

**FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – FATECS
CURSO: ENGENHARIA CIVIL**

Gabriel Vieira Lopes
MATRÍCULA: 2097791/1

**ESTUDO DE CASO: Comparativo entre os orçamentos de uma escola urbano
ou rural executada com materiais convencionais e materiais não
convencionais**

Brasília
2014

GABRIEL VIEIRA LOPES

ESTUDO DE CASO: Comparativo entre os orçamentos de uma escola urbano ou rural executada com materiais convencionais e materiais não convencionais.

Trabalho de Curso (TC) apresentado como um dos requisitos para a conclusão do curso de Engenharia Civil do UniCEUB– Centro Universitário de Brasília

Orientadora: Eng^a Civil Maruska T. N. S. Bueno, D.Sc.

Brasília
2014

GABRIEL VIEIRA LOPES

ESTUDO DE CASO: Comparativo entre os orçamentos de uma escola urbano ou rural executada com materiais convencionais e materiais não convencionais.

Trabalho de Curso (TC) apresentado como um dos requisitos para a conclusão do curso de Engenharia Civil do UniCEUB– Centro Universitário de Brasília

Orientadora: Eng^a Civil Maruska T. N. S. Bueno, D.Sc.

Brasília, 2014.

Banca Examinadora

Eng^a.Civil: Maruska T. N. S. Bueno, D.Sc.
Orientadora

Eng^o. Civil: Jairo Furtado Nogueira, M.Sc.
Examinador Interno

Arquiteta: Ana Carolina Netto Gomes Drumond, M.Sc.
Examinadora Externa

RESUMO

O presente trabalho destina-se a comparar um orçamento da construção de uma escola urbano ou rural construída utilizando materiais convencionais da construção civil, com um orçamento utilizando soluções sustentáveis com materiais não convencionais. Por meio do comparativo busca-se demonstrar que é possível executar o mesmo empreendimento com um menor custo e degradação ambiental, além de proporcionar uma interação social – atendendo às três esferas da sustentabilidade: econômica, ambiental e social. Com o estudo da construção convencional de uma escola licitada, no município de Araripe-CE, esta pesquisa apresenta possíveis substituições sustentáveis, tais como: utilização de tijolo solo cimento em lugar do convencional bloco cerâmico, telhas leves feitas com reciclagem de garrafas PET em substituição às telhas coloniais, o piso de cimento queimado onde fosse possível a substituição da cerâmica e por fim a utilização do concreto drenante nas calçadas – todas objetivando uma menor degradação do meio ambiente e demonstrando que além de ecologicamente correto é possível obter uma economia final no orçamento da obra. O preconceito e a falta de conhecimento são grandes impeditivos para a não substituição de tais materiais, é com o objetivo de informar e demonstrar a qualidade equiparada dos materiais sustentáveis que foi realizado este trabalho.

Palavras-chave: materiais convencionais, materiais não convencionais, orçamento, sustentabilidade.

ABSTRACT

This study intended to compare a budget of building a urban or rural school built using conventional materials of construction, with a budget using sustainable solutions with unconventional materials. Through the comparison we seek to demonstrate that it is possible to run the same project with a lower cost and environmental degradation , as well as providing a social interaction - given the three spheres of sustainability: economic , environmental and social. With the study of the conventional construction of a school bid in the municipality of Araripe-CE , this research presents possible sustainable replacements , such as : use of soil cement brick instead of the conventional ceramic block, light tiles made with recycled PET bottles in place the colonial tiles, use the cement floor burned where possible to replace the ceramic and finally the use of drainage concrete sidewalks - all aiming a smaller degradation of the environment and demonstrating that in addition to environmentally friendly is possible to obtain a final savings in the budget the work. Prejudice and lack of knowledge are major impediments to the non-replacement of such materials, is aiming to inform and demonstrate the quality of treated organic materials that this work was done.

Keywords: conventional materials, unconventional materials, budget, sustainability.

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE TABELAS	13
ÍNDICE DE ABREVIACÕES.....	15
ÍNDICE DE SÍMBOLOS	17
1 INTRODUÇÃO.....	19
2 OBJETIVOS.....	21
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
3.1 Projetos de engenharia	23
3.2 Projetos escolares – Normas, leis e conceitos.....	28
3.3 Materiais convencionais utilizados na engenharia	38
3.4 Materiais não convencionais utilizados na engenharia	42
3.5 Sustentabilidade: searas econômica, social e ecológica.	60
4 PROCESSOS EXECUTIVOS DE OBRAS NÃO CONVENCIONAIS	68
4.1 Cooperativas: programas de capacitação e incentivos governamentais	68
5 METODOLOGIA	75
5.1 Escolha do projeto da escola de ensino.....	75
5.2 Detalhamento do projeto.....	78
6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS.....	82
6.1 Levantamento dos materiais	82
6.2 Orçamento com os materiais convencionais.....	83
6.3 Orçamento com os materiais não convencionais.....	84
6.3.1 Composição de custos dos materiais não convencionais.....	86

6.3.1.1	Composição de custo do tijolo de solo cimento	86
6.3.1.2	Composição de custo da cobertura com Telha Leve®	91
6.3.1.3	Composição de custo do piso em cimento queimado.....	93
6.3.1.4	Composição de custo da calçada drenante.....	94
6.4	Comparação dos orçamentos	96
7	CONCLUSÃO.	99
8	SUGESTÃO PARA PESQUISAS FUTURAS.....	101
9	BIBLIOGRAFIA.....	103
	ANEXO I – Tipos de tijolos de solo cimento produzidos no Brasil	109
	ANEXO II – Planilha de quantitativo de materiais	111
	ANEXO III – Planilha orçamentária aprovada na licitação – Araripe/CE.....	119
	APÊNDICE I – Planilha orçamentária atualizada para dez/2013	125
	APÊNDICE II – Croqui da estrutura do telhado leve	133

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – Ranking Global de Educação pelo Fórum Econômico Mundial	19
FIGURA 2 – Principais áreas envolvidas na elaboração de um Projeto de Engenharia	23
FIGURA 3 – Fluxo geral de atividades para implantação de um edifício escolar	27
FIGURA 4a – Técnica construtiva denominada “bahareque de bambu”	40
FIGURA 4b – Técnica construtiva denominada “bahareque de bambu”	40
FIGURA 5a – Wind and Water Bar – Estrutura em bambu (Binh Doung – Vietnã)	40
FIGURA 5b – Wind and Water Bar – Estrutura em bambu (Binh Doung – Vietnã)	40
FIGURA 6a – Catedral de Pereira – Estrutura em bambu (Risaralda – Colômbia)	41
FIGURA 6b – Catedral de Pereira – Estrutura em bambu (Risaralda – Colômbia)	41
FIGURA 7a – Bamboo Wing – Cobertura de Bambu (Flamingo Dai Lai Resort – Vietnã)	41
FIGURA 7b – Bamboo Wing – Cobertura de Bambu (Flamingo Dai Lai Resort – Vietnã)	41
FIGURA 8 – Arranjos de bambu estudados na pesquisa com bloquetes	42

FIGURA 9a – Ensaio de perda de carga, tubulação sob pressão.....	44
FIGURA 9b – Tubulação de bambu por mera gravidade – sem pressão	44
FIGURA 10 – Ciclo de produção da telha ecológica, Telhas leves®	45
FIGURA 11a – Amassamento, moldagem e secagem do adobe, em duas etapas	47
FIGURA 11b – Casa construída com adobe sem acabamento e proteção contra intempéries	47
FIGURA 12a – Casa humilde construída sem critérios de qualidade	48
FIGURA 12b – Casa construída com adobe seguindo padrões de qualidade	48
FIGURA 13a – Taipal.....	49
FIGURA 13b – Estruturas de esteios de madeira e “Gaiola”	49
FIGURA 14a – Casa na Comunidade da Vista Alegre – Milhã/CE	50
FIGURA 14b – Antiga cadeia, e atual Câmara Municipal São José do Barreiro/SP	50
FIGURA 15a – Fluxograma da produção de tijolo de solo-cimento	52
FIGURA 15b – Fluxograma da produção de tijolo de solo-cimento	52
FIGURA 16 – Projeto padrão FNDE – 06 SALAS DE AULA – URBANA E RURAL	77
FIGURA 17 – Disposição dos bloco com as respectivas áreas	79
FIGURA 18 – Planta baixa - Implantação	80
FIGURA 19 – Croqui da estrutura do telhado leve.....	133

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 – Normas relacionadas aos projetos escolares.....	32
TABELA 2 – Tipos de tijolos de solo-cimento produzidos no Brasil.....	59
TABELA 3 – Quadro síntese dos programas de apoio governamental.....	72
TABELA 4 – Projetos padrões do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação.....	75
TABELA 5 – Tabela do levantamento quantitativo de materiais	82
TABELA 6 – Planilha orçamentária aprovada na licitação – Araripe/CE	83
TABELA 7 – Composição de custo unitária do tijolo de solo cimento (m ²)	86
TABELA 8 – Diferença entre o tijolo cerâmico e o tijolo de solo cimento.....	87
TABELA 9 – Composição de custo unitária do tijolo de solo cimento (m)	88
TABELA 10 – Diferença entre aperto de alvenaria com tijolo cerâmico e o tijolo de solo cimento.....	88
TABELA 11 – Composição de custo unitária da aplicação de resina acrílica (m ²)	89
TABELA 12 – Diferença de custo com a aplicação de resina acrílica (m ²)	89
TABELA 13 – Resumo da diferença de custo entre alvenaria em bloco cerâmico e tijolo de solo cimento	90
TABELA 14 – Composição de custo unitária da estrutura do telhado (m ²).....	91
TABELA 15 – Composição de custo unitária da instalação da Telha Leve®.....	92

TABELA 16 – Diferença de custo entre a cobertura com telha colonial e Telha Leve®	92
TABELA 17 – Composição de custo unitária do cimento queimado (m ²)	93
TABELA 18 – Diferença entre o revestimento cerâmico e o cimento queimado.	94
TABELA 19 – Composição de custo unitária do piso drenante.....	95
TABELA 20 – Comparativo entre o piso drenante e o concreto simples desempolado	95
TABELA 21 – Comparativo orçamentário: Convencional X Sustentável	96

ÍNDICE DE ABREVIações

ABCP.....	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT.....	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACI.....	Aliança Cooperativa Internacional
ANPEC.....	Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia
BNDES.....	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
COEP.....	Centro de Orientação e Encaminhamento Profissional
FBB.....	Fundação Banco do Brasil
FINEP.....	Financiadora de Estudos e Projetos
FNDE.....	Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
FUNDESCOLA.....	Fundo de Fortalecimento da Escola
FUNTEC.....	Fundo de Desenvolvimento Técnico-Científico
INCC.....	Índice Nacional de Custo da Construção Civil
INEP.....	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
IPEA.....	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LDB.....	Lei de Diretrizes e Bases
MCA.....	Metros de Coluna d' Água
MEC.....	Ministério da Educação
MTE.....	Ministério do Trabalho e Emprego

NBR..... Norma Brasileira

PCA.....Portland Cement Association

PNE.....Plano Nacional de Educação

WEF..... World Economic Forum

ÍNDICE DE SÍMBOLOS

°C.....	Graus Celsius
cm.....	Centímetros
H.....	Hora
HP.....	<i>Horse power</i> (cavalos de força)
Kg.....	Quilograma
Kg/m ²	Quilograma por metro quadrado
kgf/cm ²	Quilograma-força por centímetro quadrado
L.....	Litros
m.....	Metros
m ²	Metros quadrados
m ³	Metros cúbicos
mca.....	Metros de coluna d' água
MPa.....	Mega Pascal
Pç.....	Peça
Un.....	Unidade

1. INTRODUÇÃO

O Brasil sempre conviveu com um *déficit* alto no campo da educação ocupando as mais baixas posições nas pesquisas, segundo o Fórum Econômico Mundial (WEF, na sigla em inglês), em seu último Relatório de Capital Humano (*The Human Capital Report*, em inglês) – divulgado em 2013 – o Brasil ocupa a 88ª posição dentre os 122 países que compõem o ranking. A Figura 1 apresenta as posições dos países quanto à educação dentro da economia mundial.

Figura 1 – Ranking Global de Educação pelo Fórum Econômico Mundial

Education			Education			Education		
Rank	Country	Score	Rank	Country	Score	Rank	Country	Score
1	Finland	1.601				62	Oman	0.032
2	Canada	1.355	32	Lebanon	0.548	63	India	0.020
3	Singapore	1.348	33	Hungary	0.530	64	Moldova	0.014
4	Switzerland	1.313	34	Malaysia	0.526	65	Philippines	0.011
5	New Zealand	1.204	35	Luxembourg	0.522	66	Panama	-0.006
6	Belgium	1.191	36	Czech Republic	0.452	67	Uruguay	-0.037
7	Netherlands	1.106	37	Portugal	0.411	68	Iran, Islamic Rep.	-0.051
8	Iceland	1.075	38	Croatia	0.394	69	Ecuador	-0.090
9	Ireland	1.033	39	Costa Rica	0.382	70	Tunisia	-0.099
10	United Kingdom	1.031	40	Italy	0.378	71	Azerbaijan	-0.153
11	United States	1.027	41	Russian Federation	0.377	72	Colombia	-0.169
12	Barbados	1.007	42	Poland	0.376	73	Vietnam	-0.176
13	Australia	0.968	43	Kazakhstan	0.359	74	Georgia	-0.191
14	Sweden	0.977	44	Jordan	0.350	75	Venezuela	-0.194
15	Norway	0.970	45	Ukraine	0.316	76	Mongolia	-0.198
16	Cyprus	0.938	46	Bulgaria	0.282	77	Turkey	-0.220
17	Korea, Rep.	0.899	47	Greece	0.280	78	Kyrgyz Republic	-0.223
18	Denmark	0.891	48	Bahrain	0.274	79	Thailand	-0.242
19	Germany	0.888	49	Chile	0.250	80	Kuwait	-0.285
20	Estonia	0.862	50	Mauritius	0.234	81	Jamaica	-0.285
21	Slovenia	0.825	51	Sri Lanka	0.172	82	Mexico	-0.291
22	France	0.776	52	Macedonia, FYR	0.165	83	Lao PDR	-0.320
23	Lithuania	0.745	53	Trinidad and Tobago	0.164	84	Peru	-0.323
24	Malta	0.716	54	Albania	0.136	85	Botswana	-0.386
25	Austria	0.713	55	Saudi Arabia	0.098	86	Bolivia	-0.409
26	Qatar	0.684	56	Argentina	0.091	87	Suriname	-0.423
27	Israel	0.651	57	Romania	0.077	88	Brazil	-0.497
28	Japan	0.628	58	China	0.069	89	Bhutan	-0.498
29	United Arab Emirates	0.626	59	Serbia	0.053	90	Kenya	-0.503
30	Latvia	0.615	60	Armenia	0.042	91	Ghana	-0.505
31	Spain	0.590	61	Indonesia	0.040	92	South Africa	-0.589
						93	Morocco	-0.590
						94	Nicaragua	-0.594
						95	El Salvador	-0.612
						96	Cameroon	-0.687
						97	Dominican Republic	-0.732
						98	Namibia	-0.817
						99	Cambodia	-0.839
						100	Tanzania	-0.870
						101	Malawi	-0.897
						102	Paraguay	-0.906
						103	Honduras	-0.947
						104	Bangladesh	-0.969
						105	Guatemala	-0.968
						106	Algeria	-0.991
						107	Madagascar	-0.997
						108	Uganda	-1.036
						109	Benin	-1.044
						110	Lesotho	-1.084
						111	Pakistan	-1.166
						112	Senegal	-1.202
						113	Egypt	-1.206
						114	Côte d'Ivoire	-1.302
						115	Ethiopia	-1.380
						116	Nigeria	-1.411
						117	Mozambique	-1.474
						118	Guinea	-1.482
						119	Mauritania	-1.744
						120	Mali	-1.747
						121	Burkina Faso	-1.817
						122	Yemen	-1.972

Fonte – Relatório de Capital Humano, 2013, Fórum Econômico Mundial.

