 m a 1 m da superfície das paredes, assim como telhado com grande inclinação, para deslizamento rápido da água, o que pode proteger contra infiltrações.

A cobertura pode ser feita com palha de coqueiro, conforme descrito no item 5.2 (Figura 21).



Figura 19 – Construção de pau-a-pique com cobertura de palha de coqueiro

FONTE: www.treklens.com

As paredes de pau-a-pique caracterizam-se por sua leveza e pouca espessura de 15 cm a 20 cm, podendo ser usada tanto para paredes externas como para paredes internas das construções, e também para pavimentos elevados (SILVA, 2000).

5.2 Taipa de Pilão

MATERIAIS

Pedra, galhos, barro, pregos, argila, areia e cal

FERRAMENTAS

Pés, martelo, pá, enxada, pilão e serrote

- *Escolha do local da construção*

Na definição da posição em que a construção será edificada, deve ser considerada a máxima utilização das energias da natureza, como o sol e o vento, para assegurar a proteção da construção contra o calor, a ventilação correta e a proteção das paredes da chuva e, com isso, contribuir para a saúde animal.

Para tanto, deve haver proteção na posição de maior incidência solar, para impedir que os raios incidam diretamente sobre a parede e permitir sombreamento. Isso pode ser conseguido com a construção de varanda larga ou do planejamento da construção em área com árvores com muitas folhas, aproveitando a vegetação nativa, nos locais de baixa oferta de água (BRASIL, 2008; SILVA, 2000).

- *Fundação*

Como já dito quanto as fundações para construção de pau-a-pique, as características técnicas da fundação devem ser obedecidas, aumentando a segurança da construção e evitando umidade nas paredes. Para isso a fundação deve ser construída com terra compactada, mistura de cimento, argila e areia (na proporção de uma lata de cimento para 10 da mistura argila-areia) ou pedras, com uma largura de 20 cm, maior que a espessura das paredes a serem construídas, deixando 10 cm de cada lado. Também é importante que a fundação esteja aproximadamente a 15 cm acima do nível do solo, para evitar que as paredes absorvam umidade e permitir que as paredes fiquem secas e seguras (BRASIL, 2008).

Uma boa fundação para construção com taipa exige vigas baldrame que possam além de receber as cargas, soerguer a casa, ao mesmo tempo em que servem de base para as paredes. Neste caso, as vigas estão enterradas até a metade no solo, o restante mais ou menos 50 cm, fica para cima (BUSSOLOTI, 2008).

- *Preparo do barro*

Prepara-se uma mistura de argila e areia na proporção de 1:1 ou 1:2, a qual deve ser bem misturada, usualmente com os pés. Essa mistura deve ser mantida úmida, com água ou manipueira, para evitar a formação de fissuras.

- *Preparo da estrutura*

Sobre a fundação, levanta-se uma estrutura com tábuas de madeira que servem para fechar lateralmente a forma (taipal), que é sustentada por barrotes, nas laterais. Os taipais variam de 1 m a 1,5 m de altura e de 2 m a 4 m de comprimento e lembram uma caixa sem fundo (BUSSOLOTI, 2008).

O taipal é cheio com o barro misturado, e socado com um pilão dentro do taipal, ressaltando que quanto mais compacta a mistura, maior a durabilidade da parede, assim como maior a impermeabilidade. Depois que a forma estiver cheia e compactada, é deixada para secar (BRASIL, 2008).

Depois de seca, o taipal é retirado e construído acima da estrutura pronta, delimitando a segunda fiada. O processo é repetido até que se atinja a altura desejada, lembrando de planejar a posição de portas e janelas (Figura 22).



Figura 20 – Estrutura do taipal, na segunda fiada de uma construção de taipa de pilão

FONTE: organicaarquitectura.blogspot.com/2009/04/taip...

- *Revestimento interno e externo*

O revestimento das construções em terra crua tem função estética e técnica, que consiste em garantir a proteção das paredes sobre as quais está aplicado para evitar que se degradem, função esta que é mais importante que a durabilidade do próprio revestimento.

O revestimento precisa facilitar as trocas entre o meio ambiente e as paredes. Assim, quando chove, ocorre a penetração de água nas paredes, a qual deve evaporar com o aumento da temperatura do meio ambiente. Esse processo acarreta a concentração de sais solúveis contidos na argila, promovendo um ciclo de dissoluções e cristalizações sucessivas (RODRIGUES, 2004).

Se o revestimento (pintura) é feito com material que impede a evaporação da água das paredes, os sais solúveis tendem a se concentrarem na interface parede/revestimento, promovendo o destacamento deste e consequente erosão da parede. Por esse motivo, a caiação com cal natural e areia se constitui no melhor revestimento para paredes de terra crua, porque a caiação passa a fazer parte integrante da parede, contribuindo para sua proteção, além de exercer a função estética. Quando for economicamente viável, podem-se empregar também tintas à base de silicato de potássio ou de sódio, coloridas com pigmentos inorgânicos (terrosos), porque apresentam propriedades intermediárias entre a caiação e as tintas à base de solventes, as quais tendem ao empolamento e destacamento da parede (SILVA, 2000).

Timmermann et al. (2003) recomendam o uso de reboco natural, sem cimento, composto por areia e argila, na proporção de 4:1, palha seca, estrume fresco e óleo queimado de veículos automotores ou polvilho. O chapisco das paredes é feito em três camadas:

- Primeira camada – constituída por uma parte da mistura areia argila, com consistência pastosa obtida pela adição de água e aplicada com a mão, preenchendo os espaços vazios.
- Segunda camada – após a secagem da primeira camada, se a superfície da parede estiver irregular, poderá ser emparelhada com uma mistura de três partes de barro e uma parte de palha seca, dissolvida em água, com consistência maior que a do chapisco. A mistura é aplicada com a mão sobre o chapisco previamente molhado.
- Terceira camada – após a secagem da segunda camada, faz-se o acabamento com uma mistura de uma parte de barro com uma parte de estrume fresco, dissolvidos em água, com consistência suficiente para ser aplicado com colher de pedreiro, sobre a superfície previamente molhada. Essa mistura deve ser adicionada de óleo queimado de veículo automotor para o reboco externo, o que permite impermeabilização da estrutura, ou de polvilho, para reboco interno, o que enseja um acabamento esteticamente mais agradável. A estrutura pode ser alisada com esponja úmida (TIMMERMAN et al., 2003)

- *Cobertura*

Para proteção das paredes contra a chuva, está indicado beiral largo, passando 50 cm a 1 m da superfície das paredes, assim como telhado com grande inclinação, para deslizamento rápido da água, o que pode proteger contra infiltrações.

A cobertura pode ser feita com palha de coqueiro, conforme descrito no item 5.2, mas essa estrutura comporta também telhado com telhas de cerâmica ou telhas PET.

5.3 Adobe

MATERIAIS

Madeira, pregos, argila, areia, palha, água ou manipueira e cal

FERRAMENTAS

Pés, mãos, martelo, pá, enxada, pilão e serrote

- *Escolha do local da construção*

Como já dito, na definição da posição em que a construção será edificada, deve ser considerada a máxima utilização das energias da natureza, como o sol e o vento, para assegurar a proteção da construção contra o calor, a ventilação correta e a proteção das paredes da chuva e, com isso, contribuir para a saúde animal.

Para tanto, deve haver proteção na posição de maior incidência solar, para impedir que os raios incidam diretamente sobre a parede e permitir sombreamento. Isso pode ser conseguido com a construção de varanda larga ou do planejamento da construção em área com árvores com muitas folhas, aproveitando a vegetação nativa, nos locais de baixa oferta de água (BRASIL, 2008; SILVA, 2000).

- *Fundação*

As características técnicas da fundação devem ser obedecidas, aumentando a segurança da construção e evitando umidade nas paredes. Para isso a fundação deve ser construída com terra compactada, mistura de cimento, argila e areia (na proporção de uma lata de cimento para 10 da mistura argila-areia) ou pedras, com uma largura de 20 cm, maior que a espessura das paredes a serem construídas, deixando 10 cm de cada lado. Também é importante que a fundação esteja aproximadamente a 15 cm acima do nível do solo, para evitar que as paredes absorvam umidade e permitir que as paredes fiquem secas e seguras (BRASIL, 2008).

Uma boa fundação para construção com taipa exige vigas baldrame que possam além de receber as cargas, soerguer a casa, ao mesmo tempo em que servem de base para as paredes. Neste caso, as vigas estão enterradas até a metade no solo, o restante mais ou menos 50 cm, fica para cima (BUSSOLOTI, 2008).

- *Preparo do barro*

Coloca-se água e depois amassa-se a terra com os pés, até obter uma mistura homogênea e plástica, que permita que a massa seja moldável. Além de terra e água ou manipueira, utiliza-se o capim cortado, que funciona como estabilizador, uma amarração, além de garantir excelente conforto térmico (BRASIL, 2008).

Depois que ele já estiver atingido a consistência ideal, deve-se deixá-lo descansar durante dois dias, protegido para que não se molhe mais com água da chuva. Depois de dois dias, deve-se bater o barro de novo e colocá-lo na fôrma de madeira, não sem antes molhá-la para que a madeira não a sugar a água da massa. Nivelá-se a massa com uma régua, depois retira-se o tijolo da fôrma com cuidado para não quebrá-lo. Se o tijolo se deformar, então a massa está muito úmida, acrescenta-se barro, se o tijolo se rachar, então a massa está muito seca, acrescenta-se água. Deve-se acrescentar também areia e palha à massa para ambos os casos (SILVA, 2000).

- *Preparo da estrutura*

Devem ser construídas formas de madeira, com 40 cm de comprimento, 20 cm de largura e 15 cm de altura (Figura 23).

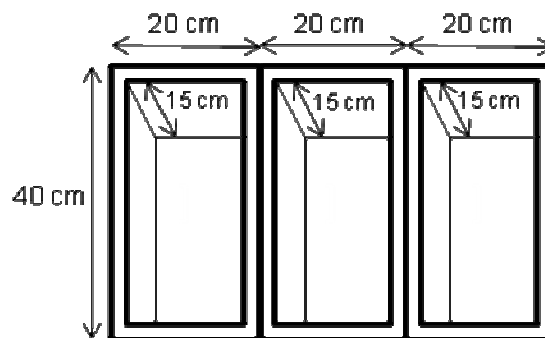


Figura 21– Formas de madeira para a construção do tijolo de adobe

FONTE: Adaptado de BRASIL (2008)

Depois de amassado, o barro é colocado nas formas de madeira, que devem estar molhadas, para que a terra não fique grudada nas paredes da mesma. Quanto mais forte for o lançamento do barro no molde, melhor serão a compactação e a resistência da peça, assim como maior a proteção contra a proliferação de fungos e a penetração de insetos e roedores. A superfície pode ser uniformizada com a mão, com uma madeira, com uma palheta ou com um arame.

Devem-se deixar os tijolos secarem sem tocar um no outro. Arrumam-se todos no chão e deixa-se secar durante três dias, para dias ensolarados, ou cinco dias, para dias chuvosos. Só se devem empilhar os tijolos depois de duas semanas. Depois de quatro semanas, devem-se testar os tijolos da seguinte maneira: coloca-se um tijolo de adobe apoiado em outros dois, e sobe-se em cima dele. Ele deve resistir. Se não resistir, então deve-se acrescentar mais argila à massa (SILVA, 2000).

A vantagem do adobe é que as formas podem ser confeccionadas com diversos formatos, desde que se obedecem às proporções das mesmas para assegurar a resistência da estrutura (SILVA, 2000). Essas proporções são: comprimento, de 40 cm a 50 cm, largura de 19 cm a 24 cm e altura de 12 cm a 16 cm. Embora possam ser utilizadas outras dimensões do tijolo, o ideal é que o comprimento seja duas vezes maior que a largura, porque fora desse padrão é necessário mais atenção no preparo da mistura e no processo de secagem. Isso explica porque nas construções rurais brasileiras as medidas mais comuns são 20x20x40 cm (BUSSOLOTI, 2008; SILVA, 2000) (Figura 24).



Figura 22 – Produção artesanal dos tijolos de adobe

FONTE: Vicelmo (2006)

- *Revestimento interno e externo*

Para assentar os tijolos de adobe, usa-se a mesma massa utilizada para confeccioná-los, não devendo conter pedras. A espessura da massa entre os tijolos deve ser de 1 cm a 2 cm, ou um dedo. Como no tijolo comum, deve-se ter sempre o cuidado de que a camada seguinte de tijolo seja sempre transpassada à camada anterior, em sistema usual de amarração de paredes, ou pode-se utilizar o sistema de assentamento de quatro tijolos por vez, de modo a construir a parede com a espessura referente a dois tijolos (SILVA, 2000) (Figura 25).



Figura 23 – Assentamento dos tijolos de adobe com a mesma massa que os constituem
FONTE: Vicelmo (2008)

Deve-se fazer um reforço contínuo de madeira sobre portas e janelas, como se fosse uma verga contínua, e também em cada quina da casa e, sobre esta, assentam-se duas a quatro fiadas de tijolo. Ao terminar de construir as paredes, deve-se fazer um acabamento sobre elas, com a mesma massa que as construiu (SILVA, 2000).

O revestimento das construções em terra crua tem função estética e técnica, que consiste em garantir a proteção das paredes sobre as quais está aplicado para evitar que se degradem, função esta que é mais importante que a durabilidade do próprio revestimento.

O revestimento precisa facilitar as trocas entre o meio ambiente e as paredes. Assim, quando chove, ocorre a penetração de água nas paredes, a qual deve evaporar com o aumento da temperatura do meio ambiente. Esse processo acarreta a concentração de sais solúveis contidos na argila, promovendo um ciclo de dissoluções e cristalizações sucessivas (RODRIGUES, 2004).

Se o revestimento final (pintura) é feito com material que impede a evaporação da água das paredes, os sais solúveis tendem a se concentrarem na interface parede/revestimento, promovendo o destacamento deste e consequente erosão da parede. Por esse motivo, a caiacção com cal natural e areia se constitui no melhor revestimento para paredes de terra crua, porque a caiacção passa a fazer parte integrante da parede, contribuindo para sua proteção, além de exercer a função estética. Quando for economicamente viável, podem-se empregar também tintas à base de silicato de potássio ou de sódio, coloridas com pigmentos inorgânicos (terra), porque apresentam propriedades intermediárias entre a caiacção e as tintas à base de solventes, as quais tendem ao empolamento e destacamento da parede (SILVA, 2000).

Timmermann et al. (2003) recomendam o uso de reboco natural, sem cimento, composto por areia e argila, na proporção de 4:1, palha seca, estrume fresco e óleo queimado de veículos automotores ou polvilho. O chapisco das paredes é feito em três camadas:

- Primeira camada – constituída por uma parte da mistura areia argila, com consistência pastosa obtida pela adição de água e aplicada com a mão, preenchendo os espaços vazios.
- Segunda camada – após a secagem da primeira camada, se a superfície da parede estiver irregular, poderá ser emparelhada com uma mistura de três partes de barro e uma parte de palha seca, dissolvida em água, com consistência maior que a do chapisco. A mistura é aplicada com a mão sobre o chapisco previamente molhado.
- Terceira camada – após a secagem da segunda camada, faz-se o acabamento com uma mistura de uma parte de barro com uma parte de estrume fresco, dissolvidos em água, com consistência suficiente para ser aplicado com colher de pedreiro, sobre a superfície previamente molhada. Essa mistura deve ser adicionada de óleo queimado de veículo automotor para o reboco externo, o que permite impermeabilização da estrutura, ou de polvilho, para reboco interno, o que enseja um acabamento esteticamente mais agradável. A estrutura pode ser alisada com esponja úmida (TIMMERMAN et al., 2003)

- *Cobertura*

Para proteção das paredes contra a chuva, está indicado beiral largo, passando 50 cm a 1 m da superfície das paredes, assim como telhado com grande inclinação, para deslizamento rápido da água, o que pode proteger contra infiltrações.

A cobertura pode ser feita com palha de coqueiro, conforme descrito no item 5.2, mas essa estrutura comporta também telhado com telhas de cerâmica ou telhas PET (Figura 26).



Figura 24– Construção com tijolos de adobe concluída

FONTE: www.brasiloste.com.br/.../205/casa-de-adobe

5.4 Superadobe

MATERIAIS

Areia, cimento, arame farpado, saco de ráfia de polipropileno em rolo ou unidade (aproveitamento dos sacos de ração ou de grãos), argila e cal

FERRAMENTAS

Peneira, pá, enxada, balde de 20 L sem fundo, pilão, alicate de corte e carrinho de mão

- *Escolha do local da construção*

Na definição da posição em que a construção será edificada, deve ser considerada a máxima utilização das energias da natureza, como o sol e o vento, para assegurar a proteção da construção contra o calor, a ventilação correta e a proteção das paredes da chuva e, com isso, contribuir para a saúde animal.

Para tanto, deve haver proteção na posição de maior incidência solar, para impedir que os raios incidam diretamente sobre a parede e permitir sombreamento. Isso pode ser conseguido com a construção de varanda larga ou do planejamento da construção em área com árvores com muitas folhas, aproveitando a vegetação nativa, nos locais de baixa oferta de água (BRASIL, 2008; SILVA, 2000).

- *Fundação*

Depois de demarcado o desenho da estrutura a ser construída, inicia-se o movimento de terra. Como a matéria-prima principal do superadobe é o subsolo do próprio terreno, os primeiros 30 cm de terra devem ser desprezados, pois são constituídos de restos orgânicos de folhas, galhos, animais, entulhos, etc., porque sua utilização cria condições insalubres para a construção, além de apresentar baixa capacidade aglutinante (Van LENGEN, 2004).

É importante realizar testes com terra retirada de diferentes pontos do terreno e diferentes profundidades, e se necessário realizar uma mistura entre essas terras para se conseguir a consistência ideal. Um dos testes é o do pote de maionese com terra e água. A terra de boa qualidade para superadobe deve sedimentar toda, após ter sido homogeneizada no pote, com água. Outro critério de fácil utilização para determinar a adequação da terra para superadobe é a verificação do odor; se cheirar a mofo, constitui-se na cobertura orgânica do solo, a qual não se presta à técnica (Van LENGEN, 2004).

Inicia a abertura de uma vala de 20 cm de profundidade a partir do nível de movimento da terra, e da largura do saco que será utilizado. Pilar o fundo da vala, que poderá ser preenchida com pedras e britas, com pneus usados cheios de argila compactada ou com o material disponível na região, devendo ficar 15 cm acima do nível do solo para evitar a umidade nas paredes (Figura 27).



Figura 25 – Fundação para construção com superadobe⁵
 FONTE: Desconhecida

Smith et al. (2008) recomendam o uso de uma primeira fieira com saco de rafia cheio da mistura de cimento e areia, com traço a ser decidido de acordo com as condições do solo e de matéria-prima, na construção das paredes externas, podendo as internas serem constituídas por sacos cheios com argila.

- *Preparo dos sacos de rafia na construção das paredes*

Podem ser usados sacos de 60 kg ou em rolo. Nesse caso o saco de ser cortado com comprimento equivalente ao comprimento total da parede mais 60 cm a 1 m. Os sacos de 60 kg podem ser cheios com argila diretamente com a pá, tomando-se cuidado especial no alinhamento da primeira fieira (Figura 28).



Figura 26 – Alinhamento da primeira fieira de construção com superadobe
 FONTE: Foto do autor

⁵ NOTA: Observar o pneu inservível que será usado para a fundação.

No caso do saco de polipropileno em rolo, introduz-se um balde de 20 L sem fundo ou um pedaço de cano, fazendo uma “sanfona” com o saco, de maneira que se diminua a distância do funil a ponta do saco. Dobrar a ponta que deverá ter 30 cm a 50 cm, e fixá-la no início da fiada. Iniciam-se então as “baldadas”, recheando o saco com argila, fazendo assim até o final da fiada, dobrando-se também a ponta no final (Figura 29).



Figura 27 – Enchimento do saco de ráfia em rolo com balde sem fundo

FONTE: Foto do autor

Pilar bastante a fiada e colocar por cima uma a duas linhas de arame farpado, com o objetivo de impedir o deslizamento entre uma fiada e a outra. Realizar o mesmo procedimento até que se atinja a altura desejada do baldrame (Figura 30). Os sacos devem ser pilados também nas laterais, para facilitar o revestimento final, interno e externo, o que promove redução do reboco necessário.



Figura 28 – Pilamento dos sacos de ráfia de superadobe⁶

FONTE: Foto do autor

⁶ NOTA: Observar os barrotes empregados para assegurar o alinhamento da parede e a possibilidade que a técnica oferece de construções arredondadas.

A construção de superodobe não requer um sistema estrutural auxiliar para portas e janelas. As melhores formas para as aberturas são as circulares e ogivais, pois distribuem melhor os esforços, mas podem ser empregadas as formas quadradas ou retangulares. Diferente de outras técnicas de construção, nas de superadobe, os vãos podem ser estabelecidos durante a construção, utilizando manilhas sobre as quais os sacos são posicionados (Figura 31). Pode-se também construir a parede inteiriça, cortando as aberturas com a estrutura já pronta e introduzindo os portais.



Figura 29 – Vão com manilha em parede de superadobe

FONTE: www.premiarte.com.mx/.../ejemplos/index.html

- *Revestimento interno e externo*

O superadobe aceita acabamentos como chapisco, emboço, reboco e pintura, mas para isso deve-se retirar a camada de plástico, queimando-a com um maçarico. A outra opção é o uso do reboco natural, sem cimento, como referido por Timmermann et al. (2003), composto por areia e argila, na proporção de 4:1, palha seca, estrume fresco e óleo queimado de veículos automotores ou polvilho. O chapisco das paredes é feito em três camadas:

- Primeira camada – constituída por uma parte da mistura areia argila, com consistência pastosa obtida pela adição de água e aplicada com a mão, preenchendo os espaços vazios.
- Segunda camada – após a secagem da primeira camada, se a superfície da parede estiver irregular, poderá ser emparelhada com uma mistura de três partes de barro e uma parte de palha seca, dissolvida em água, com consistência maior que a do chapisco. A mistura é aplicada com a mão sobre o chapisco previamente molhado.
- Terceira camada – após a secagem da segunda camada, faz-se o acabamento com uma mistura de uma parte de barro com uma parte de estrume fresco, dissolvidos em água, com consistência suficiente para ser aplicado com colher de pedreiro, sobre a superfície previamente molhada. Essa mistura deve ser adicionada de óleo queimado de veículo automotor para o reboco externo, o que permite impermeabilização da estrutura, ou de polvilho, para reboco interno, o que enseja um acabamento esteticamente mais agradável. A estrutura pode ser alisada com esponja úmida (TIMMERMAN et al., 2003)

- *Cobertura*

As construções com superadobe, mais frequentemente, são fechadas como cúpulas, com iluminação zenital, mas suportam a estrutura de um telhado comum de madeira e telhas (Figura 32).



Figura 30– Construção com superadobe concluída

FONTE: travel.webshots.com/photo/1170790626058098147

5.5 O COB ou Maçaroca

A palavra COB é inglesa e significa maçaroca, ou seja, um emaranhado de terra e palha cuja consistência permite construções com muita criatividade e liberdade de formas. No Brasil, ela tem sido pouco utilizada, mas, na Europa e na Nova Zelândia ela é tão popular que tem sido tema de diversos livros, congressos e pesquisas (SMITH, 2008).

MATERIAIS

Pedras, argila, areia, palha, água ou manipueira e cal

FERRAMENTAS

Pés, mãos, pá e enxada

- *Escolha do local da construção*

Na definição da posição em que a construção será edificada, deve ser considerada a máxima utilização das energias da natureza, como o sol e o vento, para assegurar a proteção da construção contra o calor, a ventilação correta e a proteção das paredes da chuva e, com isso, contribuir para a saúde animal.

Para tanto, deve haver proteção na posição de maior incidência solar, para impedir que os raios incidam diretamente sobre a parede e permitir sombreamento. Isso pode ser conseguido com a construção de varanda larga ou do planejamento da construção em área com árvores com muitas folhas, aproveitando a vegetação nativa, nos locais de baixa oferta de água (BRASIL, 2008; SILVA, 2000).

- *Fundação*

As características técnicas da fundação devem ser obedecidas, aumentando a segurança da construção e evitando umidade nas paredes. Para isso a fundação deve ser construída com terra compactada, mistura de cimento, argila e areia (na proporção de uma lata de cimento para 10 da mistura argila-areia) ou pedras, com uma largura de 20 cm, maior que a espessura das paredes a serem construídas, deixando 10 cm de cada lado. Também é importante que a fundação esteja aproximadamente a 25 cm acima do nível do solo, para evitar que as paredes absorvam umidade e permitir que as paredes fiquem secas e seguras (HREN, 2006).

Uma boa fundação para construção com COB exige que se mantenha uma proporção entre altura das paredes de sustentação e profundidade da fundação de 10:1. Por exemplo, se a parede de sustentação tiver 5 m, a largura da fundação deverá ser de 0,5 m. A fundação das paredes que não recebem carga deve ter entre 15 cm e 20 cm de largura (HREN, 2006).

Para que as vigas baldrame que possam além de receber as cargas, soerguer a casa, ao mesmo tempo em que servem de base para as paredes, devem ser enterradas no solo, para dar sustentação à estrutura, auxiliando o prumo das paredes (KEEFE, 2005; DEBA, 2008).

- *Preparo do barro*

Prepara-se uma mistura de argila e areia, na proporção de 1:1 a 2:1, e, à medida que essa mistura vai sendo molhada e amassada com os pés, vai sendo adicionada palha até que se torne homogênea e plástica, ou seja, com possibilidade de formar bolas da mistura. Deve-se tomar cuidado para não acrescentar excesso de água, porque a massa precisa estar resiliente de tal forma que uma porção se agregue a outra, sem escorrer (HREN, 2006).