Devido à grande extensão territorial, muitas vezes pequenos municípios ficam esquecidos, faltam recursos e acabam sem escolas de ensino de base para a

população local. Tal fator é impactante na educação nacional já que grande parte da população está localizada nessas regiões isoladas.

Devido à necessidade de se economizar verbas e gerar empregos nesses municípios, a sustentabilidade encontra o ambiente perfeito para desenvolver seus princípios basilares: o econômico, o social e o ambiental, todos em perfeita harmonia buscando o melhor resultado. Ao buscar uma solução sustentável para os municípios onde não há escolas, principalmente de ensino de base, é possível agir economicamente, diminuindo custos – contornando o problema da falta de verba em municípios interioranos, utilizando recursos abundantes no meio e dentro dos padrões exigidos para evitar agressões ao meio ambiente.

Dessa forma, engenheiros e arquitetos devem por em prática seus conhecimentos, principalmente ao projetar, buscando soluções viáveis e que de forma eficiente diminuam os custos, aproveitem os recursos disponíveis, otimizem o tempo e atinjam o objetivo primordial: levem educação aos municípios mais carentes e com índices de escolaridade ínfimos.

É com o intuito de auxiliar na construção de escolas com a utilização de materiais sustentáveis que este trabalho apresenta informações técnicas relacionadas a orçamento de escolas licitadas pelo Governo Federal, com comparativo entre o orçamento licitado com materiais convencionais e com materiais sustentáveis que podem ser encontrados no mercado com facilidade.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Comparar as vantagens e desvantagens obtidas entre um sistema de construção sustentável e construção convencional, além da real diminuição de gastos na construção de escolas – possibilitando a implantação de um programa de construção de escolas sustentáveis em municípios interioranos.

2.2 Objetivo específico

- Analisar o Projeto Padrão disponibilizado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE);
- Trazer um orçamento base para a construção convencional;
- Demonstrar possíveis soluções sustentáveis;
- Apontar os principais insumos afetados pela alteração convencional/sustentável;
- Fazer o comparativo de custos, demonstrando vantagens e desvantagens entre o convencional e o sustentável.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Projetos de engenharia

Segundo o Moderno Dicionário da Língua Portuguesa – Michaelis – Projeto é um plano para realização de um ato; na definição dada para construção, é tido como a representação gráfica e escrita com orçamento de uma obra que se vai realizar. Na Engenharia Civil a fase de projeto é a preliminar e fundamental dos empreendimentos, quando serão definidas as preferências e ideias do cliente, além dos materiais a serem utilizados e o *layout* desejado. Segundo Franco; Agopyan (1993) “é nesta fase que se tomam as decisões que trazem maior repercussão nos custos, velocidade e qualidade dos empreendimentos”.

Além dos materiais e *layout* desejados pelo cliente, o projeto deve conter todos os detalhes que possibilitem a concretização do empreendimento. Dessa forma é evidente que grande parte do projeto é direcionada aos profissionais da área e abrange inúmeras etapas e serviços. Segundo Tisaka (2006), a Engenharia Consultiva e de Projetos abrange serviços que vão desde a elaboração de planos diretores, estudos de viabilidade, estudos organizacionais; passando por anteprojetos, projetos básicos e executivos de obras; até a fiscalização, supervisão, acompanhamento técnico e gerenciamento de obras e serviços, além de vistorias, elaboração de laudos técnicos, consultorias especializadas, avaliações e pareceres referentes a obras de engenharia.

Logo, o Projeto de Engenharia de qualquer empreendimento engloba diversas áreas, tais como: Arquitetura, Engenharia Civil, Engenharia Elétrica, Engenharia de Produção, Engenharia Ambiental, Informática, Economia, dentre outras – conforme Figura 2, adaptada de Colenci Jr & Guerrini (1998). A harmonia entre os diversos setores possibilita o planejamento, orçamento e controle efetivo de todo o empreendimento, o que converge para o sucesso como um todo.

Figura 2 – Principais áreas envolvidas na elaboração de um Projeto de Engenharia

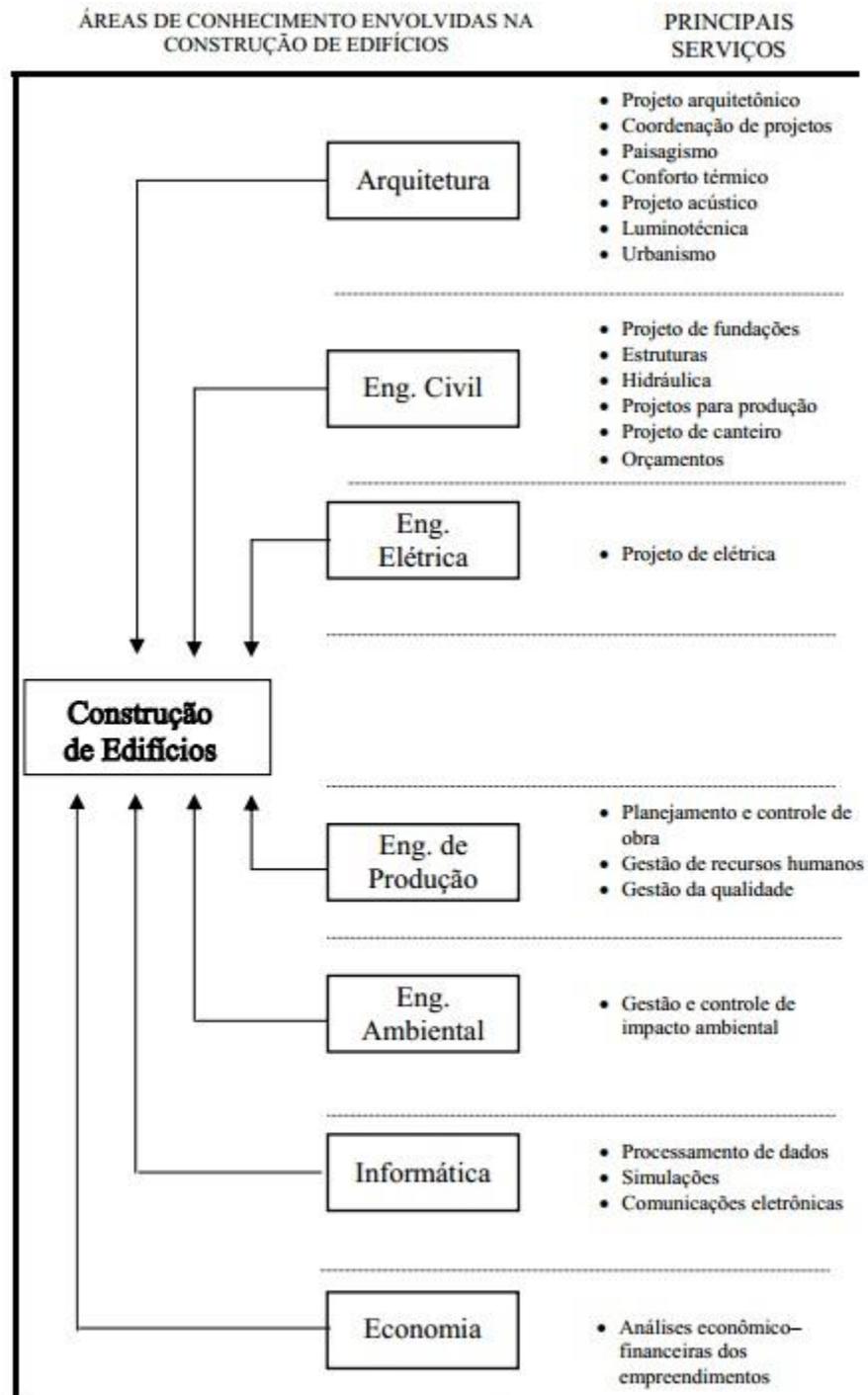


Figura adaptada de Colenci Jr. & Guerrini (1998)

Fonte – Adaptada de Colenci Jr & Guerrini (1998) – citado por, Fabrício (2002).

Tahon (1997), explica como um projeto, de um edifício por exemplo, envolve diferentes fases e como todas devem estar encaixadas perfeitamente a fim de que se atinja a solução final:

“...Um edifício é um objeto complexo pela multiplicidade de técnicas envolvidas e dos pontos de vista aos quais são ligadas sua concepção e sua realização. A condução de uma operação de construção necessita de uma subdivisão, segundo diferentes fases (concepção, preparação...), diferentes escalas de intervenção (parte da obra ou a construção em sua totalidade), e de pontos de vistas particulares (instalações térmicas, madeiramento...). Assim, as soluções correspondentes para estas diferentes facetas do problema engendram conflitos que a solução global que é elaborada deve responder” (TAHON, 1997).

Normas Brasileiras como a NBR 13531/95 e a NBR 13532/95 apresentam especificações completas para a elaboração de um projeto. A NBR 13531/95 normatizou as atividades técnicas exigidas para um bom projeto de engenharia tais como: topografia, sondagens de reconhecimento de solo, arquitetura, fundações e estruturas, instalações elétricas, instalações mecânicas, instalações hidráulicas e sanitárias, luminotécnica, comunicação visual, paisagismo, arquitetura de interiores, impermeabilização e qualquer outra atividade que possa ser pertinente ao projeto.

O projeto, para que seja concebido de forma efetiva, é realizado em etapas normatizadas e que são de fundamental importância para o seu sucesso, são elas:

- Levantamento: Segundo a NBR 13531/95, é a etapa destinada à coletar informações que representem condições preexistentes, de interesse para instruir a elaboração do projeto, podendo incluir:

a) físicos

- planialtimétricos;

- cadastrais (edificações, redes, etc.);
- geológicos, hídricos;
- ambientais, climáticos, ecológicos;
- outros.

- b) técnicos;
- c) legais e jurídicos;
- d) sociais;
- e) econômicos;
- f) financeiros;
- g) outros.

- Programa de necessidades: Segundo a NBR 13531/95, é a etapa destinada a determinar necessidades e expectativas do usuário, exigências que podem ser prescritivas ou de desempenho a serem atendidas pela edificação que será concebida.

- Estudo de viabilidade: Segundo a NBR 13531/95, é a etapa em que são analisadas e selecionadas alternativas para a concepção do empreendimento e de seus elementos e instalações.

- Estudo preliminar: Segundo a NBR 13531/95, é a etapa destinada à concepção e à representação do conjunto de informações técnicas iniciais e aproximadas, necessários à compreensão da configuração da edificação, podendo incluir soluções alternativas.

- Anteprojeto: Segundo a NBR 13531/95, é a etapa que irá representar informações técnicas provisórias de detalhamento do empreendimento e de seus elementos, instalações e componentes, necessárias ao inter-relacionamento das

atividades técnicas de projeto e suficientes à elaboração de estimativas aproximadas de custos e de prazos dos serviços de obra implicados.

- Projeto Legal: Segundo a NBR 13531/95, é a etapa em que as informações técnicas necessárias a análise e aprovação do projeto, pelas autoridades, serão representadas. Projeto necessário para a obtenção do alvará, licenças e demais documentos indispensáveis para as atividades de construção.

- Projeto básico: Segundo a NBR 13531/95, apesar de ser uma etapa opcional destinada à concepção e à representação das informações técnicas da edificação e de seus elementos, ainda que não completas ou definitivas, é um projeto obrigatório para a contratação com o poder público (licitação).

- Projeto para execução: Segundo a NBR 13531/95, esta é a última etapa na qual acontece a representação e concepção final das informações técnicas da edificação e de seus elementos, instalações e componentes, completas e definitivas, necessárias e suficientes à licitação e à execução dos serviços de obra.

As atividades serão executadas em diferentes etapas do projeto para que seja possível principalmente a elaboração de um anteprojeto e posteriormente um projeto básico, que é aquele que apresenta informações técnicas dos elementos, instalações e componentes, ainda que não sejam completas ou definitivas mas é o projeto necessário à contratação (licitação) de obras públicas, seguido do orçamento a fim de estimar o custo da obra. Após o projeto básico, tem-se o projeto executivo que detalha todas as informações técnicas necessárias à execução do empreendimento.

O processo de projeto tem sido objeto de maior preocupação entre profissionais do meio depois que consultores e pesquisadores nacionais tais como Melhado (1998), Tzortzopoulos (1999) e Rodriguez e Heineck (2001), indicaram o potencial de melhora no desempenho das edificações com uma gestão do referido processo. Apesar de não ser possível a exata quantificação dos ganhos em termos de desempenho ou custos, autores como Picchi (1993) e Rodriguez e Heineck

(2001) apontam que uma adequada gestão do processo de projetos pode trazer uma redução de 6% do custo direto das obras.

O processo de projeto é a etapa mais estratégica do empreendimento com relação aos gastos de produção e a agregação de qualidade ao produto. (FABRÍCIO, 2002).

3.2 Projetos Escolares – Normas, leis e conceitos

Em projetos escolares existem diretrizes específicas a serem seguidas pelos projetos, que atualmente encontram-se delimitados por manuais técnicos elaborados pelo Fundo de Fortalecimento da Escola – FUNDESCOLA. Esta é a bibliografia mais completa de âmbito nacional que regulamenta e traz diretrizes para o projeto de construção de espaços escolares no Brasil, traz especificações desde a escolha do terreno, projeto arquitetônico até a definição do melhor mobiliário para as escolas. O FUNDESCOLA, no final da década de 90, criou uma série de manuais (cadernos técnicos) a fim de regulamentar a produção de escolas do programa nacional idealizado pelo Ministério da Educação (MEC) – Espaço Educativo – Arquitetando uma Escola para o Futuro, apesar de esse material ter sido desenvolvido para orientar a construção das escolas desse programa em específico, hoje é utilizado em âmbito nacional por ser o mais completo material disponível para consultas, haja vista a deficiência de bibliografia que auxilie construções nesse sentido.