- *Preparo da estrutura*

O COB é uma escultura gigante, na qual as bolas de argila vão sendo colocadas para constituir as estruturas, como paredes, armários, janelas, moldadas com as mãos. Hren (2006), descrevendo sua experiência, afirma que é possível levantar paredes de 3,7 m de comprimento por 30 cm de espessura e 10 cm de altura em um dia.

Dependendo da meteorologia, são necessários um a dois dias antes que o COB endureça o suficiente para que seja construída uma nova camada. Nesse período cubra as paredes de COB para evitar a incidência solar direta, porque se secarem muito rápido, racharão (HREN, 2006).

Se, especialmente depois de três a quatro camadas, a superfície das paredes estiver irregular, pode se usar um serrote para nivelá-las, o que pode parecer estranho para pessoas habituadas com outras técnicas de construção. O COB é uma escultura, requer tempo, mas é extremamente prazerosa, principalmente quando realizada com os amigos. Essa característica escultural permite reduzir a força do vento sobre as paredes e aumentar sua circulação, contribuindo para a segurança da construção e o conforto térmico no interior, quando as paredes são circulares (HREN, 2006) (Figura 33).

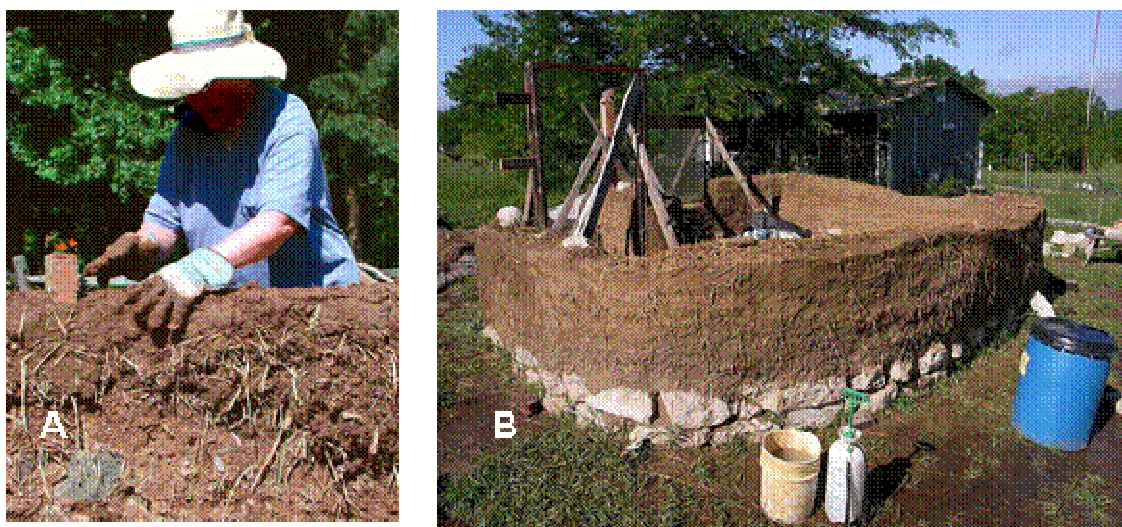


Figura 31 – Construção em COB. (a) Detalhe de parede sendo construída, (b) Observar a ausência de madeirame para a sustentação e as paredes curvas.

FONTE: A - en.wikipedia.org/wiki/File:Cob_wall_mud_const...

B - tinyhouseblog.com/earthcob/cob-cottage-project/

O COB é tremendamente resistente, suportando um peso muito maior que o da parede, mas tem baixa resistência a pressões verticais, o que significa dizer que o prumo das paredes é de fundamental importância (KEEFE, 2005; DEBA, 2008).

Mesmo depois de a construção estar pronta, as paredes em COB não podem receber cimento ou pinturas impermeabilizantes, porque a mistura precisa cumprir o ciclo de hidratação-desidratação, da qual depende sua durabilidade (KEEFE, 2005; DEBA, 2008).

A carga sobre as paredes de COB deve ser distribuída igualmente. Por isso, o assentamento de portas e janelas requer a colocação de barrotes, com madeira previamente impermeabilizada, na parte superior do vão, cujas extremidades estejam apoiadas sobre a parede, com, no mínimo, 15 cm de extensão de ambos os lados. Além disso, as esquadrias devem ser aparafusadas para boa fixação na parede de COB, com uma profundidade de 46 cm a 61 cm. A mesma recomendação é válida para a fixação do madeirame do telhado (HREN, 2006).

- *Revestimento interno e externo*

O revestimento das construções em terra crua tem função estética e técnica, que consiste em garantir a proteção das paredes sobre as quais está aplicado para evitar que se degradem, função esta que é mais importante que a durabilidade do próprio revestimento.

O revestimento precisa facilitar as trocas entre o meio ambiente e as paredes. Assim, quando chove, ocorre a penetração de água nas paredes, a qual deve evaporar com o aumento da temperatura do meio ambiente. Esse processo acarreta a concentração de sais solúveis contidos na argila, promovendo um ciclo de dissoluções e cristalizações sucessivas (RODRIGUES, 2004).

Se o revestimento (pintura) é feito com material que impede a evaporação da água das paredes, os sais solúveis tendem a se concentrarem na interface parede/revestimento, promovendo o destacamento deste e consequente erosão da parede. Por esse motivo, a calagem com cal natural e areia se constitui no melhor revestimento para paredes de terra crua, porque a calagem passa a fazer parte integrante da parede, contribuindo para sua proteção, além de exercer a função estética. Quando

for economicamente viável, podem-se empregar também tintas à base de silicato de potássio ou de sódio, coloridas com pigmentos inorgânicos (terra), porque apresentam propriedades intermediárias entre a caliação e as tintas à base de solventes, as quais tendem ao empolamento e destacamento da parede (SILVA, 2000).

Timmermann et al. (2003) recomendam o uso de reboco natural, sem cimento, composto por areia e argila, na proporção de 4:1, palha seca, estrume fresco e óleo queimado de veículos automotores ou polvilho. O chapisco das paredes é feito em três camadas:

- Primeira camada – constituída por uma parte da mistura areia argila, com consistência pastosa obtida pela adição de água e aplicada com a mão, preenchendo os espaços vazios.
- Segunda camada – após a secagem da primeira camada, se a superfície da parede estiver irregular, poderá ser emparelhada com uma mistura de três partes de barro e uma parte de palha seca, dissolvida em água, com consistência maior que a do chapisco. A mistura é aplicada com a mão sobre o chapisco previamente molhado.
- Terceira camada – após a secagem da segunda camada, faz-se o acabamento com uma mistura de uma parte de barro com uma parte de estrume fresco, dissolvidos em água, com consistência suficiente para ser aplicado com colher de pedreiro, sobre a superfície previamente molhada. Essa mistura deve ser adicionada de óleo queimado de veículo automotor para o reboco externo, o que permite impermeabilização da estrutura, ou de polvilho, para reboco interno, o que enseja um acabamento esteticamente mais agradável. A estrutura pode ser alisada com esponja úmida (TIMMERMANN et al., 2003).

A importância do reboco das paredes na construção com COB presta-se para conferir resistência ao fogo (HREN, 2006).

- *Cobertura*

Para proteção das paredes contra a chuva, está indicado beiral largo, passando 50 cm a 1 m da superfície das paredes, assim como telhado com grande inclinação, para deslizamento rápido da água, o que pode proteger contra infiltrações e reduzir o peso do telhado sobre as paredes durante chuvas copiosas.

A cobertura pode ser feita com palha de coqueiro, conforme descrito no item 5.2, mas essa estrutura comporta também telhado com telhas de cerâmica ou telhas PET (Figura 34).



(a)



(b)

Figura 32 – Aspecto de construções concluídas em COB. (a) Casa com telhado em madeira de grande inclinação, (b) Detalhe do interior de uma casa. Observar a escultura dos armários e da escada

FONTE: A - www.rainharvest.co.za/.../

B - www.lowimpactliving.com/blog/tag/conservation/

5.6 Ferrocimento

O ferrocimento é uma técnica para construção de reservatórios de água e representa uma simplificação da tecnologia tradicional para construção de cisternas, mais leve, mas com grande resistência e segurança contra vazamento. Consiste de uma trama de arames finos amarrados, preenchida com argamassa de cimento e areia (BRASIL, 2008; SCHISTEK, 2005). No Brasil, a grande utilização do ferrocimento tem sido a captação de água da chuva na Região do Semi-Árido, permitindo melhor qualidade de vida à população e produtividade na criação animal (SCHISTEK, 2005).

MATERIAIS PARA CISTERNA DE 16.000 L

Malha de vergalhões finos, de bitola 3,4 mm ou 4,4 mm, com espaçamento de 10 x 10 cm ou 14 x 14 cm, malha de telha de galinheiro hexagonal em fio de aço nº. 22 e abertura de 12,5 mm, fio de arame recozido nº 18, cimento, areia, água e cal

FERRAMENTAS

Torquês, chapas metálicas, alicate, esponjas, colher de pedreiro, pá e enxada

- *Escolha do local da construção*

A construção deve ser feita próxima a uma fonte de água, para facilitar a captação. Quando se deseja que essa captação seja de água da chuva, deve estar localizada próxima a uma construção, para que a captação se dê pela entrada da calha (LOTUFO, 2010).

- *Fundação*

As características técnicas da fundação devem ser obedecidas, aumentando a segurança da construção e evitando umidade nas paredes.

Para a cisterna de 16.000 L, cava-se um buraco com 4 m de diâmetro e 25 cm de profundidade, porque os primeiros 15 cm usualmente são compostos por matéria orgânica e devem ser desprezados.

A base deve ser compactada com pilão. Em seguida, a fundação é preenchida com 7 cm de cascalho ou seixo rolado e mais 7 cm de areia grossa, lavada. A mistura deve ser pilada até ficar compacta. O piso deve ser nivelado com nível de mangueira. A profundidade final da fundação da cisterna será de 10 cm (BRASIL, 2008; SCHISTEK, 2005).

Lotufo (2010) recomenda a construção de um contrapiso com espessura de 4 cm, usando traço de três baldes de areia, três baldes de cascalho e um balde de cimento.

- *Preparo da tela*

A malha de vergalhões finos é vendida por metro linear com 2 m de largura. Por esse motivo, o fundo da cisterna será feito com duas partes de 3,3 m x 2,0 m, sobrepondo-se aproximadamente 35 cm que sobram de cada parte, e devem ser amarrados com o fio de arame recozido. Dessa forma, a cisterna terá diâmetro de 3,3 m com raio de 1,65 m, dos quais 15 cm serão dobrados para cima para amarração da estrutura lateral das paredes da cisterna e 1,5 m será seu raio interno.

Dobre para cima 15 cm da malha por toda borda da tela da base. Cubra a malha da base com a tela de galinheiro e amarre as duas telas com arame nº. 18. A base da cisterna está pronta e posicionada. É preciso construir a tela da parede da cisterna. Para isso desenrole a malha no comprimento do perímetro da cisterna com acréscimo de 30 cm. Significa dizer que a medida é de 9,72 m para a cisterna de 16.000 L. deite sobre ela a tela de galinheiro e amarre com fio de arame recozido. A tela está pronta para recobrir a base.

Para a construção da tampa, deitam-se sobre a base dois pedaços de malha de vergalhões finos de 2,0 m de comprimento. Em cada um, deve-se proceder da seguinte maneira: na extremidade voltada para o meio da base, corta-se um semicírculo de 30 cm de raio. A peça é cortada ao meio. Vira-se para cima as extremidades da parte voltada

para o meio da base. Corta-se a tela por fora, deixando 20 cm além da extremidade da base (Figura 35).

Observe que cada peça de malha de vergalhão constituirá duas peças da tampa, de igual tamanho. Dobre para cima 10 cm da extremidade da parte voltada para o meio da base e 10 cm da extremidade voltada para fora da base. O raio ficou igual ao da base. Amarre com arame recozido as quatro peças. A cada 30 cm, amarre no cone da tampa uma cinta com arame recozido. Cubra a tampa por fora com a malha de tela de galinheiro e amarre com arame recozido.