A coleção é composta principalmente pelos volumes:

- Manual para adequação de projetos escolares;
- Recomendações técnicas: Edificações – Elaboração de projetos de arquitetura;
- Recomendações técnicas: Equipamentos – Mobiliário;
- Espaços educativos ensino fundamental subsídios para elaboração de projetos e adequação de edificações escolares. Cadernos Técnicos 4. Volume 1;

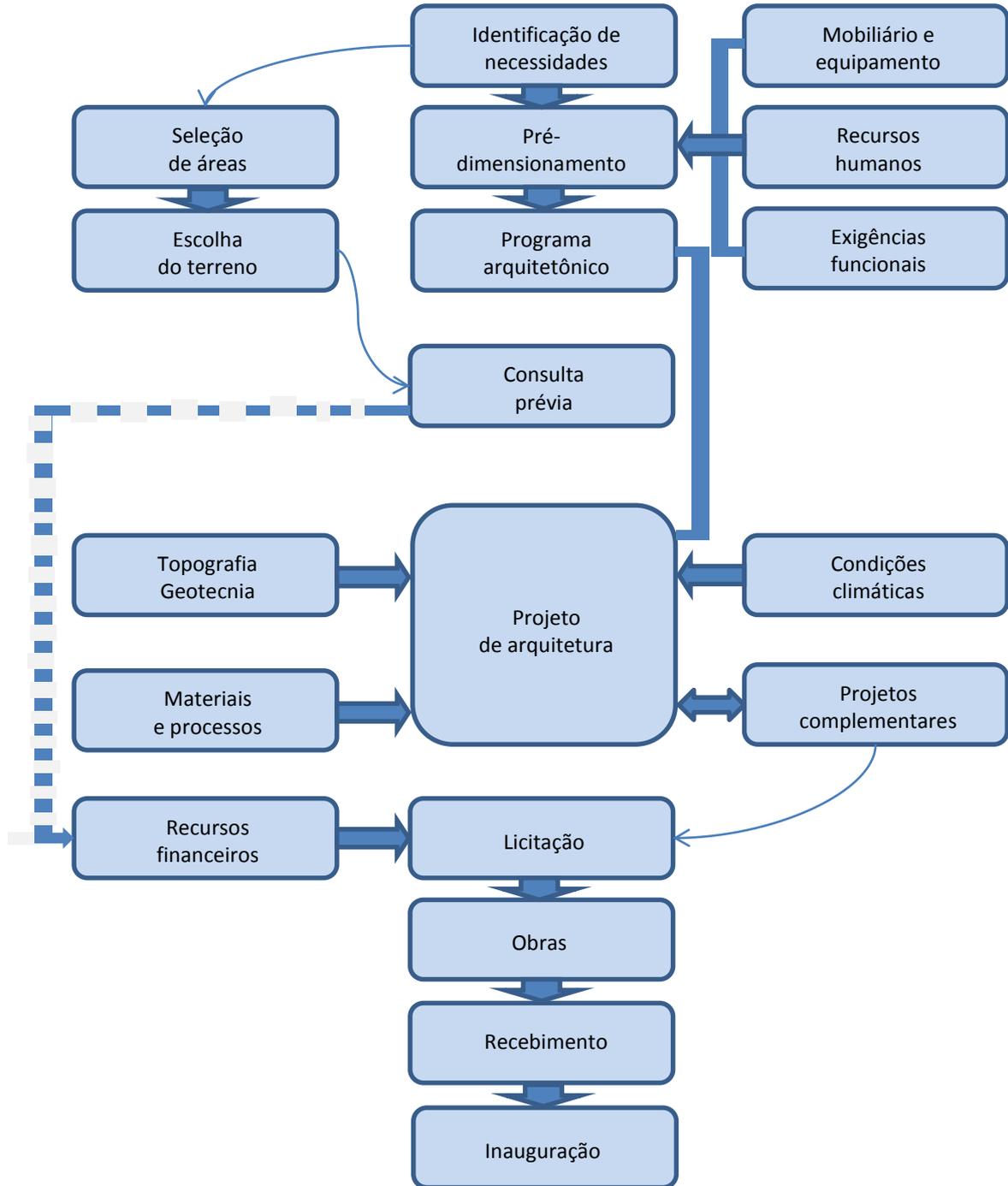
- Espaços educativos ensino fundamental subsídios para elaboração de projetos e adequação de edificações escolares. Cadernos Técnicos 4. Volume 2;
- Portadores de deficiências físicas – Acessibilidade e utilização de equipamentos escolares. Série Cadernos Técnicos I;
- Mobiliário Escolar. Série Cadernos Técnicos I, nº 3;
- Salas de aula, equipamentos e material escolar;
- Tamanho da escola, ambientes escolares e qualidade de ensino;

(HENRIQUES, 2005)

Em geral as recomendações dos manuais são práticas principalmente no tocante ao sistema construtivo e ao projeto arquitetônico. Como todo projeto governamental que se planeje repetir em grande escala de forma padronizada, deseja-se rapidez e economicidade no processo de construção, com o mínimo de despesas exigidas à conservação desde que sejam mantidos os padrões de qualidade. Os projetos arquitetônicos são enfáticos quanto ao conforto que deve ser propiciado aos alunos, pelas construções, em relação: a níveis de ruídos, dimensões dos espaços internos, ventilação, iluminação, isolamentos térmicos além de recomendações relativas à topografia, natureza do subsolo e outros aspectos relativos à localidade em que se insira cada escola. (FUNDESCOLA, 2002)

Cita-se ainda o documento intitulado, O caderno: Espaços educativos ensino fundamental subsídios para elaboração de projetos e adequação de edificações escolares – caderno técnico – volume 1, o qual apresenta um fluxograma sugerindo o desenvolvimento de etapas de planejamento, projeto e construção escolar, conforme Figura 3.

Figura 3 – Fluxo geral de atividades para implantação de um edifício escolar



Fonte: FUNDESCOLA – Espaços educativos ensino fundamental – subsídios para elaboração de projetos e adequação de edifícios escolares – cadernos técnicos 4 – volume 1, 2002.

A licitação de uma obra pública é um procedimento complexo que demanda uma série de etapas precedentes antes que seja efetivada a contratação do serviço ou empreendimento. O ponto de partida de qualquer licitação está na identificação das necessidades, ou seja, o que se deseja construir: com definição do tamanho do empreendimento, a finalidade da construção, dentre outras preferências. De acordo com as definições será selecionado o terreno e então dar-se-á início aos estudos preliminares nos quais serão analisadas as características principais do empreendimento, em conjunto com a demanda a ser atendida e ainda serão feitas as análises de viabilidade do empreendimento e das alternativas propostas.

Concluída a fase preliminar com estudos e análises de viabilidade, é possível que seja realizado o anteprojeto, o qual precede o projeto básico e apresenta a descrição e avaliação da alternativa escolhida. Com o anteprojeto é possível definir diretrizes do projeto básico, além de aprimorar valores do investimento. O projeto básico deve trazer instrumentos capazes de caracterizar os serviços, materiais e os custos, para que seja elaborado um orçamento a ser licitado. Inicialmente é realizada apenas uma avaliação de custo expedita, na qual é avaliado valores de execução da obra por meio de indicadores que refletem o custo médio por unidade, todavia tal avaliação mostra-se com baixa precisão e pode trazer um custo por metro quadrado fora da realidade que será executada, por considerar apenas estimativas. Existe ainda o custo unitário básico (CUB), um indicador monetário que mostra o custo básico para a construção civil, que também é utilizado na estimativa de custos. Porém é obtido com base em projetos-padrão e diferenciado pelo padrão de acabamento a ser utilizado, todavia não são contabilizados, por exemplo, os projetos de fundação, o que pode ser perigoso na estimativa de projetos. Para que se obtenha um resultado mais satisfatório é interessante que seja realizada uma avaliação detalhada, a qual apresenta um orçamento detalhado com os serviços a serem executados de forma discriminada, assim a margem de erro diminui e o custo da licitação aproxima-se do valor que será efetivamente gasto na execução do empreendimento.

Além de todas as recomendações práticas acerca da construção e planejamento de obras, os cadernos FUNDESCOLA trazem as normas técnicas a serem seguidas na construção das escolas. Conforme a Tabela 1 atualizada e adaptada abaixo:

Tabela 1: Normas relacionadas aos projetos escolares

	CÓDIGO	TÍTULO	STATUS
FERRAGENS	NBR 12931:1993	Fechadura de embutir – Padrão superior – Especificação.	CANCELADA
	NBR 14913:2002	Fechadura de embutir – Requisitos, classificação e métodos de ensaio.	CANCELADA
	NBR 14913:2009	Fechadura de embutir – Requisitos, classificação e métodos de ensaio.	CANCELADA
	NBR 14913:2011	Fechadura de embutir – Requisitos, classificação e métodos de ensaio.	EM VIGOR
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	NBR 5410:2004	Instalações elétricas de baixa tensão.	EM VIGOR
	NBR 5410:2008	Instalações elétricas de baixa tensão.	EM VIGOR
	NBR 5411:1963	Instalação de chuveiros elétricos e aparelhos similares.	CANCELADA
	NBR 5411:1985	Instalação de chuveiros elétricos e aparelhos similares.	CANCELADA
	NBR 5413:1992	Iluminância de interiores.	CANCELADA
	NBR ISO/CIE 8995-1:2013	Iluminação de ambientes de trabalho Parte 1: Interior.	EM VIGOR
INSTALAÇÕES HIDROSANITÁRIAS	NBR 5626:1998	Instalação predial de água fria.	EM VIGOR
	NBR 5651:1977	Recebimento de instalações prediais de água fria.	CANCELADA
	NBR 5688:2010	Tubos e conexões de PVC-U para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação – Requisitos.	EM VIGOR

ALVENARIA	NBR 8545:1984	Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e bloco cerâmicos – Procedimento.	EM VIGOR
JANELAS E PORTAS	NBR 10821:2000	Caixilhos para edificações – Janelas.	CANCELADA
	NBR 10821-1:2011	Esquadrias externas para edificações Parte 1: Terminologia.	EM VIGOR
	NBR 10821-2:2011	Esquadrias externas para edificações Parte 2: Requisitos e classificação.	EM VIGOR
	NBR 10821-3:2011	Esquadrias externas para edificações Parte 3: Métodos de ensaio.	EM VIGOR
REVESTIMENTOS	NBR 7175:2003	Cal hidratada para argamassas – Requisitos	EM VIGOR
	NBR 7200:1982	Revestimentos de paredes e tetos com argamassas: materiais, preparo, aplicação e manutenção.	CANCELADA
	NBR 7200:1998	Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento.	EM VIGOR
CERÂMICA	NBR 6504:1986	Piso cerâmico	CANCELADA
	NBR 13816:1997	Placas cerâmicas para revestimento – Terminologia	EM VIGOR
ACESSIBILIDADE	NBR 9050:2004	Acessibilidade a edificações, mobiliário espaços e equipamentos urbanos.	EM VIGOR
	NBR 7192:1998	Elevadores elétricos – Elevadores de passageiros, elevadores de carga, monta-cargas e elevadores de maca – Projeto, fabricação e instalação.	CANCELADA
	NBR NM 207:1999	Elevadores elétricos de passageiros – Requisitos de segurança para construção e instalação	EM VIGOR
	NBR 14712:2013	Elevadores elétricos e hidráulicos – Elevadores de carga, monta-carga e elevadores de maca – Requisitos de segurança para construção e instalação.	EM VIGOR
	NBR 9077:2001	Saídas de emergência em edifícios	EM VIGOR

Fonte: Cadernos e Manuais FUNDESCOLA, adaptação própria do autor.

Apesar da bibliografia disponível indicando os padrões que devem ser seguidos pelas escolas públicas por todo o país, é possível constatar a discrepância e falta de padronização existente até mesmo entre escolas do mesmo município. A desigualdade é ainda maior quando são comparadas escolas de municípios interioranos – sem verba – com municípios próximos de grandes centros urbanos, que têm atenção maior de governantes. O grande motivo para que continue existindo falta de padronização é a inexistência de legislação específica que institua condições mínimas nacionais para a construção e adequação de estabelecimentos escolares, principalmente de educação básica.

A Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996 – Lei de Diretrizes e Bases (LDB) – Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, é a principal e mais abrangente lei relacionada à educação. A citada lei apresenta normas gerais e amplas, baseadas nos princípios constitucionais e a partir dela emanam as demais leis relacionadas à educação e ainda apresenta inúmeros ganhos para os cidadãos como: tornar a educação infantil – creches e pré-escola – oficialmente a primeira etapa da educação básica, assim como tornou o Ensino fundamental obrigatório e gratuito, e levou à tona uma preocupação com as condições mínimas de educação, mesmo que de forma vasta, no Título III – Do Direito à Educação e do Dever de Educar, conforme se copia:

“Art. 4º O dever do Estado com educação escolar pública será efetivado mediante a garantia de:

...

IX – padrões mínimos de qualidade de ensino, definido como variedade e quantidade mínimas, por aluno, de insumos indispensáveis ao desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem.”

(Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996 – Lei de Diretrizes e Bases)

Ainda em 1996 foi elaborado o primeiro Plano Nacional de Educação (PNE) – aprovado pela Lei nº 10.172, de 9 janeiro de 2001 –, para vigorar entre 2001 a 2010,

que trouxe diretrizes e metas a serem alcançadas pelo governo no decênio de vigência. Os objetivos e metas tinham boa intenção como a previsão de elaboração, para todos os níveis da educação básica, de padrões mínimos nacionais de infraestrutura compatíveis com as realidades regionais, todavia sem previsão de punição para aqueles que não cumprissem o que foi determinado. Conforme citado no item 1.3 como objetivos e metas:

“1.3 Objetivos e Metas

2 – Elaborar, no prazo de um ano, padrões mínimos de infraestrutura para o funcionamento adequado das instituições de educação infantil (creches e pré-escolas) públicas e privadas, que, respeitando as diversidades regionais, assegurem o atendimento das características das distintas faixas etárias e das necessidades do processo educativo ...

(...)

3 – A partir do segundo ano deste plano, somente autorizar construção e funcionamento de instituições de educação infantil ou privadas, que atendam aos requisitos de infraestrutura definidos no item anterior.”

(Plano Nacional de Educação – Lei nº 10.172 de 9 de janeiro de 2001)

Dessa forma não passou de “Metas e objetivos a serem alcançados”, ou seja, verificou-se que as recomendações do Plano Nacional de Educação – PNE, assim como as dos manuais do FUNDOESCOLA, não estavam sendo observadas pelos entes federados, como é de fácil constatação pela situação atual das escolas brasileiras de educação básica.

Observando o descaso com as exigências do PNE, em 2009 foi apresentado ao Senado Federal o Projeto de Lei Nº 525 com a Ementa: “Institui as condições mínimas nacionais para a construção, adequação e equipamento pedagógico de estabelecimentos escolares de educação básica.”. Com o objetivo de padronizar as escolas por todo o Brasil e evitar que as crianças sejam cada vez mais segregadas de acordo com a região do país na qual são educadas, buscando atender às metas

estipuladas no PNE editado oito anos antes, conforme argumentou na justificção do Projeto de Lei:

“...Dependendo do lugar onde vivem, as crianças brasileiras podem ter acesso a escolas deveras diferenciadas. Com isso, elas acabam condenadas, muitas vezes, à condição de cidadão pela metade e até de não-cidadãos” (CRISTOVAM BUARQUE, 2009)

O Projeto pretende instituir a necessidade de “habite-se escolar” para permitir o funcionamento das instalações educacionais creches, pré-escolas, centros de educação infantil, escolas de ensino fundamental e escolas de ensino médio. (Art. 1º - PL Nº 525/2009). Com essa exigência as condições civis mínimas de construção serão definidas pelo Ministério da Educação – MEC, dessa forma será possível a federalização da educação básica e a diminuiação das desigualdades que ocorrem hoje em municípios com situações financeiras distintas. Além de prever a proibição à reeleição ou candidatura do Chefe do Poder Executivo a outro cargo eletivo enquanto durar a apurao das irregularidades da construção, já que o Projeto de Lei prevê que o “habite-se escolar” será concedido pelo prefeito, dentro das normas previstas pelo MEC. (Art. 2º, §1º, Art. 3º - PL Nº 525/2009).

Contudo o Projeto de Lei está em trâmite no Congresso Nacional há mais de quatro anos, já tendo passado pela Comissão de Educação Cultura e Esporte, e encontra-se atualmente em debate na Comissão de Assuntos Econômicos sem que tenha sido convertido em lei. Em sua passagem pela Comissão de Educação foi aprovado na forma de emenda substitutiva e altera os artigos 10 e 11 da Lei nº 9.394 de 20 dezembro de 1996 – Lei de Diretrizes e Bases, o que na realidade não surtiria o efeito almejado pelo projeto, já que o que se precisa é de uma legislação específica para regulamentar os padrões mínimos de qualidade das escolas, prevendo punição aos administradores, e não um acréscimo à lei mais ampla existente na área da educação, conforme proposição da emenda substitutiva apresentada nos artigos 10 e 11, os quais se copiam:

“Art. 10. Os Estados incumbir-se-ão de:

.....
 § 1º *A autorização de que trata o inciso IV ficará condicionada à comprovação de atendimento às condições nacionais mínimas de funcionamento definidas pela União.”*

“Art. 11. Os Municípios incumbir-se-ão de:

§ 1º *A autorização de que trata o inciso IV ficará condicionada à comprovação de atendimento às condições nacionais mínimas de funcionamento definidas pela União.”*

Dado que o Projeto de Lei não foi convertido, e as emendas não passaram de propostas, tudo continua sob análise na Comissão de Assuntos Econômicos do Congresso, sem prazo para conclusão. O Projeto apresenta excelente iniciativa para a padronização das escolas no Brasil visto que essa é uma meta que se deseja alcançar desde o Plano Nacional de Educação do ano de 2001, e manteve-se dentre os “Objetivos e Metas” do novo Plano Nacional de Educação aprovado no último mês de dezembro (dez/2013), pelo Senado Federal dependendo de aprovação pela Câmara dos Deputados, para vigorar pelos próximos dez anos, conforme apresentação a seguir.

“METAS E ESTRATÉGIAS – Meta 1

Estratégias:

*1.1)definir, em regime de colaboração entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, metas de expansão das respectivas redes públicas de educação infantil **segundo padrão nacional de qualidade, considerando as peculiaridades locais;**”*

(Substitutivo do Senado ao Projeto de Lei da Câmara nº 103, de 2012 (PL nº 8.035 de 2010, na Casa de origem), que “Aprova o Plano Nacional de Educação (PNE) e dá outras providências”)-grifo do autor.

3.3 Materiais convencionais utilizados na engenharia

Os materiais da construção civil seguiram a evolução humana já que o homem desde os primórdios busca com eles construir abrigos que os protejam das mais diversas intempéries. Primeiramente, sem tecnologia disponível, eram utilizados os materiais na forma que se encontravam na natureza: pedra, madeira (galhos), folhas (palha), barro, dentro outros insumos brutos encontrados (VERÇOSA, 2000).

Em tempos de falta de tecnologia para a transformação dos materiais fazia-se necessário trabalhar com o que havia de mais abundante na região, e da forma mais versátil possível, como é o caso das alvenarias que datam de antes de Cristo, segundo Gomes (1983): “Os povos que habitavam a região do Tigre e do Rio Eufrates não possuíam grandes variedades de rochas naturais, mas possuíam jazidas de argila; em decorrência disto as construções assírias e persas eram executadas com tijolos queimadas ao sol (adobe), já conhecidos em 10.000 a.C., ou em fornos, estes já conhecidos em 3.000 a.C.”.

Sem o conhecimento atual em cálculos passaram-se anos utilizando a alvenaria com a função estrutural na construção, porém muitas vezes de forma superdimensionada, já que eram construídas de forma empírica. (ALY, 1992). A exemplo dessas estruturas com alvenaria estrutural superdimensionada que ainda persiste até os dias atuais pode-se mencionar, com paredes da base medindo 180cm de espessura, o edifício “Monadock Building” – em Chicago, USA – construído em 1889.

Com o passar dos anos, o crescimento das populações e o aumento das exigências humanas, os materiais anteriormente utilizados já não atendiam aos anseios humanos. Surgiu a necessidade por novos materiais que se mostrassem mais duráveis, resistentes e com uma melhor aparência. Essa evolução partiu do material ligante (argamassa – primeiramente de barro, posteriormente de cal) que

era então utilizada para unir as partes nas construções em alvenaria (pedras, tijolos ou blocos). (GUIMARÃES, 1997)

Segundo Carvalho (2008), os romanos usavam a cal como aglomerante, desde 600 a.C. mas o que alavancou a engenharia romana foi a descoberta de um novo material, o *Opus Caementicium*, cujo principal material era uma cinza pozzolânica que misturada à argamassa de cal tornava-se em um material parecido ao cimento de hoje.

O cimento foi fundamental para a obtenção de um material impermeável, estanque, resistente e de fácil conformação, que foi muito usado pelos romanos na construção de suas obras públicas. Em alguns casos, o cimento foi usado simplesmente como aglomerante para argamassas estanques, impermeáveis e, em outros casos para a obtenção de materiais resistentes – o concreto. (CARVALHO, 2008).

Seguindo a evolução do concreto, no ano de 1854, Joseph Louis Lambot, apresentou numa exposição em Paris, um pequeno barco em concreto armado com barras de aço, que foi patenteado no ano seguinte. Ainda em 1855, o inglês W. B. Wilkinson patenteou o uso de lajes em concreto armado com barras de ferro torcidas e o pesquisador francês François Cignet obteve a patente do sistema sobre o uso de barras de ferro imersas em lajes de concreto, levando-as até os apoios. Em 1856, adicionou porcas nas extremidades das barras, e finalmente, em 1969 publicou um livro descrevendo alguns princípios básicos do concreto armado e possíveis aplicações. (MACGREGOR, 1997).

O aço – oriundo do ferro-gusa – é, sem dúvidas, um dos mais importantes materiais para a construção civil. Segundo Noldin (2002), há indícios que por volta do século V a.C. os chineses começaram a fabricar o ferro carburado, mais tarde chamado ferro-gusa. Diferentes formas rudimentares foram utilizadas para a obtenção do ferro-gusa – matéria prima na obtenção do aço – durante séculos e na idade média, até que no século VIII uma pequena forjaria da Catalunha criou a forja

Catalã, um conceito que pode ser considerado como um dos maiores avanços na tecnologia de redução de minério de ferro. A forja Catalã produzia cerca de 160 kg de ferro em cinco horas, enquanto que as técnicas anteriores produziam 23 kg, no mesmo intervalo de tempo. (NOLDIN, 2002).

Certamente o aço em união com o concreto na construção civil – formando o concreto armado – foi um grande salto. Vãos até então inimagináveis começaram a ser projetados e vencidos sem o menor problema, pilares tornaram-se cada vez mais esbeltos proporcionando uma arquitetura mais arrojada e criativa, características impossíveis há um século quando os materiais disponíveis, eram pouco estudados e com comportamentos imprevisíveis e muito variáveis, tempos em que os cálculos não proporcionavam um nível de segurança confiável, sendo mais prudente superdimensionar a arriscar a integridade da construção, elevando custos e depreendendo tempo desnecessário.

Os materiais de construção convencionais foram, com o passar do tempo e o avançar da tecnologia, expandindo-se na construção civil a ponto de hoje serem maioria do mercado. A alvenaria em bloco cerâmico (tijolo cozido), a estrutura em concreto armado, o piso em cerâmica, o acabamento em tinta, o telhado em telhas de zinco, enfim os materiais industrializados estão por toda a parte e são sinônimo de construção de qualidade além de *status*. São de rápida execução, de acabamento impecável além de existirem em diferentes modelos, cores e estilos que agradam a todos os gostos.

Não obstante as inúmeras vantagens, os materiais convencionais também apresentam desvantagens que, quando comparados com os materiais não convencionais, podem não compensar o custo total da construção e o impacto ambiental. Basta uma análise nos principais materiais convencionais para se verificar as desvantagens que passam muitas vezes despercebidas aos olhos do construtor. Muitos materiais convencionais como: tijolos cozidos, cerâmicas, cimento, aço e alumínio, por exemplo, emitem uma enorme quantidade de CO₂ (gás carbônico) para a atmosfera em seu ciclo de produção o que contribui diretamente

para o efeito estufa, o aquecimento global, e conseqüentemente afetam a situação climática global, gerando impactos ambientais inimagináveis, como: aquecimento global, chuvas ácidas, descongelamento das geleiras, tempestades e tornados não esperados. (BARBOSA, 2005). Segundo Barbosa (2005), o maior vilão no que diz respeito à emissão de CO₂ para a atmosfera é o Cimento Portland, porém além dessa problemática é importante considerar a quantidade de energia necessária na produção de todos eles. Para a produção desses industrializados são necessários fornos com temperaturas absurdas, para o aço, por exemplo, a temperatura é por volta de 1800° C e para cerâmicas e azulejos temperaturas superiores a 1200° C.

Com o elevado consumo de energia necessário à produção desses materiais vem o alto custo. Já que, a menos que os fornos fossem alimentados por carvoeiros clandestinos, o carvão combustível deve ser comprado e como o desmatamento está desenfreado e cada vez maior em busca de maiores lucros, a quantidade da oferta torna-se menor que a procura pelo combustível tornando-o cada vez mais caro o que acaba inflacionando o produto final, os materiais industrializados.

Outro grande problema encontrado com os materiais convencionais, mas que atualmente veio chamando atenção em busca de solução é a geração de resíduos. Talvez esse seja o problema mais visível aos olhos do construtor, pois não obstante esteja muito presente na etapa de produção dos materiais, está no campo também. Segundo Barbosa (2005), na fabricação do aço tem-se como principal resíduo a escória, parte já é reaproveitada na indústria do cimento, o que é muito benéfico, porém não são 100% da escória que é aproveitada. Outros materiais convencionais industrializados convencionais aqui mencionados também geram resíduos sem destinação, ou com destinação imprópria, como é o caso das cerâmicas e azulejos que no próprio processo de fabricação muitas peças quebradas são descartadas. No próprio canteiro de obras o desperdício é imensurável quando boa parte dessas peças vira entulho, sem uma destinação direcionada a reciclagem.

Certamente os materiais da construção civil não se resumem aos estruturais e a pequena parcela do acabamento, mas o intuito foi mostrar que com poucos

exemplos – talvez o de mais visualização, quando se trata de estrutural – pode-se demonstrar o impacto ambiental causado pela simples opção humana ao industrializado.

Segundo Barbosa (2005), o Prof. Minke – da Universidade de Kassel, Alemanha – citou que:

A arquitetura do futuro será aquela que terá em mente:

- a conservação dos recursos naturais;
- a minimização do consumo de energia;
- a redução da poluição para a produção de construções higiênicas e saudáveis sem aumentar seu custo.

3.4 Materiais não convencionais utilizados na engenharia

Os materiais não convencionais são geralmente considerados ecologicamente não agressivos ao meio ambiente e consistem essencialmente em antigos materiais tradicionalmente que deixaram de ter o mesmo nível de utilização, sendo atualmente considerados não convencionais, e em materiais compósitos à base de matérias vegetais ou de resíduos. Estes se baseiam sobre tudo no uso de materiais locais, como terra, e na utilização ou reciclagem de resíduos industriais, como o papel, ou agro-industriais, materiais de origem biológica, como as fibras de cânhamo, o bambu ou a palha. (EIRES, 2006). Segundo Barbosa (2005), pode-se justificar a denominação de *não convencionais* porque eles não são ainda regidos por normas técnicas já bem estabelecidas, aceitas e difundidas mundialmente.

Os materiais não convencionais enfrentam o preconceito da sociedade por estarem sempre relacionados à pobreza. Devido ao seu baixo custo é comum ver sua utilização nos subúrbios das cidades, em meio a favelas, e devido à cultura da industrialização aqueles que têm condições para optar por materiais industrializados

jamais escolheriam os não convencionais, por acreditarem que estariam adquirindo algo de qualidade inferior ou que teriam um acabamento inadequado. Este é um mito que precisa acabar, existem inúmeras construções demonstrando a qualidade e eficiência de materiais não convencionais e o quão vantajoso eles se mostram.

O bambu, por exemplo, é um excelente material e tem inúmeras aplicações na construção civil por atender aos requisitos de resistência, ser flexível e leve. (SILVA, SOUZA, MARÇAL, 2010). Segundo o coordenador em pesquisas envolvendo bambu, com apoio do CNPq, e professor da Universidade Federal – Luís Eustáquio – a produção de biomassa no caso do bambu é comparável à do eucalipto, sendo que o corte do primeiro pode ser feito em até três anos, quando já apresenta alta resistência estrutural, enquanto o eucalipto exige de seis a sete anos para a extração. “Não se faz corte total no bambu, o que torna sua extração sustentável, e cada plantação dura mais de cem anos”, afirma o pesquisador. Ainda menciona o baixo custo da produção no que se refere ao consumo de energia. (BOLETIM UFGM, 2011).

Civilizações Colombianas desde a metade do século XIX utilizavam a técnica construtiva denominada, “bahareque” de bambu, que é constituída pelo elemento estrutural, bambu, e por paredes, teto e piso, recoberto interna e externamente por lâminas formadas por bambu rachado. Esta técnica difundiu-se rapidamente em outras regiões da América, devido à suas características sismo resistentes e à facilidade de adaptação em topografias irregulares. (CRUZ, 2009). A Figura 4a ilustra as paredes constituídas apenas com lâminas de bambu rachado, e a Figura 4b ilustra a mesma técnica, porém acrescido da utilização de barro.

FIGURA 4a e 4b – Técnica construtiva denominada “bahareque de bambu”



Fonte: <<http://yosoyinka.blogspot.com.br/2011/08/arte-el-bahareke-o-bahareque-un-arte.html>>
Acesso em 21 jan 2014 – 21:37.

Atualmente existem construções modernas com utilização do bambu em estruturas tridimensionais, com conchas em dupla curvatura e estruturas espaciais, tudo devido ao fato do maior conhecimento do material, com mais universidades buscando pesquisas nas áreas de soluções para a substituição do tradicional, ou material convencional, por aquele menos agressor ao meio ambiente, mais econômico ao construtor e certamente capaz de construir maravilhas. As Figuras de 5 a 7 apresentam construções contemporâneas realizadas com bambu.