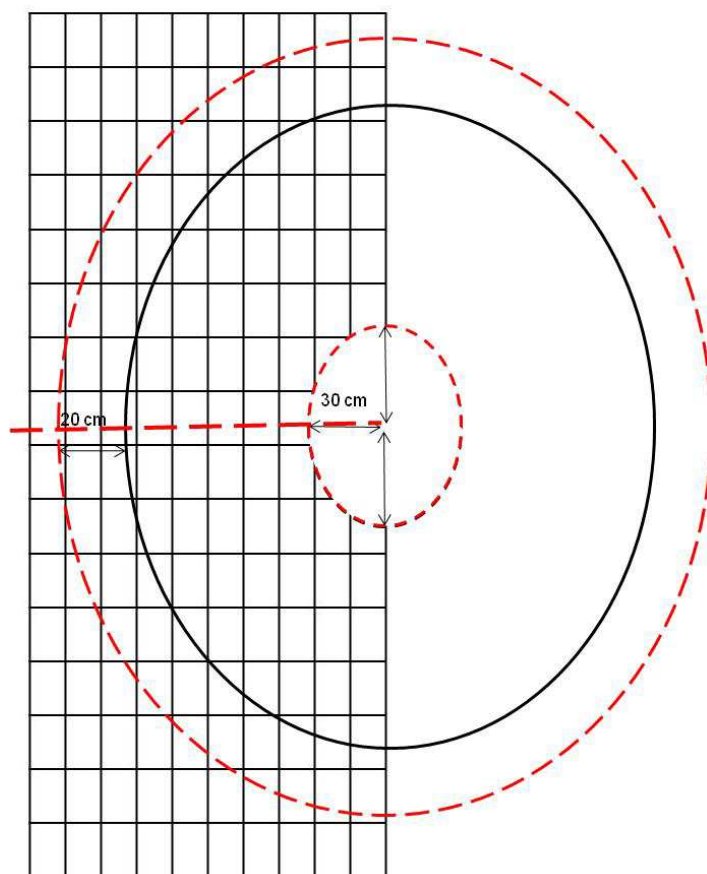


Figura 33 – Esquema do corte da malha de vergalhão para construção das quatro partes da tampa da cisterna

A montagem da gaiola da cisterna é feita amarrando a tela no piso, como mostrado na Figura 36, deixando a malha de tela de galinheiro para fora. Amarre a tampa sobre a gaiola. Todas as amarrações devem ser feitas com arame recozido torcido, como mostrado na Figura 36.

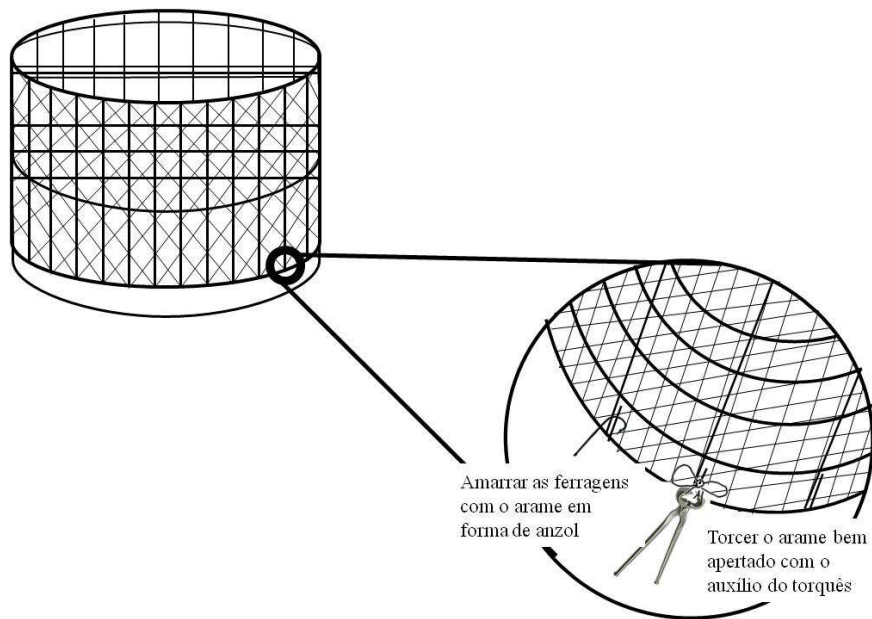


Figura 34 – Esquema de amarração da gaiola da cisterna na parte do piso que ficou dobrada para cima

- *Revestimento interno e externo*

O revestimento das paredes da cisterna deve ser feito com argamassa com traço de um balde de cimento para dois baldes de areia e requer duas pessoas, uma trabalhando por fora da gaiola e outra, por dentro. A pessoa, que está fora da gaiola, aplica a argamassa com colher de pedreiro, contra um suporte que a pessoa de dentro da gaiola segura.

O suporte é feito com uma chapa galvanizada, do tipo que faz calhas, com 50 cm de comprimento e 30 cm de altura. Para que aplicação da argamassa seja facilitada, Lotufo (2010) recomenda a confecção dessa placa conforme mostra a Figura 37, a qual permite empunhadura confortável para a pessoa que está dentro da gaiola.

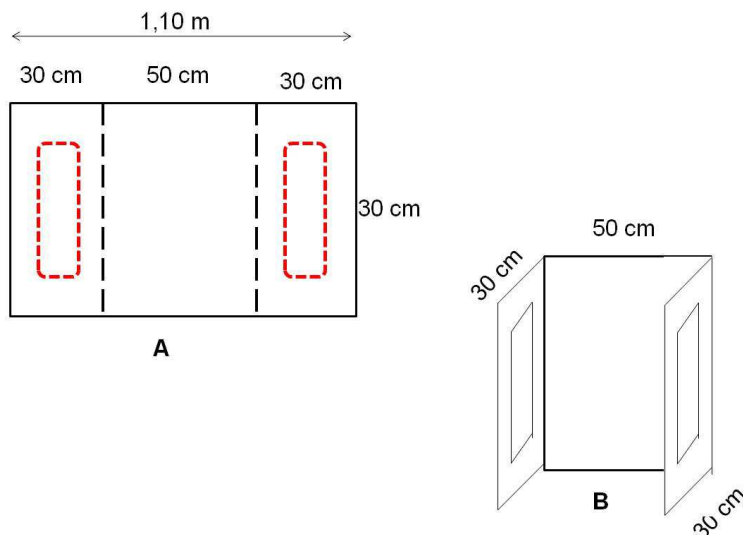


Figura 35 – Esquema de preparação da placa de sustentação da argamassa no revestimento interno da cisterna

FONTE: Adaptado de Lotufo (disponível em www.bioarquiteto.com.br/bioconstrucao/biblioteca)

A aplicação da argamassa deve ser feita de baixo para cima, em faixas, e a pessoa que está por dentro da gaiola deve arrastar a placa de sustentação levemente, para alisar a argamassa e permitir que ela se fixe nas telas.

O traço da argamassa para a tampa deve ter traço de três baldes de areia para um de cimento e seu preenchimento é feita com a mesma técnica explicada para revestimento das paredes.

- *Encanamento de água da cisterna*

No fundo da cisterna é necessário instalar uma válvula para permitir a retirada da água, assim como é necessário deixar um furo de 10 cm de diâmetro na tampa, para que seja possível o recolhimento de água da chuva, a partir da queda da calha. Quando esta for a finalidade da cisterna, deve-se lembrar que sua altura deverá ser menor que a da casa, para permitir o escoamento rápido do telhado.

É importante ressaltar que o encanamento da calha para a cisterna, deve ter uma junção com um T, para escoamento, para que as primeiras águas, que lavam o telhado, sejam escoadas antes de alcançarem a cisterna (Figura 38).



Figura 36 – Esquema de preparação da placa de sustentação da argamassa no revestimento interno da cisterna

FONTE: Foto do autor

6 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE APRISCOS

Com as técnicas da bioconstrução descritas na parte cinco desta dissertação o desafio á criatividade foi lançado. Abriram-se as possibilidades para reinventar o que está descrito sobre os apriscos, e o resultado desejado foi o de desconstruir e construir o pensamento, para que os alunos e a comunidade envolvida, criassem e recriassem, adequando as técnicas da bioconstrução utilizando os materiais alternativos da região em novos arranjos de instalações zootécnicas. Para assim atender o pequeno produtor nas suas criações de subsistência, minimizando os custos das instalações e preservando o meio ambiente.

Apriscos são abrigos rústicos de madeira ou alvenaria, construídos com o objetivo de proteger os animais das chuvas, do sol e dos ventos. Oferece como vantagens menor custo de implantação e manutenção, conforme comprovado por Carvalho e Silva (2007). Os autores analisaram a viabilidade econômica comparando construção de taipa de mão com bambu, taipa de mão com argila, areia e bambu àquela de alvenaria de bloco, todas de paredes com espessura de 16 cm, 4 m de comprimento e 2,30 m de altura, considerando os custos de consumo de material e mão de obra, desde a fundação até o revestimento das paredes e telhado. Comprovaram que a média de custo da construção com taipa de mão foi 17 vezes mais barata que a de alvenaria e consumiu 10,21% menos tempo de mão de obra para sua execução (Tabela 1 e Gráfico 1).

Tabela 1 – Comparação do custo por metro quadrado de painéis segundo materiais usados

Painéis segundo tipo de materiais	Custo do painel/m ²	Custo do revestimento/m ²	Custo total do painel/m ²
Bambu e barro	0,04	0,53	0,57
Bambu, barro e areia	0,058	0,06	0,12
Alvenaria, chapisco e massa única	8,63	6,79	15,42

FONTE: Adaptado de Carvalho e Silva (2007)

Os autores alertaram que, tomando o baixo poder aquisitivo dos produtores rurais, os apriscos são opções para viabilizar economicamente a criação de animais de pequeno, médio e grande porte, com condições técnicas adequadas para assegurar a lucratividade, visto que a economia dessas construções é maior que 75%, como demonstrado no Gráfico 1 (CARVALHO; SILVA, 2007).

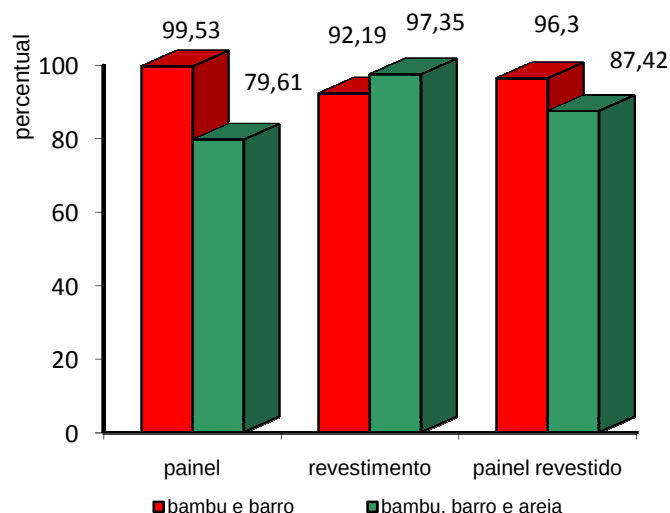


Gráfico 1 – Percentual de redução de custo na construção de painéis de barro comparada ao custo de alvenaria, chapisco e massa única⁷
 FONTE: Adaptado de Carvalho e Silva (2007)

O baixo custo deve estar associado à obediência de características técnicas que comprovadamente permitem melhor conforto térmico e acústico para os animais a serem mantidos nos apriscos e otimizam o aumento de produtividade, assim como de lucratividade com a criação.

As técnicas de construção são as mesmas descritas no Capítulo 6, às quais devem ser aplicadas as características próprias para cada tipo de criação, como descrito a seguir.

A seguir é descrita as especificações construtivas para que o pequeno produtor rural da região de Satuba possa num processo de autoconstrução ser capaz de desenvolver construções para pequenos animais com o uso dos materiais alternativos estudados neste trabalho

6.1 Apriscos para Caprinos e Ovinos

As instalações devem ser planejadas levando-se em conta a finalidade da exploração. O aprisco deve conter divisões planejadas, segundo a fase do desenvolvimento do animal, contemplando áreas específicas para animais adultos, fêmeas em procriação, animais jovens e animais em fase de procriação, separados em piquetes nos quais estejam dispostos comedouros e bebedouros (ARAÚJO et al., 2006), conforme apresentado na Figura 39.

⁷ NOTA: O custo do painel de alvenaria, chapisco e massa única foi considerado 100%.

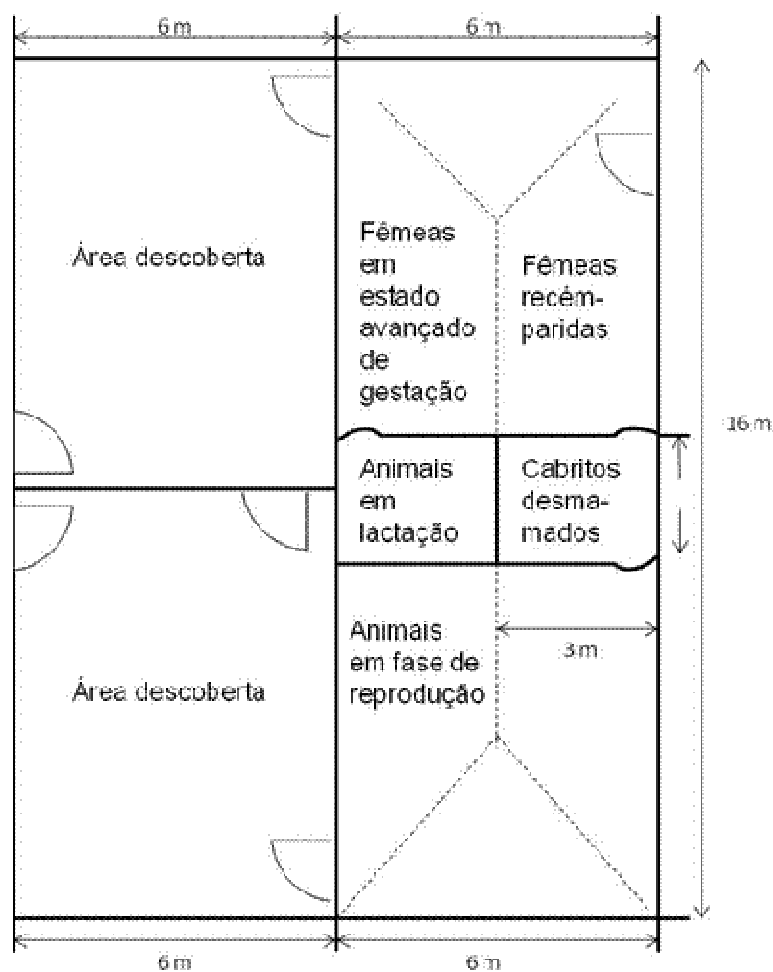


Figura 37 – Planta baixa do modelo de aprisco
 FONTE: Adaptado de SEBRAE/EMBRAPA (2003)

As instalações devem ser construídas de modo a que os fatores climáticos não afetem a fisiologia dos animais e, conseqüentemente, a produtividade. Na construção do aprisco, devem-se obedecer às seguintes recomendações, feitas por Carneiro e Melo (2006) e Araújo et al. (2006):

- Dispor de uma área coberta de $0,80 \text{ m}^2$ a $1,00 \text{ m}^2$ por animal, para animais solteiros, $1,00 \text{ m}^2$ a $1,50 \text{ m}^2$, para fêmeas paridas, $0,60 \text{ m}^2$ a $0,90 \text{ m}^2$, para animais jovens, e $0,40 \text{ m}^2$ a $0,60 \text{ m}^2$, para filhotes;
- Ter uma altura mínima do pé-direito de 2,30 m;
- O piso deve ser ripado ou de chão batido, sem acúmulo de umidade, com elevação mínima de 0,80 m em relação ao solo para facilitar a limpeza e evitar a contaminação por fezes. É importante observar que, se o piso for ripado, o espaçamento não deve ser maior que 1 cm, para evitar que o animal provoque acidente prendendo as patas entre as ripas. Se optar por piso de chão batido, há a necessidade de higienização e limpeza diárias das instalações, evitando o acúmulo de dejetos;
- Deve ser dividido em baias para as diversas categorias de animais;

- A área interna deve ser bem iluminada, posicionada de forma que o sol faça seu percurso em todo o comprimento do aprisco, para reduzir a umidade e favorecer o bem-estar dos animais;
- O espaçamento das porteiras deve permitir a circulação dos animais de forma segura, isto é, evitar o atropelamento que pode provocar abortamento das fêmeas (NOGUEIRA FILHO, 2005);
- Para maior conforto térmico, embora possa haver várias opções de cobertura, as de telha ou palha permitem maior conforto térmico e fisiológico, reduzindo a elevação da temperatura, especialmente no período da tarde, que compromete o ganho de peso dos animais (OLIVEIRA et al., 2005).

No aprisco, os cochos para fornecimento de concentrados ou suplementos volumosos devem ter 0,15 m a 0,30 m de largura por 20 cm a 30 cm de profundidade e 30 cm a 40 cm de altura da borda até o piso, para animais adultos e 15 cm de altura, para animais jovens (SEBRAE/EMBRAPA, 2003). Deve permitir acesso do animal pelos dois lados e dispor de cobertura para proteger a mistura da umidade, mantendo sua composição e palatabilidade (ANDRADE, 2008).

Quanto aos bebedouros, devem ser construídos com as mesmas proporções de altura que os cochos e com capacidade para, pelo menos, 3 L a 6 L de água por cabeça/dia (SANTOS, 2005).

Outra característica técnica dos apriscos é a construção das cercas que têm influência direta na produtividade e no bem estar do animal, mas devem contemplar também a redução de gastos para construção e manutenção. Para isso devem ser duráveis, resistentes e funcionalmente situadas, considerando que caprinos são animais predatórios e ovinos, animais cujo peso em movimento favorece o deslocamento das cercas (SANTOS, 2005).

É importante ressaltar que as técnicas de construção abordadas nessa dissertação permitem também a construção de outras instalações essenciais à criação de caprinos e ovinos, como curral de manejo, bretes, piquetes, silos, depósito de ração, farmácia e escritório, a um custo muito menor que as construções em alvenaria.

6.2 Construções para Criação de Galinhas

Para criar galinhas caipiras visando abate e postura para subsistência, é necessário um galpão com cobertura de quatro águas e 2,10 m de pé-direito, assim dividido: um piquete para galinhas em postura e para o galo, com ninhos; um piquete para incubação dos ovos; outro para pintos de até 30 dias de nascido, denominado piquete de cria; um piquete para pintos de 32 até 60 dias de idade, denominado piquete de recria e, por último, um piquete para frangos e frangas em terminação (EMBRAPA, 2007) (Figura 40).

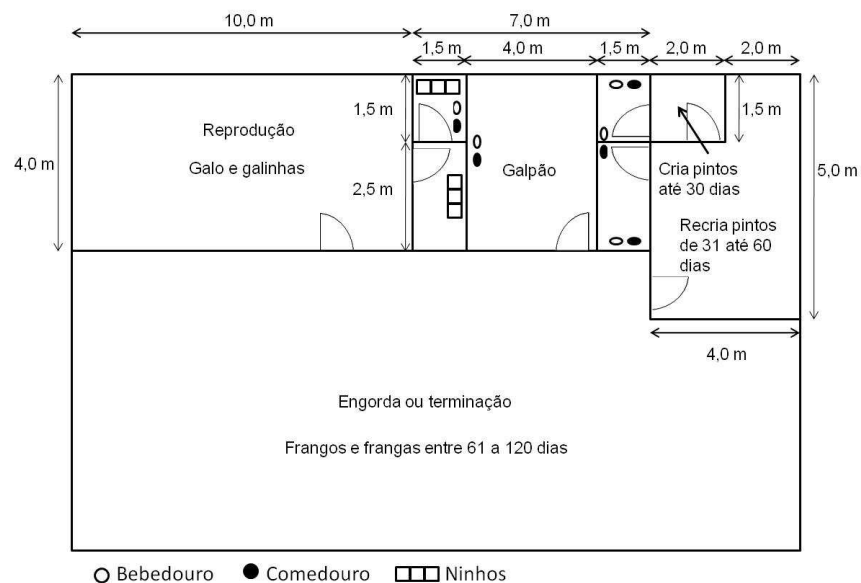


Figura 38 – Planta baixa dos piquetes do galinheiro
 FONTE: Adaptado de EMBRAPA (2007)

No galinheiro, é necessário detalhar o galpão, no qual são realizadas a postura das galinhas, a incubação dos ovos, além das áreas de cria e recria, para as quais é necessário especial devido a seu impacto na produtividade (Figura 41).

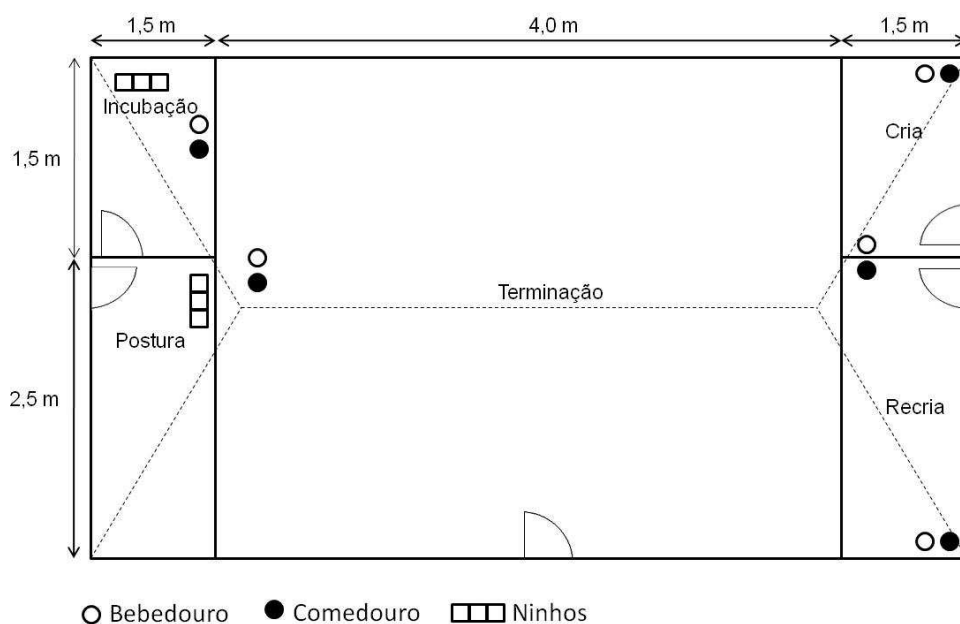


Figura 39 – Planta baixa do galpão do galinheiro com cinco divisões
 FONTE: Adaptado de EMBRAPA (2007)

O galinheiro deve ser construído preferencialmente perto da casa, a uma distância de 30 m a 50 m, para facilitar os trabalhos e a vigia da criação. Deve ficar fora da direção do vento, para não levar o cheiro do criatório para a casa do produtor. O terreno deverá ser arenoso, para que não se encharque e ter um certo declive, facilitando

a drenagem da água da chuva, assim como daquela derivada da limpeza do galinheiro. Outro critério igualmente importante é a proximidade do galinheiro de uma fonte de água, para uso na higienização e consumo pelos animais (EMBRAPA, 2007).

Outras características técnicas dos apriscos para galinhas são (EMBRAPA, 2007):

- Estrutura interna construída com madeira roliça;
- Telhado com a cumeeira no sentido nascente-poente e cobertura com palha (de coqueiro, de carnaúba, etc.) ou telha de cerâmica;
- Divisões internas com 30 cm de altura, completadas com tela de galinheiro;
- Piso de barro batido ou cimento, forrado com casca de arroz, capim seco ou raspa de madeira, construído 10 cm acima do nível do chão;
- Comedouros confeccionados em cano plástico de esgoto de 100 mm de diâmetro, tampado nas extremidades, ou em pneus cortados;
- Bebedouros pendurados com arame, ao alcance das aves, que podem ser garrafas PET de 2 L ou embalagens plásticas, às quais foi colada uma base, que permita gotejamento da água;
- Ninhos confeccionados com tábuas ou varas, com um com 15 cm de altura por 35 cm de largura e sem fundo, para facilitar a higiene.

Quanto às cercas, devem ser firmes, capazes de proteger as aves, ter 1,60 m de altura, serem confeccionadas em arame farpado, fixados em estacas e estacotes de madeira roliça, posicionados com espaçamento de 2 m, de tal forma que os estacotes fecham a parte inferior da cerca e o arame, a parte superior (EMBRAPA, 2007) (Figura 42).

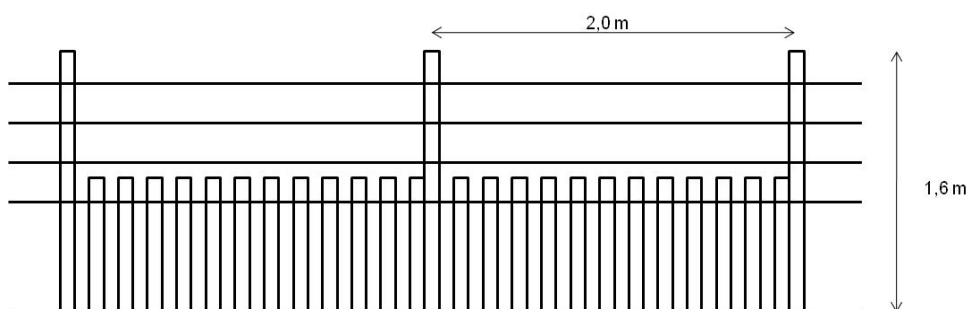


Figura 40 – Modelo de cerca com estacas, estacotes e arame para galinheiro
FONTE: Adaptado de EMBRAPA (2007)

Apesar dessas recomendações da EMBRAPA (2007), os apriscos para galinhas podem ter estrutura física distinta. Sousa et al. (2009) relatam o desenvolvimento de uma estrutura física para criação de aves em pequenas comunidades e assentamentos rurais, empregando recursos locais. As dimensões sugeridas pelos autores são diferentes daquelas preconizadas pela EMBRAPA (2007). A área do galpão é de 12 m², portanto menor que os 28 m² recomendados pela EMBRAPA, mas o pé-direito tem altura maior do que esse referencial e igual a 2,5 m e a distância entre o assoalho e o solo é de 50 cm. No telhado, os autores recomendam que tenha duas águas e não quatro, assim como beirais de 1,20 m em torno de todo o galpão.