FIGURA 5a e 5b: Wind and Water Bar – Estrutura em bambu (Binh Doung – Vietnã)



Fonte: <<http://www.ideiasdiferentes.com.br/site/wind-and-water-bar/>> Acesso em 19 jan 2014 – 10:08.

FIGURA 6a e 6b: Catedral de Pereira – Estrutura em bambu (Risaralda – Colômbia)



Fonte: <<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=266235>> Acesso em 19 jan 2014 – 11:42.

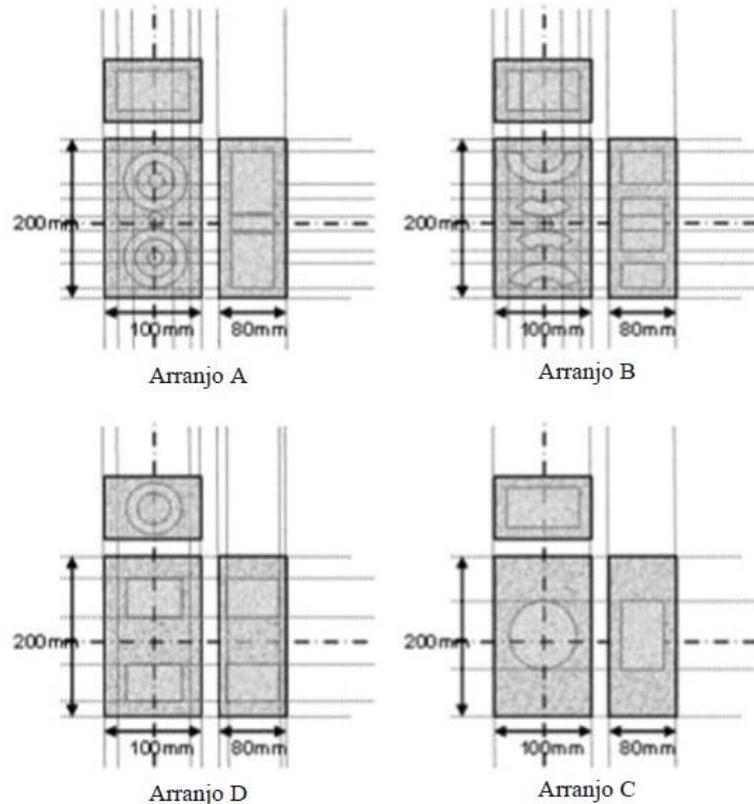
FIGURA 7a e 7b: Bamboo Wing – Cobertura de Bambu (Dai Lai Resort – Vietnã)



Fonte: Hiroyuki Oki <http://www.archdaily.com.br/br/01-43807/bamboo-wing-vo-trong-nghia/43807_43852> Acesso em 19 jan 2014 – 12:08.

Existem várias outras aplicações do bambu na construção civil, um estudo realizado pela Revista Cerne da Universidade Federal de Lavras, em 2010, estudou a aplicação do bambu gigante como elemento estrutural para a confecção de bloquetes de concreto, a fim de se verificar potenciais vantagens técnico-econômicas dessa aplicação em razão da redução de volume de cimento, em comparação aos bloquetes convencionais de concreto. (BERALDO, 2010). A Figura 8 apresenta as propostas de arranjos de utilização de bambu nos bloquetes estudados na pesquisa.

FIGURA 8: Arranjos de bambu estudados na pesquisa com bloquetes



Fonte: Revista Cerne, Artigo 17 – Ano: 2010

De acordo com a pesquisa, as conclusões foram satisfatórias e a substituição de parte do concreto por bambu mostrou-se viável devido ao desempenho dos grupos de corpos de prova analisados com bambu quando comparados com o testemunho somente com concreto. (BERALDO, 2010).

Há milhares de anos o bambu é utilizado na condução de água pelos orientais, dada a sua forma tubular e impermeável. Todavia era utilizado basicamente como condutor de escoamento, ou seja, conduzia a água sem pressão até locais mais baixos. Recentemente, estudos pretendem entender as propriedades dos bambus a fim de utilizá-los como tubulação semelhante à de PVC que

conduzem água sob pressão, para tal é necessário o conhecimento de algumas variáveis que somente podem ser analisadas empiricamente. Em 1997, Marco Antônio dos Reis Pereira escreveu um artigo para o Congresso Brasileiro de Engenharia – O uso do Bambu na Irrigação; montagem de um sistema de irrigação por aspersão de pequeno porte, utilizando tubulação de bambu – no qual explica passo a passo a construção de um sistema de irrigação com tubos de bambu e recomenda que funcione sob pressão de até 25 mca, já que a princípio a pressão de ruptura para os tubos de bambu-gigante testados, de comprimento útil de até 12 metros, podem suportar pressões da ordem de 40 mca. (PEREIRA, 1997)

No citado artigo Pereira (1997), é citado o trabalho que estava em desenvolvimento para ser apresentado no XXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola que objetivava determinar as características hidráulicas de tubos de bambu gigante a serem utilizados na fórmula de Hazen-Williams¹. Em julho de 2000 é apresentado o Artigo – Características hidráulicas de tubos de bambu gigante – em que tubos de bambu foram testados como condutor de água sob pressão, verificando algumas características hidráulicas como o coeficiente C da equação de Hazen-Williams, a relação $f \times Re$ para uso na equação de Darcy-Weisbach², a pressão de ruptura dos tubos e o comportamento das uniões de borracha.

As conclusões nas pesquisas foram que com os resultados obtidos os colmos de bambu gigante podem ser utilizados como tubos para a condução de água para fins de irrigação (sob pressão) de pequeno porte, sendo que o sistema de união dos tubos por meio de borracha deve ser melhorado em função dos valores obtidos com a pressão de ruptura. (PEREIRA, 2000).

¹ Dentre as fórmulas mais utilizadas, principalmente na prática da Engenharia sanitária americana, para o escoamento turbulento, encontra-se a de Hazen-William cuja expressão é: (PORTO, 2006)

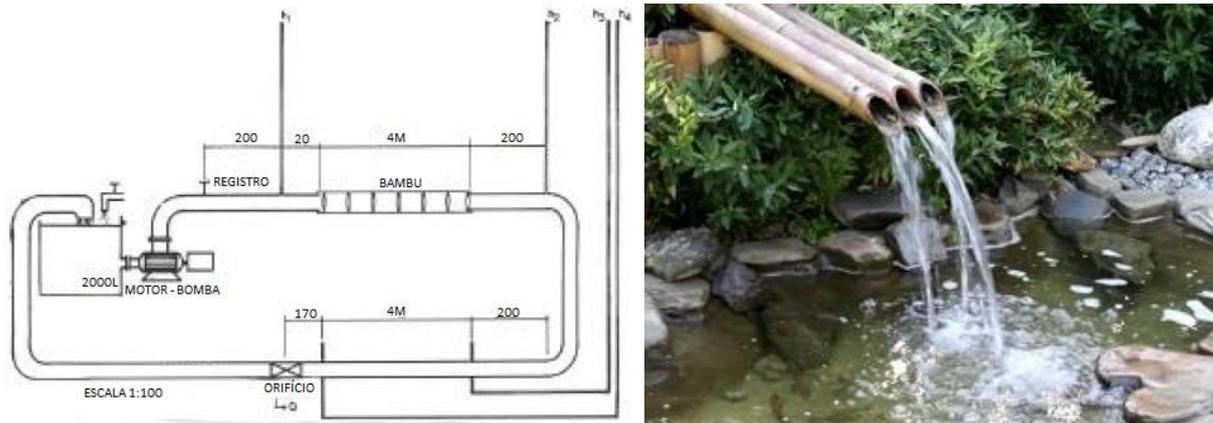
$$J = 10,65 \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,87}}$$

² A equação de Darcy-Weisbach tem por finalidade calcular a perda de carga em tubos transportando fluidos, podendo ser líquidos ou gás. A equação utilizada é: (PORTO, 2006)

$$h = f \frac{L \cdot V^2}{D \cdot 2g}$$

A Figura 9a apresenta o croqui do ensaio de perda de carga, e a Figura 9b apresenta a utilização de bambu para tubulação sem pressão.

FIGURA 9a e 9b: Ensaio de perda de carga, tubulação sob pressão (à esquerda); Tubulação de bambu por mera gravidade – sem pressão (à direita);



Fonte: Figura 9a – Artigo: Características Hidráulicas de tubos de bambu gigante, PEREIRA, 2000.
 Figura 9b – <<http://footage.shutterstock.com/clip-3176191-stock-footage-zen-garden.html>>
 Acesso em 24 jan 2014 – 11:55.

Além do bambu outro material não convencional que passou a ser utilizado em substituição ao convencional é a telha ecológica produzida a partir da reciclagem de garrafas PET. As garrafas jogadas no meio ambiente demoram até 400 anos para se decompor, e se não tiverem um destino correto podem passar todo esse tempo a entupir galerias pluviais, poluir rios e lagos. Do total de todo PET consumido no ano 2000, apenas 17% foi proveniente de fontes recicladas. (ECCOCLEAN, 2014).

A tendência humana é transformar tudo em descartáveis aumentando cada vez mais a geração de resíduos, tornando viável novas formas inteligentes de reciclagem. As telhas ecológicas recicladas a partir das garrafas PET pela empresa Eccoclean, denominada Telhas Leves®, é um avanço na construção sustentável por trabalhar com o mínimo de desperdício já que ao final da construção as sobras de resíduos das telhas de PET poderão ser devolvidas para a reciclagem. (ECCOCLEAN, 2014). As telhas trazem ainda maior economia na construção por serem quase dez vezes mais leves que as tradicionais feitas em cerâmica – 5,8

kg/m² contra 45,6 kg/m², dados da Eccoclean® e Eurotop® – essa diferença de peso reflete diretamente na estrutura a ser utilizada no telhado.

Telhas ecológicas não são um benefício apenas ao meio ambiente e ao consumidor final, certamente têm o seu papel social, afinal é através do trabalho dos catadores que as garrafas chegam até as indústrias do meio ambiente para que sejam recicladas, logo, além de tudo estão a gerar empregos diretos e indiretos, limpar o meio ambiente e trazer uma economia ao construtor. A Figura 10 apresenta o ciclo de produção das telhas desde o consumo das garrafas PET.



Fonte: Sítio da empresa produtora da telha ecológica – ECCOCLEAN

<<http://www.eccoclean.com.br/empresa.html>> Acesso em 2 fev 2014 – 10:54.

Existem também no mercado telhas fabricadas com as aparas industriais de fabricação de tubos de creme dental que não possuem o destino ecologicamente correto, afinal toneladas de bisnagas são enviadas aos aterros sanitários. A empresa EcoTop®, desde 2003, produz telhas, placas e cumeeiras de alta qualidade testadas pelo Instituto Falcão Bauer. As telhas sustentáveis quando comparadas com as convencionais também apresentam um peso muito inferior – 14 kg (2,20 x 0,90m) contra 27,4 kg (2,44 x 1,10m) de uma telha convencional – o que certamente diminuirá a demanda de material para a estrutura do telhado. A sua alta resistência e leveza auxiliam no transporte e na diminuição do desperdício, pois caso uma telha caia ela não irá quebrar-se. (SETOR RECICLAGEM, 2014). Segundo o Setor Reciclagem essa telha também pode representar uma sensível redução no gasto com mantas isolantes térmicas, já que um dos elementos que formam a embalagem

é isolante natural, assim o alumínio da telha chega a isolar a temperatura de 25% a 30%.

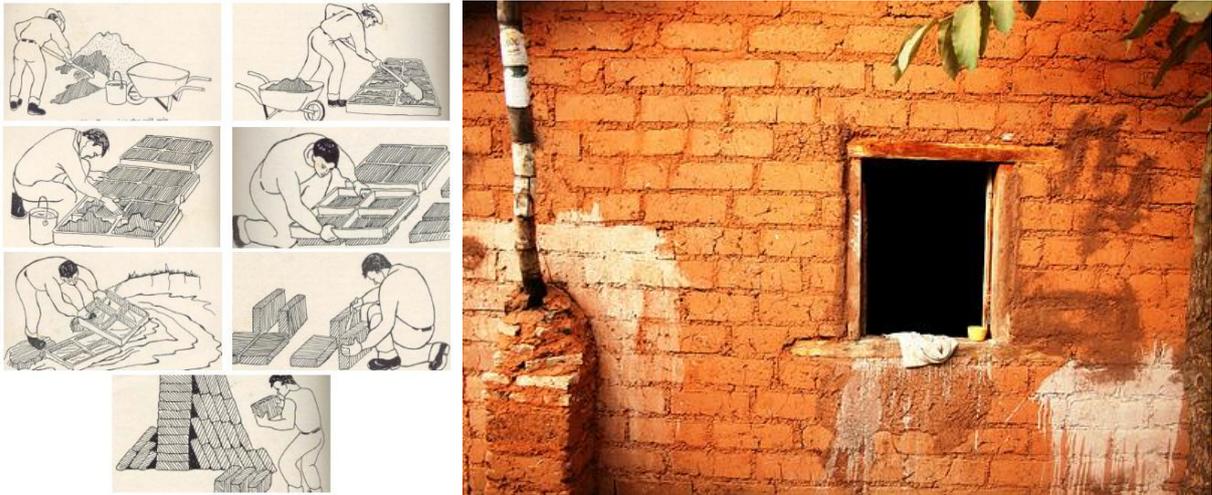
A alvenaria é certamente um dos itens cruciais da construção civil, seja ela estrutural ou de simples vedação, ela está presente em praticamente todos os empreendimentos. Seguindo a tendência dos materiais sustentáveis e não convencionais existem, também para a alvenaria, soluções inteligentes e que muitas vezes já vinham sendo executadas há anos.

Segundo Brosler (2011), a terra como material de construção apresenta vantagens como: capacidade de regular a umidade do ambiente interior, se comparada com os demais materiais de construção; armazenamento de calor; possibilidade de reuso do material; As desvantagens também existem, tais como: suscetível à ação da água, caso não seja feito nenhum tratamento para impedir; composição variada, sendo que a qualidade para a construção pode ser melhorada a partir da combinação com outros materiais e, para aumentar a rigidez e diminuir a presença de fissuras, tem-se agregado fibras vegetais ou animais (como crina de cavalo ou pelo), folhas, esterco, ramos ou galhos, cal ou cimento. (PISANI, 2007; WIEMER, 2005).