Os estipes da fundação e de sustentação do piso e do assoalho podem ser constituídos por caule de palmáceas assim como tronco de coqueiro, submetido a tratamento para conservação com óleo já utilizado de veículos auto motores (óleo queimado) (SOUSA et al., 2009).

A cobertura do telhado, segundo a experiência de Sousa et al. (2009), oferece bons resultados quando as palhas são sobrepostas, evitando o respingo da chuva nos animais. Assim descrevem:

As palhas de (...) foram sobrepostas em diagonal e pregadas uma a uma em sentido contrário ao vento. A distância entre uma sequência de duas palhas foi de 5 cm, para ambas as quedas usando-se dois lances de palhas. As palhas foram pregadas a partir da ripa central para extremidade inferior do telhado. O segundo lance de palhas foi pregado no sentido da ripa da extremidade superior para a ripa central. O mesmo procedimento se adotou para a segunda queda do telhado. As pontas das palhas foram aparadas com auxílio do serrote em conjunto com uma ripa que servia como guia do sentido do corte. Finalizado o telhado amarraram-se tábuas (uma para cada queda) com palhas pregadas no sentido das vigas de cumeeira. Estas tábuas foram amarradas nos respectivos caibros do telhado. O espaço do lanternim (aqui mais com função de iluminação) foi preenchido com duas tábuas para evitar gotas de chuva dentro da instalação. (...) as palhas usadas para a cobertura dos beirais foram as mesmas usadas para o telhado, com a diferença que estas foram amarradas com barbante de sisal e fita plástica (SOUSA et al., 2009, p. 4053).

7 ATITUDES AVALIADAS A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DE USO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA CONSTRUÇÃO RURAL

Neste trabalho buscou-se avaliar atitudes dos alunos em relação ao uso de materiais alternativos para construções rurais. Com essa finalidade aplicou-se um questionário composto por sete perguntas fechadas, com sete alternativas construídas em escala de Likert com valores atribuídos de 1 a 7 (discordo muito = 1, discordo ligeiramente = 2, discordo moderadamente = 3, não concordo nem discordo = 4, concordo ligeiramente = 5, concordo moderadamente = 6, concordo muito = 7), em duas ocasiões distintas (Apêndice 2).

A primeira aplicação foi feita em sala de aula, antecedendo qualquer explicação sobre as técnicas de construção com materiais alternativos. A avaliação foi realizada a partir da disciplina de construções rurais, integrante do currículo do curso Técnico em Pecuária da Escola Agrotécnica Federal de Satuba. A turma selecionada para fazer a avaliação era do curso pós-médio de pecuária/2009 da EAFS-AL, composta por 22 alunos com faixa etária entre 18 e 27 anos. A disciplina de construções rurais tem uma carga de 60 horas, sendo trabalhada durante um semestre, com três horas semanais compreendendo aulas teóricas e práticas de campo.

Após as explicações teóricas com apresentação de diapositivos, os alunos participaram das aulas práticas de campo, quando construíram paredes de adobe, superadobe, telhado com palha de coqueiro e participaram da construção de cisterna em ferrocimento, novamente foram convidados a responder o mesmo questionário.

No gráfico 2, estão expressos os resultados comparativos, analisados estatisticamente pelo programa SPSS (**S**tatistical **P**ackage for the **S**ocial **S**ciences), e por meio das respostas, entre o segundo questionário em relação à opinião emitida no primeiro.

Observou-se que os alunos detinham conhecimento prévio sobre o uso de todos os materiais alternativos apresentados no questionário, especialmente quanto ao saco de ráfia e os pneus inservíveis, e mantiveram opinião favorável após vivenciar a experiência da construção rural.

Apesar disso, foi importante identificar que as atividades práticas e a abrangência do conhecimento exerceram ação favorável, aumentando a adesão ao uso de materiais alternativos. Esse efeito foi mais marcante em relação ao uso da palha de palmeira para cobertura de casas e do ferrocimento para construção de cisternas, mas é igualmente relevante ressaltar um percentual de alunos que mudou sua opinião opinando desfavoravelmente (Gráfico 2).

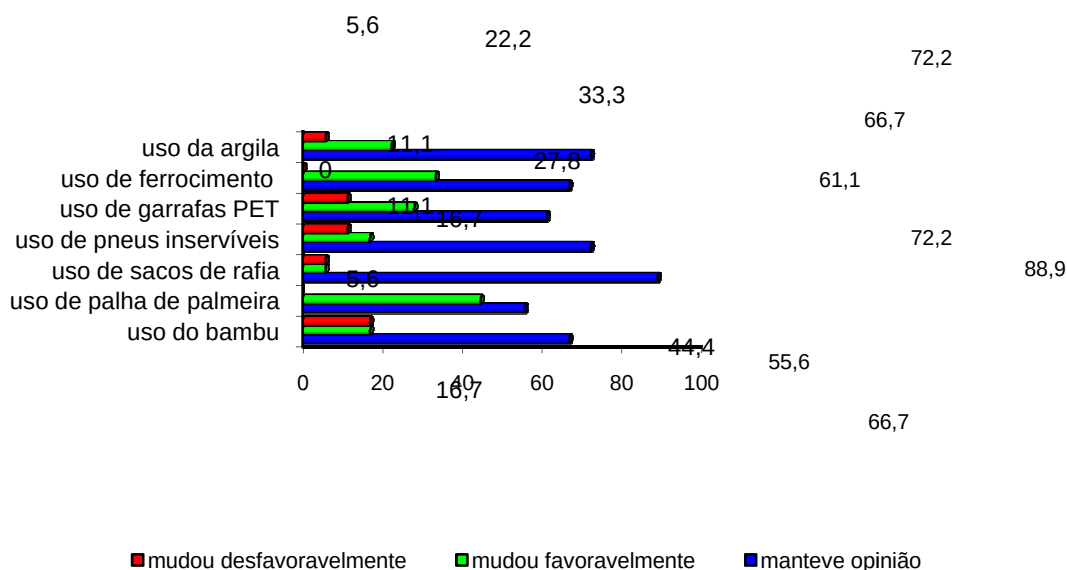


Gráfico 2 – Distribuição das opiniões de alunos da Escola Agrotécnica em relação ao uso de materiais alternativos para construções rurais

Esses resultados apontam para uma relativa rejeição, em média 7,1 % dos alunos mudaram desfavoravelmente, ao uso de materiais alternativos, com uma evidência maior no caso do bambu que foi de 16,7% . Silva (2000) havia detectado em pesquisa sobre mitos e preconceitos ao uso de construções de terra crua no Brasil, apesar de se constituir em técnica historicamente consagrada. Os alunos perseveraram em uma opinião contrária, apesar de terem vivenciado a possibilidade de essas construções rurais serem uma solução mais barata para produtores pobres da microrregião do Satuba, o que reforça o preconceito que Silva (2000) considerou culturalmente arraigado.

É relevante observar detalhadamente as alternativas oferecidas aos alunos no questionário, aqui transcritas:

- 1 - *O bambu*, material nobre que pode ser usado para quase tudo: construção de paredes, telhas, estrutura, calhas, cercas, cestos, substitui o ferro no concreto armado, móveis, andaimes etc., seu crescimento é rápido em qualquer tipo de solo, e é bem adaptado a nossa microrregião. Suas características intrínsecas, dimensionais e de resistência dão a ele vantagens que não se encontram em outros materiais de construção na natureza;
- 2- *As folhas de palmeiras*, principalmente a do coqueiro (*Cocus nucifera*), são excelentes isolantes térmicos, cuja durabilidade varia entre 5 a 10 anos, além de não serem material pesado por isto dispensam grandes estruturas. A microrregião de Satuba é rica na cultura do coco;
- 3- *Sacos de fibra*, provenientes do ensacamento de rações, farinha de trigo e etc., cheios com solo cimento permitem a construção de muro de arrimo e contenção;
- 4 - *Pneus velhos* podem ser usados para construção de muros de arrimo ou até mesmo paredes de depósitos; são também excelentes isolantes acústicos e térmicos;
- 5 – Cortando os fundos e a boca de *embalagem de PET*, e depois cortando-as ao meio, servem como telha; colando em fileiras, teremos um telhado transparente ou opaco; cortada do mesmo jeito que a telha, sem o corte ao meio é utilizada como calha;
- 6 – *O ferrocimento (conhecido também como argamassa armada)* é o material mais apropriado para armazenamento de água potável. Sua estrutura une a solidez do concreto com a flexibilidade do aço, permitindo a construção de cisternas. O custo de

construção de uma cisterna de ferrocimento é aproximadamente a metade das demais tecnologias conhecidas para esse fim. Além dessas vantagens, essa técnica permite a instalação de sistemas de captação de água da chuva;

7- A *argila*, material abundante na microrregião, pode ter várias utilidades, desde confecção de vasilhames a construções *de pau-a-pique*, a mais tradicional das técnicas brasileiras, amplamente usada pelas populações rurais, que um dos melhores sistemas de pré-construção. Consiste em fazer uma tela usando o bambu ou outro tipo de material. Feito isso, os espaços devem ser preenchidos com barro;

Mesmo após terem recebido informações técnicas no questionário, reiteradas em aula teórica, com demonstrações de construções no Brasil e em outros países, e as terem conferido nas aulas práticas, mantiveram como visto nos percentuais acima, opinião desfavorável, apontando para o desafio que pode se constituir a superação de um conhecimento preconizado como único, que é a construção com cimento e tijolos cozidos, ou seja, a construção que a Agenda 21 toma como tecnologia pesada, contrapondo-se à tecnologia limpa, ecologicamente comprometida, com pequeno consumo de energia, baixa taxa de poluição, funcional para todos os tempos, requerendo baixa especialização por ser artesanal, que se integra com a natureza, é compatível com a cultura local e integra ciência e tecnologia a outras formas de conhecimento (VALE; VALE, 2000).

Diante da dificuldade em localizar artigos publicados em revistas indexadas, abordando o tema da presente pesquisa. Este fato parece estar relacionado à emergência do tema, que passou a ser melhor explorado somente a partir dos anos de 1990, com a aplicação dos conceitos de sustentabilidade em políticas habitacionais, levando em consideração não apenas a setorialização do produto ou do processo, mas a consciência da finitude dos recursos naturais e da degradação ambiental causada pela construção civil (FLORIM, QUELHAS, 2004). No entanto, conseguiu-se com o que está descrito no corpo dessa dissertação, principalmente no item cinco, propor a construção de um material didático. Portanto deverá aquele material ser transformado em cartilha para trabalhos de extensão rural e torna-se o nascedouro da elaboração de um livro através da construção coletiva de grupos de pesquisas que poderão ser criados no Instituto Federal de Alagoas. E por consequência problematizar e provocar a inserção de uma nova metodologia de ensino que venha corroborar na disciplina de construções rurais. Principalmente quando se identificou que as atividades praticadas através da construção do conhecimento, interagindo em rede de experiências advindas de cada aluno, se materializam através da transdisciplinariedade em novas experiências coletivas, facilitando, conseqüentemente, a incorporação de um novo conhecimento, como no caso da utilização do uso de matérias alternativos na construção em geral e especificamente na de instalações de criações animais.

Permitiu-se, com esse trabalho a sensibilização dos estudantes para provocar uma mudança de atitude e no modo de pensar e de interagir como aluno, dando-lhe maior autonomia para tomar decisões, valorizar o trabalho em grupo, desenvolver vínculos de solidariedade e aprendizado constante em áreas conexas dos conhecimentos. Desta forma, possibilitou ao aluno a aprender a viver, a transformar as informações em conhecimento e o conhecimento em saber fazer. O que se espera é que o educando, futuro profissional, tenha habilidades e competências para diagnosticar e minimizar os impactos ambientais quando se utiliza os materiais alternativos de construções disponíveis na sua microrregião.

8 CONCLUSÃO

Esta dissertação pode ser considerada um trabalho de inovação, na medida em que trouxe algo novo para a microrregião de Satuba, tanto para os alunos quanto para os produtores familiares de subsistência, mas não necessariamente este foi inédito. Para os produtores, propôs técnicas de construção rural que podem exercer fortes repercussões socioeconômicas, enquanto que para os alunos representou um horizonte, uma perspectiva, métodos novos, qualitativa e quantitativamente diferentes das formas de construir existentes na microrregião, conforme se comprovou nos resultados dos questionários.

A implantação das técnicas aqui propostas e a vivência dos alunos e da comunidade nesse projeto poderão fortalecer a ruptura da concepção de que as construções rurais devem ser custosas e exigir grande investimento. Este é caráter inovador, porque permitiu associar os processos técnicos à criatividade, que permite a produção do novo, pelo uso da bioconstrução.

Para que os objetivos últimos desta pesquisa venham a gerar frutos e se consolidar na microrregião de Satuba, tem-se o propósito de manter essa linha de ensino na disciplina de Construções Rurais, permitindo que os alunos e os munícipes se tornem agentes multiplicadores e presenciem o desenvolvimento da agropecuária local.