Os blocos de barro secos ao sol (adobe) é técnica de construção milenar que, segundo José Leme Galvão Jr., está para a história da construção dos abrigos do homem, como o próprio homem para a história da civilização. Segundo Pereira (2008), em regra os blocos de adobe são feitos com terra arenosa úmida, que depois de amassada e colocada em formas, são secas ao sol, sem o processo de queima. Para o melhoramento de seu desempenho mecânico é relativamente frequente a inclusão de cal e por vezes de palha. As paredes são construídas da mesma forma que paredes de blocos cerâmicos, com a única diferença da argamassa que é utilizada a própria terra, com o mesmo traço do adobe, para garantir boa liga e mesmo comportamento. (TAGOMORI; CAVALLARO, 2011). Certamente existe ainda muito preconceito quanto a construções em adobe relacionado à pobreza e falta de qualidade, mas essa não é a realidade desse tipo de construção, com a execução correta e os devidos cuidados para a conservação contra as intempéries

no decorrer do tempo é possível ter uma construção em adobe em excelente qualidade. A Figura 11a apresenta o processo de produção do adobe, e a Figura 11b uma construção sem a devida proteção contra intempéries.

FIGURA 11a e 11b: Amassamento, moldagem e secagem do adobe, em duas etapas (à esquerda) Casa construída com adobe sem acabamento e proteção contra intempéries (à direita)



Fonte: FIGURA 11a: GALLAWAY, 1983. FIGURA 11b: <<http://arqsustentabilidadeifto.blogspot.com.br/2010/10/adobe-historia.html>> Acesso em 21 jan 2014 – 22:15

As Figuras 12a e 12b apresentam a diferença entre construções realizadas com critérios necessários para conservação da construção em adobe – elevação do solo, camada de proteção sobre a estrutura de barro e beirais maiores – e uma casa humilde sem critérios de qualidade.

Similar ao adobe na “massa de preparo” diferenciando-se apenas na execução tem-se a taipa. Também utilizada há muitos anos e que, devido ao baixo custo difundiu-se principalmente entre as classes mais baixas o que acabou gerando o mesmo preconceito existente com o adobe, por exemplo. Porém a taipa se executada de forma criteriosa e com um revestimento é uma alvenaria de ótima qualidade e pode durar séculos. A taipa pode ser: taipa de pilão ou taipa de mão, também chamada de taipa de sebe, pau a pique, barro armado, taipa pescoção e tapona ou sopapo. A diferença entre elas consiste basicamente na execução e local de aplicação delas. As taipas de mão serviam como vedo de uma estrutura

independente ou, geralmente – por serem menos espessas – como paredes internas de edificações com paredes externas de taipa de pilão. (PISANI, 2004).

FIGURA 12a e 12b: Casa humilde construída sem critérios de qualidade (à esquerda). Casa construída com adobe seguindo padrões de qualidade (à direita)



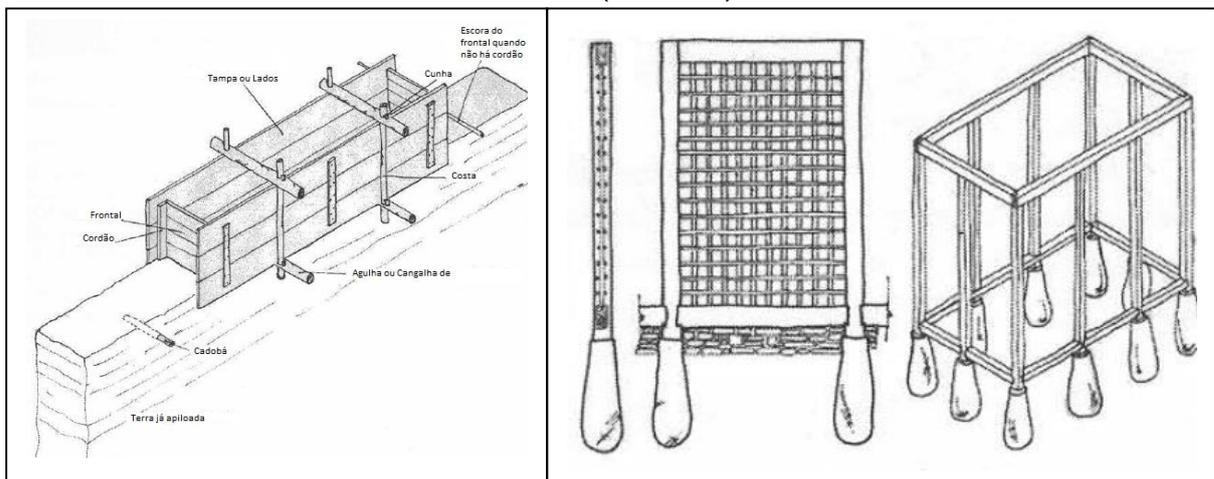
Fonte: FIGURA 12a: <<http://www.panoramio.com/photo/49317623>>.

FIGURA 12b:<<http://www.ecocentro.org/vida-sustentavel/habitacao/>>. Acesso em 21 jan 2014 – 22:47.

A taipa de pilão recebe essa denominação por ser socada (apiloada) com o auxílio de uma mão de pilão. Segundo Schmidt (1946), a terra a ser utilizada é removida de certa profundidade, para evitar as impurezas (areias ou pedregulhos, húmus e outros materiais orgânicos – como gravetos e restos de vegetação – pois podem afetar a resistência final do material) e por apresentar normalmente um grau de umidade satisfatório, não necessitando de água para compor a dosagem correta. (PISANI, 2004). Após o preparo da argamassa de barro, esta é disposta dentro do taipal, em camadas de 10 a 15 centímetros, e são apiloadas com espessuras de 30 a 120 centímetros. O taipeiro ou auxiliar trabalha dentro do taipal, o que facilita a compactação. (PISANI, 2004). Os vãos deixados na arquitetura – portas e janelas – são montados a partir de estruturas de madeira colocadas anteriormente, durante a execução dos maciços das paredes. O tempo de secagem das paredes de taipa de pilão varia de 3 a 6 meses – quando poderão iniciar a execução dos revestimentos, para que haja aderência –, dependendo da altura e espessura da parede, tipo de solo utilizado e condições climáticas. (PISANI, 2004).

Diferentemente da taipa de pilão, na execução da taipa de mão não existe o auxílio dos taipais. A argamassa de barro – que deve ter uma plasticidade maior que a da massa utilizada na taipa de pilão, para que possa ser manuseada – é prensada contra uma trama com aparência de gaiola confeccionada com madeira, cipós e madeiras mais finas (varas) com vãos quadriláteros de 5 a 20 centímetros de lado. Dois trabalhadores taapeiros se colocam em lados opostos da trama e com as mãos pegam uma quantidade de barro que concomitantemente é prensado energeticamente contra a trama. O tempo de secagem de uma parede – que varia de 15 a 20 centímetros de espessura – é de aproximadamente um mês, quando então pode receber revestimentos. (PISANI, 2004). A Figura 13a apresenta o taipal utilizado na taipa de pilão, com todos os mecanismos de execução. A Figura 13b apresenta a gaiola pré-montada, em madeiras finas e cipós, pronta para receber a massa que será prensada contra as tramas.

FIGURA 13a e 13b: Taipal (à esquerda). Estruturas de esteios de madeira e “Gaiola” (à direita).



Fonte: FIGURA 13a – PISANI, 2004: Adaptado de Corona & Lemos (1972)
 FIGURA 13b – PISANI, 2004: Adaptado de Vasconcellos (1961).

As Figuras 14a e 14b apresentam construções executadas com os mesmos métodos construtivos – taipa e adobe – onde é possível verificar a discrepância entre

construções executadas sob critérios de qualidade e construções humildes, que muitas vezes geram preconceito acerca desse método construtivo.

FIGURA 14a e 14b: Casa na Comunidade da Vista Alegre – Milhã/CE. – construída em taipa de mão (à esquerda). Antiga cadeia, e atual Câmara Municipal – São José do Barreiro SP – construída em taipa de pilão, adobe e taipa de mão. (à direita).



Fonte: FIGURA 14a <<http://www.museufundacao.marivaldakariri.net/indeex.php/produtos/menina-casa-de-taipa/>> Acesso em 22 jan 2014 – 08:13.

FIGURA 14b <http://www.turismoaledocafe.com/2010_10_01_archive.html> Acesso em 22 jan 2014 – 08:24.

Outra excelente solução sustentável, econômica e que pode ser executada no canteiro com materiais da própria região é o tijolo de solo cimento. Não obstante tenha como um dos componentes o cimento, que consome grande quantidade de energia para ser produzido, ele é utilizado apenas em pequenas proporções na fabricação do tijolo – que não gasta energia para ser queimado e tem como principal componente a terra crua. (PISANI, 2005).

Solo-cimento é o material obtido pela mistura íntima de solo, cimento Portland e água, em proporções adequadas. A mistura final é um material com boa resistência à compressão, boa impermeabilidade, baixo índice de retração volumétrica e boa durabilidade. (GRANDE, 2003). Para a obtenção do tijolo é necessária a compactação ou moldagem e cura da mistura em prensas manuais ou mecânicas especialmente fabricadas para isso.

Fernando Mazzeo Grande (2003), elencou algumas vantagens do tijolo de solo-cimento quando comparado com os tijolos convencionais (blocos cerâmicos), quais sejam:

- controle de perdas (a alvenaria modular minimiza desperdício);
- disponibilidade de abastecimento;
- baixo custo em comparação às alvenarias convencionais;
- durabilidade e segurança estrutural;
- funcionalidade de seus equipamentos, permitindo uma operação direta no canteiro de obras, independentemente de sua localidade;
- eficiência construtiva devido ao sistema modular, pelo qual os tijolos são somente encaixados ou assentados com pouca quantidade de argamassa. Os tijolos podem ser produzidos com furos internos que permitem a passagem de tubulações sem a necessidade de cortes ou quebras;
- facilidade de manuseio devido aos encaixes que agilizam a execução da alvenaria;
- baixa agressividade ao meio ambiente, pois dispensa a queima;
- economia de transporte quando produzido no próprio local da obra.

Além das vantagens citadas por Grande (2003), pode-se citar:

- facilidade de treinamento da mão de obra;
- reaproveitamento de tijolos defeituosos, bastando que sejam triturados e peneirados novamente para nova prensagem;
- produção de tijolos em diferentes formatos, no momento da necessidade, a depender da peculiaridade da construção;
- baixa demanda de energia na produção e cura.

O processo de produção do tijolo de solo-cimento é deveras simples, porém devem ser tomados alguns cuidados a fim de se atingir os objetivos desejados: resistência, peso, formato, textura, dentre outros. Levando em consideração esses cuidados a Doutora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade

Presbiteriana Mackenzie, Maria Augusta Justi Pisani, elaborou um fluxograma no qual explicita as fases de produção do tijolo de solo-cimento, apresentado na Figura 15a. A Figura 15b apresenta uma adaptação do fluxograma elaborado por Maria Pisani, para tijolos de solo-cimento produzidos dentro do canteiro de obras.

FIGURA 15a e 15b: Fluxograma da produção de tijolo de solo-cimento



FIGURA 15a: Fluxograma elaborado por PISANI, 2005, representando a produção dos tijolos de solo-cimento fora do canteiro de obras, com a fase de transporte do solo e do tijolo.

Fonte: PISANI, (2005).



FIGURA 15b: Fluxograma adaptado do PISANI, 2005, representando a produção dos tijolos de solo-cimento dentro do canteiro de obras, sem a fase de transporte do solo e do tijolo.

Fonte: PISANI, (2005), adaptado pelo autor.

No processo de produção do tijolo de solo-cimento a dosagem da mistura é de suma importância para a qualidade final do produto. Os métodos de dosagem da Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, (1980) apud Grande (2003), de acordo com FERRAZ et al. (2001) são baseados na experiência da PORTLAND CEMENT ASSOCIATION – PCA (1946), e consiste em dois métodos (normas) –

Norma Geral e Norma Simplificada. Em resumo, o teor de cimento adequado se baseia em análises de comportamentos de corpos-de-prova com diversos teores ensaiados, diferindo entre si em 2%. As simplificações e alterações nesse método surgiram exatamente pela comprovação de milhares de experimentos realizados, proporcionando economia de tempo na tomada de decisões sobre a composição ideal a ser efetivamente empregada em um caso específico. Uma vez fixado o teor de cimento da mistura, a umidade a ser incorporada e a massa específica passam a ser critérios de controle.

Além dos métodos da ABCP, em 1990 a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) também apresentou uma norma para misturas de solo-cimento – “NBR 1336 Solo-Cimento – Dosagem para emprego como camada de pavimento” – quase em sua totalidade semelhante à Norma Simplificada da ABCP, que tem como seu critério de dosagem a resistência à compressão simples da mistura, após o período de sete dias de cura, quando o material apresenta resistência aproximada entre 60% e 65% da resistência de cálculo, segundo Pisani (2005).

Grande (2003) ressalta que o método de dosagem, por mais rigoroso que seja, não implicará necessariamente na obtenção de uma mistura de boa qualidade, uma vez que para isso devem ser observados outros fatores intervenientes, tais como: teor de umidade da mistura, operações de mistura e de compactação, tempo e condições de cura. As proporções recomendadas pelas ABCP (1988), em volume, de cimento e solo para moldar o tijolo são de 1:10, 1:12 e 1:14, sendo que a escolha do “traço adequado” deve ater-se à economia de cimento e atender os critérios de resistência à compressão e absorção de água estabelecidos na NBR 8491 – Tijolo maciço de solo-cimento –, os quais sejam:

“5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Resistência à compressão

A amostra ensaiada de acordo com a NBR 8492 não deve apresentar a média dos valores de resistência à compressão menor do

que 2,0 MPa (20 kgf/cm²) nem valor individual inferior a 1,7 MPa (17 kgf/cm²) com idade mínima de sete dias.

5.2 Absorção de água

A amostra ensaiada de acordo com a NBR 8492 não deve apresentar a média dos valores de absorção de água maior do que 20%, nem valores individuais superiores a 22%.” (ABNT - NBR 8491)

O processo de preparo da massa consiste em, após o destorroamento do solo, misturar primeiramente o solo e o cimento até a completa homogeneização e, só então, adiciona-se água à mistura. Depois de algum tempo, a mistura está pronta para ser utilizada na fabricação dos tijolos, sendo que o tempo máximo para utilização após a adição da água é de 1 hora. (GRANDE, 2003). A mistura devidamente dosada pode ser moldada tanto em prensas manuais quanto motorizadas. Segundo Pisani (2005), no Brasil existem fabricantes de prensas manuais com capacidade de produzir de 500 a 2.000 tijolos por dia com operadores simples via treinamento de 8 a 24 horas, as prensas motorizadas podem chegar a 12.000 tijolos/dia, segundo estudo de FERRAZ JUNIOR (1995), no qual comparou as características das prensas manuais e motorizadas (mecânica/hidráulica). A produtividade pode variar de acordo com a prensa utilizada e a logística utilizada em cada canteiro, atualmente existem desde pensas manuais que exigem três operadores: um para o abastecimento, outro para a operação da prensa e um terceiro para preparar a mistura, até máquinas que dispensam o auxílio do operador e funciona sozinha, produzindo tijolos com dimensões variadas.