Pode-se antever a necessidade de enfrentamento de dificuldades nessa implantação, que consistirão em vencer o preconceito arraigado na mente das pessoas de que materiais alternativos, como palha, argila, bambu, são materiais de pobre; consolidar a inserção desses conhecimentos nos cursos formais, técnicos ou universitários, de forma a que os profissionais se interessem pelo assunto, e, finalmente, em organizar a comunidade para atuar como sujeito do desenvolvimento de sua região, quebrando o paradigma de que as construções rurais são caras e, portanto, inacessíveis.

Esses desafios podem ser vencidos por meio da construção do conhecimento para os alunos e com os alunos, despertando neles o sentido de cidadania plena, a consciência de que são sujeitos responsáveis pela melhoria da qualidade de vida dos produtores a quem darão assistência e com quem aprimorarão seus conhecimentos.

A propagação das técnicas de construção rural com materiais alternativos fornecerá parâmetros de credibilidade para a proposta e poderá contribuir para provar que as necessidades do homem podem ser supridas conciliando os recursos naturais e mostrando que a ecologia também é um fator de cidadania.

9 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PET. ABIPET. **5º Censo da reciclagem de PET no Brasil**. São Paulo: ABIPET, 2008, 25 p.

ACCHAR, W.; BOUTH, J. **Produção de tijolos reforçados com fibras naturais**. 17º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Novembro 2006, Foz de Iguaçu. p. 2544-2552.

ALVAREZ, J.; SEQUEIRA, C.; COSTA, M. **Ensinaamentos a retirar do passado histórico das argamassas**. 1º Congresso Nacional de Argamassas de Construção, APFAC, Lisboa, 2005, 12 p.

ALVES FILHO, I. **A Morada do Bicho-Homem: dando a casa à taipa**. Rio de Janeiro: publicação própria, 1998.

ANDRADE, H. S. **Pneus inservíveis: alternativas possíveis de reutilização**. 2007. Monografia. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro sócio-econômico. Curso de Graduação em Ciências Econômicas. Florianópolis. Santa Catarina.

ANDRADE, J. R. **Recomendação técnica para implantação de um sistema de criação de caprinos de corte, município de água Fria (GO)**. Trabalho apresentado para a conclusão do Curso de Agronomia. UPIS. Faculdades Integradas de Agronomia. Planaltina (DF) Brasil. 2008. 102p.

ANIP. Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos. **Produção da indústria brasileira de pneus em 2009**. Disponível em: http://www.anip.com.br/?cont=conteudo&aerea=32&titulo_pagina=Produção. Acesso em: 27/06/2010.

ARAÚJO, A. M.; CARVALHO, AG. M. C.; SOBREIRA, R. S.; ARAÚJO NETO, R. B.; SALES, F. S. M.; MONTEIRO, F. C. Sistema modelo para produção de caprinos de corte no semi-árido Piauiense. **Comunicado Técnico 187 Teresina PI**. 2006.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PNEUMÁTICOS. **Destinação adequada de pneus inservíveis**. Disponível em: <http://www.gov.br>. Aceso em: 20/11/2005.

BARROS-AHRENS, S.; AHRENS, R. B.; AHRENS, D. C. A educação rural em Agroecologia como ato reflexivo para promover a libertação do homem do campo. **Rev Bras Agroecol**, v. 4, n. 2, p. 409-412, 2009.

BEHLING, S.; BEHLING, S. **Sol Power. La evolución de la arquitectura sostenible**. Barcelona: GG, 1996.

BOURDIEU, P. E.; PASSERON, J. C. **A reprodução**. Elemento para uma Teoria do Sistema de Ensino. São Paulo: Editora Mestre Jou. 1982.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº. 416, de 30 de setembro de 2009**. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. Diário Oficial da União nº. 188 de 1 de outubro de 2009. p. 65.

BRASIL. Instituto de Geografia e Estatística. **Estimativas das populações residentes, em 1º de julho de 2009, segundo os Municípios**. Brasília: IBGE. Diretoria de Pesquisas – DPE. Coordenação de População e Indicadores Sociais – COPIS. Disponível em:
www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2009/POP_2009_TCU.pdf.
Acesso em: 06/06/2010.

BRASIL. Instituto de Geografia e Estatística. **Produto Interno Bruto dos Municípios 2003-2006**. Brasília: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais, 2006. Disponível em:
www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impressao.php?id_noticia=1288.
Acesso em: 06/06/2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável. Departamento de Desenvolvimento Rural Sustentável. **Curso de Bioconstrução**. Brasília: MMA, 2008. 64p.

BUSSOLOTI, F. **Como funcionam as construções com terras e adobe**. Tradição do adobe e o preconceito contra o pau-a-pique. 2008. Disponível em:
<http://ambiente.hsw.uol.com.br/adobe5.htm>. Acesso em: 28/05/2009.

CALAZANS, M. J. C. **A Pesquisa no IESAE**, Rio de Janeiro: FGV/IESAE. 1993.

CÁRITAS BRASILEIRA. **Construindo a solidariedade no semi-árido**. Cisterna de Placas. Manual de Cisterna. Brasília (DF): Scala Gráfica e Editora. 2000. 63p. Disponível em: www.cliquesemiario.org.br. Acesso em: 28 de Maio de 2008.

CARNEIRO, M. A. M.; MELO, H. S. **Aplicação dos princípios de uma boa instalação na construção de apriscos**. XXVI ENEGEP – Fortaleza, CE, Brasil. 9 a 11 de outubro de 2006.

CARVALHO, R. F.; SILVA, D. N. A. C. Construções ecológicas e sustentáveis: análise comparativa de custos entre painéis em bambu e barro com alvenaria de bloco. Universidade Federal da Bahia-UFBA. **TECBAHIA Camaçari**, v. 22, n. 1-3, p. 145-158, 2007.

CASTELNOU, A. M. **Arquitetura e sustentabilidade na sociedade de risco**. Rev Terra Cultura, Ano XIX, n 37, p. 131-146, 1991.

CERONI, M. R.; AMBROGI, I. H.; PINTO, D. B. B. A formação de professores na educação superior dilemas da atualidade. **Revista @mbienteeducação**, São Paulo, v. 2, n.1, p. 56-65, 2009.

COLOMBO, C. R. Subsídios teórico-metodológicos para a formação do engenheiro civil: em perspectiva da melhoria da qualidade de vida individual-coletiva das gerações presentes e futuras. **Anais do XXXIV COBENGE**. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006. p. 342-353.

CUENCA, M. A. G. **A cultura do coqueiro**. A importância econômica da cocoicultura no Brasil. Embrapa Tabuleiros Costeiros. Sistema de Produção 1. Versão Eletrônica. 2007.

CYRBE. Informativo Técnico. **Tecido de ráfia PP – IVCyr**. Disponível em: www.cyrbe.com.br. Acesso em 26/06/2010.

DEBA. Devon Earth Building Association. New Zealand:DEBA, 2008.

DEBOER, D.; BAREIS, K. **Bamboo building and culture**. DDarrelD@aol.com. Copyright 2000. This paper is intentionally sketchy about specifics. [www.bambubrasileiro.com], 2000. p. 1-18.

DETHIER, J. **Arquiteturas de terra, ou o futuro de uma tradição milenar**. Europa Terceiro Mundo – Estados Unidos. 10. ed. Lisboa: Litografia Tejo. 1993.

EMBRAPA. **Criação de galinhas caipiras**. Embrapa Informação Tecnológica; Embrapa Meio-Norte. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2007. 73p.

FRANÇA JUNIOR, Aldacino. **Influência do fracionamento no destilado para a otimização da produção da cachaça de alambique: uma prática pedagógica no processo produtivo** Dissertação de Mestrado – UFRRJ, 2008

FLORIM, L. C.; QUELHAS, O. L. G. Contribuição para a construção sustentável: características de um projeto habitacional eco-eficiente. **Engevista**, v. 6, n. 3, p. 121-132, 2004.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 31. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

GEHLEN, I. **Cooperativismo industrial como alternativa viável**. Englewood Cliffs: Prentice Hall International. 1991. 61. MST.

GHAVAMI, K.; MARINHO, A. Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie *Guadua augustitolia*. **Rev Bras Engenhar Agrícola Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 107-114, 2005

GOHN, M. G. **Teoria dos movimentos sociais**: paradigmas clássicos dos movimentos sociais. Brasília: UnB. 1994.

GOMES FILHO. C. V. **Levantamento do potencial de resíduos de borracha no Brasil e avaliação de sua utilização na indústria da construção civil**. 2007. Tese (Dissertação de Mestrado) – Instituto de Engenharia do Paraná. LATEC Centro Politécnico da UFPR. PRODETEC – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia. Curitiba. Paraná.

GOMES, H. **A produção do espaço geográfico no capitalismo**. São Paulo. 1989.
SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: HUCITEC. 1986.

HUNTER, K.; KIFFMEYER, D. **LWH tire house building manual**. London: New Society Publishers, 2010. 8 p.

IBAMA. Instituto Nacional do Meio Ambiente. **Instrução normativa IBAMA nº. 1 de 18 de março de 2010**. Resolve instituir, no âmbito do IBAMA, os procedimentos necessários ao cumprimento da Resolução CONAMA nº. 416 de 30 de setembro de 2009, pelos fabricantes e importadores de pneus novos, sobre coleta e destinação final de pneus inservíveis.

ISOLDI, R. A.; SATTTLER, M. A.; GUTIERREZ, E. Uma análise comparativa dos pressupostos do projeto sustentável: Projeto da Escola Frei Pacífico, em Viamão, RS. In: XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC 2006, 2006, Florianópolis, SC. **Anais** do XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC 2006. Porto Alegre, RS: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ANTAC. 2006. p. 3670-3679.

ISOLDI, R.; SATTTLER, M. A.; GUTIERREZ, E. **Tecnologias inovadoras visando a sustentabilidade**: um estudo sobre inovação, técnica, tecnologia e sustentabilidade em arquitetura e construção. In: Seminário Internacional sobre Inovações Tecnológicas e Sustentabilidade. São Paulo: Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (NUTAU). 2006.

KAMIMURA, E. **Potencial dos resíduos de borracha de pneus pela indústria da construção civil**. 2004. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis.

KEEFE, L. Earth Buildings, methods and materials, publications and newsletters. **Devon Earth Building Assoc**, 2005.

LAGARINHOS, C. A. F.; TENÓRIO, J. A. S. Reciclagem de pneus: discussão do impacto da política brasileira. **ENGEVISTA**, v. 11, n, 1, p. 32-49, 2009.

LOTUFO T. Cisterna de ferro cimento. Disponível em: http://www.bioarquiteto.com.br/wp-content/uploads/2008/09/16_09_08.pdf. Acesso em 01/03/2010.

LOUREIRO, K. W. **Estudos geológicos na zona central da Bahia**. Rio de Janeiro: DNPM. 1988.

LOURENÇO, P. **Arquitetura de terra: uma visão de futuro**. Planetaestudo Companhia de Arquitetura e Design. 2005.

LOURENÇO, P.; BRITO, J.; BRANCO, F. **Novas tecnologias na aplicação de terra crua na construção**. Portugal:r+d, 8 p. , 2008.

MARTINS FONTES. **Reciclar, uma alternativa sustentável**. Rio de Janeiro: Delta. 1975. v. 5.

MEIRA, J.M.L. Argilas, o que são, suas propriedades e classificações. **VISA Construtores**, p. IX.1-IX.7, 2001.

MENEZES NETO, A. J. Globalização e modernização nas relações sociais no campo e o projeto educativo do MST. **Contexto e Educação**, Editora Unijuí, v. 11, n 47, p. 9-34, 1997.

MOLLISON, B. **Introdução à permacultura**. Austrália:National Library. 1991.

MONTENEGRO R. S. P., ZAPORSKI, J., RIBEIRO MCM, MELO KCA. **Polipropileno**. Gerência setorial de química do BNDES. 2000. 26p.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. 8ed. Rio de janeiro: Bertrand Brasil.2003.129p.

NOGUEIRA FILHO, A. **Os 12 mandamentos da boa instalação**. Rev O Berro, 2005. Disponível em: http://www.nogueirafilho.com.br/mandamentos_instalacoes.htm. Acesso em: 22/06/2005.

OLIVEIRA, F. M. M.; DANTAS, R. T.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. C B.; MEDEIROS, A. N. Parâmetros de conforto térmico e fisiológico de ovinos Santa Inês, sob diferentes sistemas de acondicionamento. **Rev Bras Engenhar Agrícola Ambiental**, v. 9, n. 4, p. 631-635, 2005.

PEREIRA, JCR. **Análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais**. São Paulo: Edusp, 1999.

PESSOA, A. **Alternativa de sustentabilidade**. Editora: Campinas, UNICAMP. Instituto de Economia. 1999a.