Existem diferentes tipos e formas de tijolos de solo-cimento, cada um recomendado para uma situação diferente. A Professora e Doutora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie, Maria Augusta Justi Pisani, em seu Artigo: Um material de construção de baixo impacto ambiental: o tijolo de solo-cimento – elaborou uma tabela com diferentes tipos, dimensões e

características dos tijolos de solo cimento produzidos no Brasil. A Tabela 2 apresenta os tipos e dimensões de tijolos de solo cimento produzidos no Brasil.

Tabela 2 – Tipos de tijolos de solo-cimento* produzidos no Brasil

Tipo	Dimensões	Características
Maciço comum	5 cm x 10 cm x 20 cm 5 cm x 10 cm x 21 cm	Assentamento com consumo de argamassa similar aos tijolos maciços comuns
Maciço com encaixes	5 cm x 10 cm x 21 cm 5 cm x 11 cm x 23 cm	Assentamento com encaixes com baixo consumo de argamassa
½ tijolo com encaixes	5 cm x 10 cm x 10,5 cm 5 cm x 11 cm x 11,5 cm	Elemento utilizado para que não haja quebras na formação dos aparelhos com juntas desencontradas
Tijolos com dois furos e encaixes	5 cm x 10 cm x 20 cm 6,25 cm x 12,5 cm x 25 cm 7,5 cm x 15 cm x 30 cm	Assentamento a seco, com cola branca ou argamassa bem plástica. Tubulações passam pelos furos na vertical
½ tijolo com furo e encaixe	5 cm x 10 cm x 10 cm 6,25 cm x 12,5 cm x 12,5 cm 7,5 cm x 15 cm x 15 cm	Elemento para acertar os aparelhos, sem a necessidade de quebras
Canaletas	5 cm x 10 cm x 20 cm 6,25 cm x 12,5 cm x 25 cm 7,5 cm x 15 cm x 30 cm	Elemento empregado para execução de vergas, reforços estruturais, cintas de amarração e passagem de tubulações horizontais

Tabela: Tipos e dimensões de tijolos de solo cimento produzidos no Brasil

Fonte: PINASI, 2005.

* As imagens dos modelos de tijolos estão no Anexo I.

Segundo Grande (2003), no Brasil, a utilização do solo-cimento foi intensificada a partir de 1940, quando a ABCP já dispunha de um método de dosagem para o emprego em obras de pavimentação inspirado nos moldes da experiência da experiência da PCA Americana.

Investimentos estão sendo atraídos para construções de solo estabilizado devido à retomada de pesquisas por arquitetos e engenheiros que obtiveram resultados satisfatórios, acabando pouco a pouco com a associação com a pobreza que esse tipo de construção tem devido ao emprego em programas sociais. Porém esse tipo de construção continua sendo mais utilizada em programas habitacionais devido ao fato da fácil assimilação dos operadores dos equipamentos e também da mão-de-obra já familiarizada com o sistema construtivo de alvenaria, o que foi comprovado em diversos programas – segundo NEVES (1989) apud GRANDE (2003) – realizados tanto por mutirão, como por administração direta.

Soluções sustentáveis com o uso de materiais não convencionais têm aparecido diariamente, muitas delas com o custo inferior aos convencionais. O grande problema está na aceitação do não convencional que constantemente esbarra na cultura que foi consolidada pelo industrializado. As universidades e o governo tem participação nessa massificação cultural, por desenvolverem e incentivarem pesquisas a cerca dos industrializados tecnológicos, deixando de lado os materiais não convencionais que sem dúvidas com pesquisas e investimento podem comprovadamente atender às demandas da sociedade. Universidades que oferecem cursos de Engenharia Civil e Arquitetura, por exemplo, têm inúmeras cadeiras voltas para os materiais convencionais: aço, alumínio, madeira, concreto armado; mas pouquíssimas voltadas para os não convencionais como: alvenaria em solo-cimento ou bambu – como materiais construtivos. É complicado mudar toda uma cultura de ensino que vêm desde o século dezenove, mas o que se deve saber é que o preconceito dos leigos, parte da falta de informação e a não utilização pelos profissionais, parte da falta de conhecimento e pesquisa.

3.5 Sustentabilidade: searas econômica, social e ecológica.

Sustentabilidade é um conceito muito recente ao se pensar em todos os séculos de evolução da civilização. O ser humano por natureza é ambicioso e não se

contenta com o necessário, foram anos de exploração do meio ambiente, para continuar a evoluir tecnologicamente e manter o crescimento demográfico desenfreado. Quando em vida Mohandas Karamchand Gandhi, ou como era conhecido – Mahatma Gandhi (1869 – 1948) – disse uma frase que viria a repercutir meio século depois, com os desastres naturais causados pela devastação humana:

“A Terra provê o suficiente para as necessidades de todos os homens, mas não para a voracidade de todos.” (MAHATMA GANDHI).

As décadas de 70 e 80 foram fortemente marcadas por desastres ambientais devastadores, alguns causados pela ambição humana e pelo total descaso com o meio ambiente, mas todos marcaram a história da humanidade. A seguir apresentam-se alguns acontecimentos importantes da história:

- 1976: Seveso – Itália

Tanques de armazenamento de uma indústria química se romperam liberando dioxina TCDD na atmosfera causando a morte de milhares de animais, 139 pessoas foram afetadas, mas nenhuma morreu. A toxina se espalhou pela planície de Lombardia, e chegou até Milão. (O GLOBO, 2012).

- 1978: Love Canal – EUA

Escolas e residências foram construídas sobre uma área onde haviam sido despejadas mais de 21 toneladas (entre 1942 e 1953) de produtos altamente químicos, causando doenças como leucemia, problemas respiratórios e abortos espontâneos. (O GLOBO, 2012)

- 1979: Pensilvânia - Three Miles Island – EUA

Uma falha de equipamento combinada a um erro operacional causou o vazamento de gases radioativos, além de despejar cerca de 1,5 milhão de

litros de água contaminada no rio Susuehanna, o que fez com que cerca de 140 mil pessoas deixassem a região. (O GLOBO, 2012)

- 1984: Bhopal - Índia

Considerado o pior desastre industrial até hoje, 40 toneladas de gases tóxicos vazaram da fábrica de agrotóxicos, calcula-se que mais de 500 mil pessoas foram expostas a gases tóxicos, que causaram entre outros efeitos, queimaduras e mortes por asfixia (entre 3,5 e 7,5 mil), além de contaminar o solo e a água no entorno da fábrica. (O GLOBO, 2012).

- 1986: Chernobyl – Ucrânia

O maior desastre nuclear de todos os tempos, a explosão de quatro reatores, matou 32 pessoas instantaneamente, porém as piores consequências estariam por vir, pois as autoridades demoraram a avisar a população, e, dados do governo soviético afirmam que pelo menos 15 mil pessoas morreram, já organizações não governamentais falam em 80 mil mortos. (O GLOBO, 2012).

Sincronicamente aos desastres surge a preocupação com os riscos da degradação do meio ambiente em ritmo acelerado. No ano de 1972 Dennis L. Meadows e um grupo de pesquisadores denominado Clube de Roma lança o livro *The Limits of Growth* (Limites do crescimento), em que já trazia uma ideia de crescimento sustentável, contudo ainda não com esse nome. Segundo Meadows (1972) apud Cavalcanti (1994) as teses e conclusões básicas do grupo de pesquisadores são:

1. Se as atuais tendências de crescimento da população mundial industrialização, poluição, produção de alimentos e diminuição de recursos naturais continuarem imutáveis, os limites de crescimento neste planeta serão alcançados algum dia dentro dos próximos cem anos. O resultado

mais provável será um declínio súbito e incontrolável, tanto da população quanto da capacidade industrial.

2. É possível modificar estas tendências de crescimento e formar uma condição de estabilidade ecológica e econômica que se possa manter até um futuro remoto. O estado de equilíbrio global poderá ser planejado de tal modo que as necessidades materiais básicas de cada pessoa na Terra sejam satisfeitas, e que cada pessoa tenha igual oportunidade de realizar seu potencial humano individual.

MEADOWS (1972) apud (CAVALCANTI, 1995).

O livro do Clube de Roma apresenta outras teses e conclusões, todavia quer-se demonstrar a primeira demonstração de preocupação com o sustentável: o consumo consciente, a estabilidade ecológica e econômica buscando um equilíbrio. No mesmo ano da publicação do livro ocorreu a primeira conferência mundial sobre o Meio Ambiente – a Conferência de Estocolmo (1972), reafirmando a consciência mundial a cerca dos cuidados a serem tomados com o Meio Ambiente.

A Declaração da Conferência de ONU no Ambiente Humano foi o documento produto da conferência no qual foram proclamados sete tópicos e vinte e seis princípios dos quais alguns deixam claro o surgimento da ideia de sustentabilidade:

“Declaração da Conferência de ONU no Ambiente Humano

(...)

3. *O homem deve fazer constante avaliação de sua experiência e continuar descobrindo, inventando, criando e progredindo. (...)*
6. *Chegamos a um momento da história em que devemos orientar nossos atos em todo o mundo com particular atenção às consequências que podem ter para o meio ambiente. Por ignorância ou indiferença, podemos causar danos imensos e irreparáveis ao meio ambiente da terra do qual*

dependem nossa vida e nosso bem-estar. Ao contrário, com um conhecimento mais profundo e uma ação mais prudente, podemos conseguir para nós mesmos e para nossa posteridade, condições melhores de vida, em um meio ambiente mais de acordo com as necessidades e aspirações do homem. (...)

PRINCÍPIOS

(...)

Princípio 5

Os recursos não renováveis da terra devem empregar-se de forma que se evite o perigo de seu futuro esgotamento e se assegure que toda a humanidade compartilhe dos benefícios de sua utilização.

(...)

Princípio 13

Com fim de se conseguir um ordenamento mais racional dos recursos e melhorar assim as condições ambientais, os Estados deveriam adotar um enfoque integrado e coordenado de planejamento de seu desenvolvimento, de modo a que fique assegurada a compatibilidade entre o desenvolvimento e a necessidade de proteger e melhorar o meio ambiente humano em benefício de sua população.”

Os dois tópicos e princípios selecionados da Declaração da Conferência de ONU no Ambiente Humano demonstram que representantes do governo, a partir de 1972, começaram a preocupar-se com os níveis de degradação ambiental e decidiram definir medidas efetivas através de uma discussão crítica a cerca dos modelos de desenvolvimento e as consequências que poderiam gerar. Cinco anos depois, em 1977, ocorreu a Conferência Intergovernamental de Educação Ambiental, em Tbilisi, nesse encontro foram definidos objetivos e estratégias para a Educação Ambiental, que apesar do passar do tempo continuam muito atuais. (CZAPSKI, 1998). Dá-se início ao pensamento do consumo consciente em que

economicamente é possível a exploração de forma controlada a fim de trazer lucros sem gerar prejuízos irremediáveis ao Meio Ambiente. Segundo Ehlers (1995) apud Marcatto (2002), algumas correntes de pensamento afirmavam que o “crescimento econômico e os padrões de consumo (nos níveis da época) não são compatíveis com os recursos naturais existentes”. Uma das ideias centrais era a de que os homens não estavam apenas destruindo o meio ambiente, como também colocando sua própria espécie em risco de extinção. Em meio à conferência e encontro surgem vagamente os conceitos de Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável.

Na década de 90 aconteceram mais dois grandes eventos internacionais, no Rio de Janeiro, para que as questões ambientais fossem novamente discutidas: ECO-92, e o Fórum Global – Fórum Internacional de Organizações Não Governamentais e Movimentos Sociais. (MARCATTO, 2002). O grande marco e documento operacional da ECO92 foi a Agenda 21, que segundo Guimarães (1999), se constituiu em um “verdadeiro plano de ação mundial para orientar a transformação de nossa sociedade”.

A partir de então tivemos uma verdadeira evolução de conceitos nos quais além da questão ecológica e econômica dá-se também mais ênfase no social, que obviamente deve estar ligado ao conceito de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. Segundo Hueting and Reijnders (1998) apud Marcatto (2002):

“Sustentabilidade pode ser definida como sendo a utilização do nosso entorno físico de tal forma que suas funções vitais sejam devidamente preservadas” (Hueting and Reijnders, 1998)

O conceito de desenvolvimento sustentável veio disseminado desde a sua primeira aparição na Assembleia Geral das Nações Unidas em 1979, no qual englobou no conceito não apenas a dimensão econômica, mas também as culturais, éticas, políticas, sociais e ambientais.

“O Desenvolvimento Sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades” (World Commission on Environment and Development – Comissão das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1987).

Segundo a AGENDA 21 apud Marcatto (2002), o desenvolvimento sustentável é “um desenvolvimento com vistas a uma ordem econômica internacional mais justa, incorporando as mais recentes preocupações ambientais, sociais, culturais e econômicas”.

Porém esse conceito sofreu críticas porque apesar de tratar das questões sociais e ambientais, as fazia de forma separada, o que acaba sendo um erro uma vez que se precisa educar a sociedade, principalmente a parcela mais pobre, de forma a entenderem de que não se trata apenas de cuidar do Meio Ambiente de forma genérica: despoluindo rios e lagos e promovendo reflorestamentos; é preciso dar uma solução simultânea ao ambiental e ao social, já que os problemas que tratados pela ecologia além de afetarem o Meio Ambiente, afetam o ser humano.

Eis que surge a expressão “desenvolvimento humano” que situa o ser humano no centro do desenvolvimento, as Nações Unidas passaram então a usar a expressão como indicador de qualidade de vida fundado nos índices de saúde, longevidade, maturidade psicológica, educação, ambiente limpo, espírito comunitário e lazer criativo, que são traços de uma “sociedade sustentável”, ou seja, uma sociedade capaz de satisfazer as necessidades das gerações de hoje sem comprometer a capacidade e as oportunidades das gerações futuras. (BENFICA, 2002). Dessa forma é possível avaliar de maneira indireta, porém menos abstrata, os padrões de sustentabilidade da sociedade. O que se faz necessário é uma educação eficaz voltada para esse objetivo, o que foi denominada pelo Historiador e Mestre em Educação e Contemporaneidade, Gregório Benfica, a ecopedagogia, que segundo ele é um movimento que ocorre muito mais fora da escola do que dentro e tenta suprir a lacuna que a educação ambiental deixou por limitar-se ao ambiente externo

e deixar de confrontar os valores sociais e ao não por em questão o aspecto político da educação e do conhecimento. A preocupação não deve estar somente na preservação da natureza (ecologia natural) ou no impacto das sociedades humanas sobre os ambientes naturais (ecologia social), mas num novo modelo de civilização sustentável com mudanças econômicas, sociais e culturais (ecologia integral). (BENFICA, 2002).