PESSOA, J.M. Aprender e ensinar no cotidiano de assentados rurais em Goiás. **Rev Bras Educação**. v. 10, p. 79-89, 1999b.

PIRES, I. B. A. **A utilização do tijolo ecológico como solução para construção de habitações populares**. Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Civil. Universidade Salvador – UNIFACS, como requisito parcial para conclusão do grau de Engenheiro Civil. Salvador-Bahia, 2004.

PIRES, M. M.; COSTA, R. S.; SÃO JOSÉ, A. R.; MIDDLEJ, M. M. B. C.; ALVES, J. M. A cultura do coco: uma análise econômica. **Rev Bras Frutic Jabotocabal, São Paulo**, v. 26, n. 1, p. 173-176, 2004.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Atlas de Desenvolvimento Humano**: ranking do IDH-M dos Municípios do Brasil. Brasília: PNUD, 2003, 150 p.

RIBEIRO, R. C.; CORREIA, J. C.; DEIDL, P. R. **Avaliação da utilização de argila calcinada em pavimentação asfáltica**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT. 2007. 44p. (Série Tecnologia Mineral, 88).

RODRIGUES, P. F. Paredes de terra crua. Condicionantes associadas aos seus revestimentos. **Rev Pedra e Cal**, n. 24, p. 14-15, 2004.

SANTOS, Akiko. **Didática sob a ótica do pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2003.124p.

SANTOS, A. S. F.; AGNELLI, J. A. M.; MANRICH, S. Tendências e desafios da reciclagem de embalagens plásticas. **Polímeros: Ciência Tecnol**, v. 14, n. 5, p. 307-312, 2004.

SANTOS, C. L. **Criação de caprinos de corte**. Viçosa – MG, CPT, 2005. 168 p.

SCHISTEK. H. **Uma nova tecnologia de construção de cisternas usando como estrutura básica tela galvanizada de alambrado**. 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Petrolina, PE, 11 a 14 de julho de 2005.

SEBRAE/EMBRAPA. **Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial: processamento de carne caprina / EMBRAPA Caprinos, Serviço de Apoio às**

Micro e Pequenas Empresas – Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2003, 106p.

SENHORAS, E. M. **Estratégias de uma agenda para a cadeia agroindustrial do coco**: transformando a ameaça dos resíduos em oportunidades eco-eficientes. Campinas. 2003.

SENNES, R. U.; MENDES, R. C.; LESSA, I. (coord.). **Relatório de inteligência comercial – EUA sacos de rafia de polipropileno (PP 100). Programa export plastic**. Prospectiva. Consultoria Brasileira de Assuntos Internacionais. São Paulo. 2005. 108p.

SETI. Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior. **Produtos feitos com sacos de rafia geram renda e melhoram saúde em Ortigueira**. Portugal. 2010. Disponível em: <http://www.seti.pr.gov.br>.

SEVERIANO, A.P. Garrafas PET podem se transformar em casas pré-moldadas. Disponível em: http://planetasustentavel.abril.com.br/inc/pop_print.html, acesso em 17 de maio de 2010.

SHAKYA, P.R.; SHRESTHA, P.; TAMRAKAR, S.; BHATTARAI, P.K. Studies and determination of heavy metals in waste tyres and their impacts on the environment. **Pak J Anal & Envir Chem**, v. 7, n. 2, p. 70-76, 2006.

SILVA, C. G. T. **Conceitos e preconceitos relativos às construções em terra crua**. 2000. Tese (Dissertação de Mestrado) – Ministério da Saúde. Escola Nacional de Saúde Pública. Fundação Oswaldo Cruz. Sub-área: Saneamento e Saúde Ambiental.

SILVA, D.A.; BETIOLI, A.M.; GLEIZE, P.J.P.; ROMAN, H.R.; GÓMEZ, L.A.; RIBEIRO, J.L.D. Degradation of recycled PET fibers in Portland cement-based materials. **Cement and Concrete Research**, v. 35, p. 1741-1746, 2005.

SILVA, D. N. A. C.; CARVALHO, R. **Construções ecológicas e sustentáveis**: análise comparativa de custos entre painéis em bambu e barro com alvenaria de bloco. BRASIL NOCMAT, Salvador. 2006. 11p.

SMITH, M.; BEE, B.; WOODWARD, B.; GARDEN, A. A. **Earth building**. Waitakere City Council, 2008.

SOARES, A. L. J. **Conceitos básicos sobre permacultura**. Brasília: MA/SDR/PNFC. 1998. 53p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL. XLIII Congresso da SOBER. **Cultura do coco no Brasil**: caracterização do mercado atual e perspectivas futuras. Ribeirão Preto, 24 a 27 de julho de 2005. p. 3-20.

SOUSA, J. A. Q.; HOLANDA, B. S.; LEÃO, K. S.; FREIRES, A. P.; MENDES, R. D. Utilização dos métodos da bioconstrução para implantação de aviário agroecológico. **Rev Bras Agroecol**, v. 4, n. 2, p. 4051-4054, 2009.

TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, C. M.; SILVA, D. F.; SOUZA, C. M. P. Atuação da escola família agrícola na construção do desenvolvimento rural do vale do Jequitinhonha. **Rev Baiana Tecnol**, v. 22, n. 1-3, p. 145-158, 2007.

TEODORO, R. B.; QUARESMA, M. L.; SILVA, D. F.; TAVARES, W. S. A escola família agrícola como agente do desenvolvimento e fortalecimento da agricultura familiar na Região do Vale do Jequitinhonha. **Rev Bras Agroecol**, v. 4, n. 2, p. 1800-1803, 2009.

THERRIEN, J. O saber social da prática docente. **Educação & Sociedade**, Campinas. v. 14, n. 46, p. 408-418, 1993.

TIMMERMANN, J.; ORTIZ, P. M.; RODRIGUES, J.; MARQUES, M.; BECKAUSER, R. **Curso de construções alternativas, construção da zona 1**. São José do Cerrito/SC: IPAB - Instituto de Permacultura Austro Brasileiro, 2003.

VALE, B.; VALE, R. **The new autonomous house**. London: Thames & Hudson Ltd., 2000.

VAN LENGEN, J. **Manual do arquiteto descalço**. Porto Alegre: Livraria do Arquiteto. 2004. 692p.

VENTURA, P. C. S. **Por uma pedagogia de projetos**: uma síntese introdutória. **Educ Tecnol Belo Horizonte**, v. 7, n. 1, 2002.

VICELMO, A. **Tijolo ecológico é feito com mistura de barro e manipueira**. Fique por Dentro (Jornal). Ematerce, Crato, CE. 2006.

WHARTON, A.; PAYNE, D. Promoting innovation in construction SMEs: an EU case study. **Rev Sustain Building Construct**, v. 26, n. 2-3, p.76-79, 2003.

WIKIPEDIA. **Politereftalato de etileno ou PET**. Reciclagem. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/PET_\(pl%C3%A1stico\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/PET_(pl%C3%A1stico)). Acesso em: 23/06/2010.

YESILATA, Y.; ISIKER, P.; TURGUT, T. Thermal insulation enhancement in concretes by adding waste PET and rubber pieces. **Construction and Building Materials**, v. 23, n. 5, p. 1878–1882, 2009.

10 APÊNDICE

1) Avaliação de aprendizagem sobre materiais alternativos para construção rural

Gostaríamos de saber o seu nível de conhecimento em relação aos assuntos apresentados referentes à utilização de materiais alternativos na construção de instalações animais, por favor, marque com um X nos quadros em frente de cada frase informando o quanto você concorda ou discorda das afirmativas.

Afirmativas	Discordo muito	Discordo moderadamente	Discordo ligeiramente	Não discordo nem concordo	Concordo ligeiramente	Concordo moderadamente	Concordo muito
1 - <i>O bambu</i> , material nobre que pode ser usado para quase tudo: construção de paredes, telhas, estrutura, calhas, cercas, cestos, substitui o ferro no concreto armado, móveis, andaimes etc., seu crescimento é rápido em qualquer tipo de solo, e é bem adaptado a nossa microrregião. Suas características intrínsecas, dimensionais e de resistência dão a ele vantagens que não se encontram em outros materiais de construção na natureza							
2- <i>As folhas de palmeiras</i> , principalmente a do coqueiro, são excelentes isolantes térmicos, cuja durabilidade varia entre 5 a 10 anos, além de não serem material pesado por isto dispensam grandes estruturas. A microrregião de Satuba é rica na cultura do coco							
3- <i>Sacos de fibra</i> , provenientes do ensacamento de rações, farinha de trigo e etc., cheios com solo cimento permitem a construção de muro de arrimo e contenção							
4 - <i>Pneus velhos</i> , podem ser usados para construção de muros de arrimo ou até mesmo paredes de depósitos; são também excelentes isolantes acústicos e térmicos							
5 – Cortando os fundos e a boca <i>de embalagem de PET</i> , e depois cortando-as ao meio, servem como telha; colando em fileiras, teremos um telhado transparente ou opaco; cortada do mesmo jeito que a telha, sem o corte ao meio é utilizada como calha							
6 – <i>O ferrocimento (conhecido também como argamassa armada)</i> é o material mais apropriado para armazenamento de água potável. Sua estrutura une a solidez do concreto com a flexibilidade do aço, permitindo a construção de cisternas. O custo de construção de uma cisterna de ferrocimento é aproximadamente a metade das demais tecnologias conhecidas para esse fim. Além dessas vantagens, essa técnica permite a instalação de sistemas de captação de água da chuva.							
7- <i>A argila</i> , material abundante na microrregião, pode ter várias utilidades, desde confecção de vasilhames a construções <i>de pau-a-pique</i> , a mais tradicional das técnicas brasileiras, amplamente usada pelas populações rurais, que um dos melhores sistemas de pré-construção. Consiste em fazer uma tela usando o bambu ou outro tipo de material. Feito isso, os espaços devem ser preenchidos com barro.							

2) Publicação sobre uso de materiais alternativos

AMORIM, F. A. V.; RODRIGUES, E. H. V. Uma inserção de recursos institucionais na disciplina de construções rurais: o uso de materiais alternativos disponíveis na microrregião de Satuba nas construções de instalações rurais.

AMORIM¹, Francisco de A. Verçosa

RODRIGUES², Edmundo Henrique Ventura

¹ Mestrando do Programa de Pós-graduação em Educação Agrícola do PPGEA/UFRRJ, Prof. da Escola Agrotécnica Federal de Satuba.

E-mail: favamorim@gmail.com

² Orientador do Programa de Pós-graduação em Educação Agrícola do PPGEA/UFRRJ, Prof. Dr.Associado do Depto de Arquitetura e Urbanismo da UFRRJ. E-mail: edrodrig@ufrrj.br

Notadamente, falar hoje de sustentabilidade é falar de sobrevivência humana, pois, trata-se de processo em longo prazo em busca de uma melhor condições de vida para todos os habitantes do planeta e do uso perene e constante dos recursos naturais. A nossa sobrevivência depende da nossa capacidade de conjugar desenvolvimento com sustentabilidade. O estudo ora apresentado “Uma Inserção de Recursos Institucionais na Disciplina de Construções Rurais: O Uso de Materiais Alternativos Disponíveis na Microrregião de Satuba nas Construções de Instalações Rurais”, procura identificar a relação entre desenvolvimento regional e a educação, mais especificamente, com o ensino técnico agrícola. O objetivo geral desta pesquisa é propor material bibliográfico sobre técnicas existentes de construções alternativas nas instalações de animais, com materiais alternativos disponíveis na microrregião de Satuba/AL. Portanto, têm-se como objetivos específicos: apresentar através de protótipos de construções quais são os materiais alternativos para: coberturas de instalações rurais na produção animal; construção de paredes e divisões de instalações rurais na produção animal; propor protótipos de instalações animais, utilizando materiais alternativos de construções; proporcionar a inserção de uma nova metodologia de ensino de construções rurais, adequado-a às práticas de utilizações de materiais alternativos de construções rurais para a pequena produção animal. O trabalho esta estruturado em três capítulos, sendo o primeiro sobre a importância de viabilizar o alunado, visto ser esse um multiplicador de idéias no desenvolvimento sustentável, partindo de uma visão macro de

desenvolvimento para chegar numa situação específica de produção animal para subsistência do pequeno produtor familiar (agricultura agroecológica). A mesma sistemática é utilizada no segundo capítulo, onde é analisado o desenvolvimento regional para posteriormente fazer uma abordagem da microrregião de Satuba e das regiões circunvizinhas, um breve comentário sobre desenvolvimento sustentável para encerrar com a agricultura agroecológica como uma opção para agricultura sustentável do município. No terceiro capítulo é feito uma breve retrospectiva do ensino técnico agrícola no Brasil e na Microrregião de Satuba com sua história, estrutura e funcionamento e a contribuição da mesma e de seus egressos para agricultura ecológica satubense. Finalizando com as considerações e recomendações teóricas e práticas sobre a atuação da escola no desenvolvimento local e a situação funcional dos egressos.

Palavras-chave: Materiais alternativos. Microrregião de Satuba.