4 PROCESSOS EXECUTIVOS DE OBRAS NÃO CONVENCIONAIS

4.1 Cooperativas – programas de capacitação – incentivos governamentais

O setor da construção civil é conhecido por sua rotatividade de empregados, difícil capacitação e baixa remuneração o que gera uma grande taxa de desemprego no setor. Outra característica peculiar da construção civil é a presença de grandes construtores que tomam o mercado de forma uníssona sem dar margem de crescimento àqueles que estão iniciando no ramo. Esses problemas são ainda maiores em municípios interioranos em que a construção civil não tem grandes incentivos governamentais e fica a cargo de grandes empresários do setor, que ainda que se preocupem com os problemas dos empregados, não o fazem como prioridade, o que acaba por retrair o setor e torna-o menos atrativo aos olhos dos assalariados. O problema é agravado quando se trata de obras não convencionais, em que a falta de informação e o preconceito desvia ainda mais os investimentos, tornando quase que inexistente esses empreendimentos no país. Nesse contexto, de acordo com Guimarães (1999), a Economia Solidária é recriada periodicamente pelos que se encontram ou temem em ficar marginalizados do mercado de trabalho. É então que surgem novas formas de organização de trabalho, apoiada em princípios de gestão democráticos, que defendem a participação coletiva e igualitária de todos os integrantes do empreendimento solidário, com o intuito de conferir cidadania, trabalho e renda aos que estão à parte. (ANDRADE, et al, 2003). As cooperativas estão presentes, não apenas no setor da construção civil, mas também: de produção de mercadorias, prestação de serviços, consumo de créditos, compras e vendas, entre outros; como empresas economicamente viáveis, e socialmente desejáveis, por serem inversas à lógica capitalista atualmente dominante nos mais diversos setores.

Etimologicamente, cooperativa deriva de “cooperação”, em que os integrantes de um mesmo grupo unem-se a fim de alcançar um mesmo objetivo. Obviamente o conceito vai além da simples derivação da palavra, em 1844 quando surgiu a ideia de cooperativa a partir da experiência pioneira de Rochdale, na

Inglaterra, como oposição às formas capitalistas de produção – quando surgiram os princípios e valores da Sociedade dos Probos Pioneiros de Rochdale, e passaram a constituir posteriormente nos fundamentos da doutrina cooperativista em todo o mundo, e diziam respeito à forma de governo da sociedade cooperativista mediante: eleição em assembleias gerais dos representantes associados; à livre adesão e demissão dos sócios; ao direito de apenas um voto por associado; ao pagamento de juros limitado ao capital; à distribuição dos ganhos proporcionalmente às compras efetuadas pelos associados, depois de descontadas as despesas de administração; etc. (PINHO, 1982, apud NETO, 2000). No Brasil as cooperativas são regidas pela Lei nº 5.764 de 16 de dezembro de 1971, a qual exige um mínimo de vinte integrantes para sua constituição. No âmbito nacional são representadas pela Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB) e em cada unidade da federação tem-se sua representação via, Organização Estadual de Cooperativas (OCE).

Os tradicionais princípios de Rochdale sofreram reformulações ao longo dos anos: no Congresso Internacional da Aliança Cooperativa Internacional – a ACI, em Viena (1966); e também pela Aliança Cooperativa Internacional, quase trinta anos depois em 1995, em Manchester – Reino Unido. As modificações podem ser resumidas em sete princípios: adesão voluntária e aberta; gestão democrática por parte dos sócios; participação econômica; autonomia e independência; educação, formação e informação; cooperação entre cooperativas; interesse pela comunidade. Segundo Neto, a peculiaridade da empresa cooperativa é a perda da hegemonia do capital; é uma empresa baseada no trabalho, na atividade realizada em comum, na pessoa, que é quem realiza a atividade. Abordada desta forma, a cooperativa pode ser entendida como uma empresa humana, em contraposição a empresa capitalista/mercantil. (NETO, 2000).

Com tais características as cooperativas passaram a ser um grande atrativo para empregados do setor da construção civil, que viram nessa forma de empresa um meio de união para um melhor desempenho no setor. Além de perceberem que unidos e democraticamente administrados são capazes de organizar e promover treinamentos periódicos para uma maior capacitação na área de atuação – o que

seria dificilmente alcançado individualmente devido à falta de recursos – o que trás maior qualidade e credibilidade aos serviços prestados pela cooperativa.

Quando bem estruturadas as cooperativas podem trazer benefícios tais como:

- Redução do custo do trabalho;
- Geração de postos de trabalho, propiciado pelo aumento de investimento do tomador ao ter menores custos;
- Melhoria de renda dos trabalhadores cooperados;
- Melhoria das condições de trabalho, na medida em que as cooperativas transformam empregados em empresários, que determinam, em comum e de forma democrática, as regras de atuação, aumentando assim a produção;
- Primazia do trabalho sobre o capital, na medida em que os resultados ou sobras gerados pelo trabalho coletivo são revertidos aos cooperados na proporção da quantidade ou na qualidade do trabalho prestado;
- Melhoria da promoção dos trabalhadores, com permanentes programas de capacitação profissional e conscientização do sistema cooperativo.

(NETO, 2000)

Sem dúvidas as cooperativas são uma ótima alternativa para as construções não convencionais, já que assim é possível encontrar áreas integradas com conhecimentos complementares em busca de único objetivo, aglomerados em uma mesma empresa. Na construção das escolas em municípios afastados de grandes centros urbanos, as cooperativas de empregados da região certamente trarão lucros para ambos os envolvidos, desde que a cooperativa seja composta por integrantes capacitados e determinados.

Todavia vale ressaltar que a simples união de empregados não é capaz de fazer surgir uma empresa com tamanho suficiente para competir no mercado com as grandes construtoras existentes. Faz-se necessário o cooperativismo entre cooperativas, já que atualmente apenas corporações de

grande capital conseguem financiamentos, o que é mais um obstáculo às empresas solidárias. Em 1998, foi criado o Programa Nacional de Incubadoras Tecnológicas de Cooperativas Populares, vinculado à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) – que substituiu e ampliou o papel até então exercido pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e seu Fundo de Desenvolvimento Técnico-Científico (FUNTEC) –, à Fundação Banco do Brasil (FBB) e ao Centro de Orientação e Encaminhamento Profissional (COEP); que apoiou inicialmente seis das primeiras incubadoras universitárias de cooperativas populares que organizaram e qualificaram os desempregados, possibilitando a construção de cooperativas ou de empresas autogeridas.

Segundo Andrade (2003), o papel da Incubadora – com o apoio de parceiros privados, públicos e ONG's – é de assessorar no início do empreendimento, oferecendo cursos de qualificação, palestras e oficinas de debate, ou seja, viabilizando a troca de saberes entre a Universidade e os grupos excluídos da sociedade. Além disso, cabe às Incubadoras facilitar o acesso ao crédito e aos recursos materiais, importantes para a formação do empreendimento solidário.

Em 2005, o Governo Federal publicou os “Programas e Ações de Apoio à Economia Solidária e Geração de Trabalho e Renda no Âmbito do Governo Federal – 2005 (Relatório Final do Convênio MTE / IPEA / ANPEC – 01/2003)” que apresentava um catálogo dos programas e ações de apoio à economia solidária e àquele, também, nos quais se verifica uma complementação e transversalidades de ações entre vários Ministérios de geração de trabalho e renda e a economia solidária. (MEDEIROS, 2005). No relatório foram publicados vinte e quatro programas governamentais de âmbito federal de auxílio ao trabalhador nas diversas áreas, mas com alguns programas direcionados às Economias Solidárias que vão desde “Promover o fortalecimento e a divulgação da economia solidária, mediante políticas integradas, visando à geração de trabalho e renda, a inclusão social e a promoção do desenvolvimento justo e solidário”, que é o objetivo geral do primeiro programa catalogado: Economia Solidária em Desenvolvimento; além do programa que visa fortalecer o cooperativismo e o associativismo rural, objetivando a eficiência

do setor produtivo e da prestação de serviços que promovam o desenvolvimento humano e a geração de trabalho e renda sustentável (Desenvolvimento do Cooperativismo e do Associativismo Rural). Até programas que objetivam apoiar à organização e o fortalecimento de cooperativas e associações rurais, a elevação da renda e o aumento de empregos no meio rural (Programa de Fomento ao Cooperativismo da Agricultura Familiar e Economia Solidária – COOPERSOL). Dentre outros programas publicados no relatório em que foi disponibilizada uma verba superior a cinco bilhões de reais, conforme apresentado na Tabela 3 que apresenta a síntese dos programas de apoio governamental.

Tabela 3 – Quadro síntese dos programas de apoio governamental

Nº	PROGRAMA/AÇÃO	Órgão responsável	Orçamento p/ 2005 em R\$
1	Economia Solidária em Desenvolvimento	Secretaria Nacional de Economia Solidária SENAES / MTE	13.220.400,00
		Secretaria Nacional de Assistência Social/ MDS	44.177.607,00
2	Qualificação Social e Profissional (Programa Nacional de Qualificação/PNQ)	Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) / Secretaria da Política Pública de Emprego (SPPE)	131.331.468,00
3	Abastecimento Agroalimentar	Ministério de Desenvolvimento Social e Combate a Fome / Secretaria de Segurança Alimentar	208.881,713,00
		Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento/CONAB	2.308.597.725,00
		Operações Oficiais de Crédito (BB e BNB)	1.317.011.931,00
5	Acesso à Alimentação	Ministério de Desenvolvimento Social e Combate a Fome / Secretaria de Segurança Alimentar	160.972.702,00
6	Projeto ALFA Inclusão	Ministério da Educação/ Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade	6.213.213,00
7	Projeto TERRA SOL	Ministério do Desenvolvimento Agrário/ INCRA	10.046.086,00
8	Agricultura Familiar – PRONAF	Ministério do Desenvolvimento Agrário/ Secretaria de Agricultura Familiar	153.764.912,00
		Ministério da Integração Nacional/ Secretaria de Programas Regionais	280.000,00
		Ministério do Meio Ambiente	317.000,00
		Operações Oficiais de Crédito (BB e BNB)	3.514.151,00

9	Desenvolvimento Integrado e Sustentável do Semi-Árido – CONVIVER	Ministério do Desenvolvimento Agrário/ Secretaria de Agricultura Familiar/ Departamento de Assistência Técnica e Extensão Rural	3.514.151,00
		Ministério da Integração Nacional/ Secretaria de Programas Regionais	170.295.398,00
		Ministério do Meio Ambiente	24.174.983,00
		Ministério das Cidades	8.000.000,00
10	Educação do Campo (PRONERA)	Ministério do Desenvolvimento Agrário	43.068.394,00
11	Etnodesenvolvimento da comunidades remanescentes de Quilombo	Ministério da Cultura/ Fundação Cultural Palmares	30.462.763,00
12	Desenvolvimento do Cooperativismo e do Associativismo Rural	Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/ Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo – Depto de Cooperativismo e Associativismo Rural (DENACOOOP)	17.672.000,00
13	Programa Cultura Viva (Cultura, Educação e Cidadania)	Ministério da Cultura/ Secretaria de Programas e Projetos Culturais	61.000.000,00
14	Saúde Mental	Ministério da Saúde/ Secretaria de Atenção à Saúde/ Departamento de Ações e Programas Estratégicos – Coordenação de Saúde Mental	Informação não fornecida
15	Organização Produtiva de Comunidades – PRODUZIR	Ministério da Integração Nacional/ Secretaria de Desenvolvimento Regional	7.050.000,00
16	Programa de Fomento ao Cooperativismo da Agricultura Familiar e Economia Solidária – COOPERSOL	Ministério do Desenvolvimento Agrário / Secretaria de Desenvolvimento Territorial e Secretaria de Agricultura Familiar	128.884.770,00
17	Programa Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER)	Ministério do Desenvolvimento Agrário/ Secretaria de Agricultura Familiar/ Departamento de Assistência Técnica e Extensão Rural	210.792.850,00
18	Juventude: Educação, Trabalho e Ação Comunitária	Ministério da Educação/ Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade	6.213.213,00
19	Promoção da Sustentabilidade de Espaços Sub-Regionais (PROMESO)	Ministério da Integração Nacional/ Secretaria de Programas Regionais	169.752.480,00
20	Ciência e tecnologia para a inclusão social	Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)/ Secretaria de Ciência e	139.655.146,00

		Tecnologia para a Inclusão Social	
21	Programa Nacional de Cooperativismo na Mineração Brasileira	Ministério de Minas e Energia (MME) / Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral / Departamento Nacional de Produção Mineral	70.000.000,00
22	Desenvolvimento Centrado na Geração de Emprego, Trabalho e Renda	Ministério do Trabalho e Emprego (MTE)/ Secretaria da Política Pública de Emprego (SPPE)	500.000,00
23	Resíduos Sólidos Urbanos	Ministérios da Cidades/ Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental; Ministério do Meio Ambiente e Ministério do Trabalho e Emprego/ Secretaria Nacional de Economia Solidária	Consultar Ministérios
24	Programa Crédito Solidário	Ministério das Cidades/ Secretaria Nacional de Habitação	Recursos do Fundo de Desenvolvimento Social (FDS) consultar a Caixa Econ. e o Ministério das Cidades
25	Rede Solidária de Restaurantes Populares	Ministério de Desenvolvimento Social e Combate a Fome / Secretaria de Segurança Alimentar	38.006,800,00

Tabela adaptada pelo autor.

Fonte: “Programas e ações de apoio à economia solidária e geração de trabalho e renda no âmbito do Governo Federal – 2005”. Acesso em 28.jan.2014

<http://www2.mte.gov.br/ecosolidaria/pub_geracao_trabalho_renda_gf.pdf>

5 METODOLOGIA

5.1 Escolha do projeto da escola de ensino

Para o referido estudo foram analisados projetos arquitetônicos do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), que são oferecidos como projeto padrão para a construção das escolas públicas. Projetados de acordo com a finalidade e a região a serem construídas. As diferentes construções variam de acordo com: o tamanho, a demanda a ser atendida, o lazer oferecido aos alunos e certamente ao custo, conforme Tabela 4:

Tabela 4: Projetos Padrões do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

PROJETO PADRÃO FNDE 2013					
TIPOLOGIAS	TERRENO (Dimensões mínimas)	ÁREA CONSTRUÍDA	CUSTO REFERENCIAL/m²	VALOR MÁXIMO A FINANCIAR	DEMANDA ATENDIDA
Escola 01 sala de aula	35 m x 50 m	111,03 m²	R\$ 1.200,00	R\$ 133.236,00	36 alunos por turno
Escola 02 salas de aula	35 m x 50 m	204,06 m²	R\$ 1.200,00	R\$ 244.872,00	72 alunos por turno
Escola 04 salas de aula	60 m x 80 m	785,54 m²	R\$ 1.200,00	R\$ 942.648,00	144 alunos por turno
Escola 06 salas de aula	60 m x 80 m	851,63 m²	R\$ 1.200,00	R\$ 1.021.956,00	216 alunos por turno
Escola 12 salas de aula	80 m x 100 m	-	-	R\$ 3.534.000,00	432 alunos por turno
Quadra coberta com vestiário	30 m x 41 m	985,56 m²	R\$ 517,47	R\$ 510.000,00	dimensão da projeção da cobertura: 26,73m x 38,20m
Cobertura de quadra pequena	22 m x 36 m	622,08 m²	R\$ 297,39	R\$ 185.000,00	dimensão da projeção da cobertura: 19m x 33m
Cobertura de quadra grande	27 m x 35 m	772,4 m²	R\$ 317,19	R\$ 245.000,00	dimensão da projeção da cobertura: 24m x 32m

Fonte: Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Acesso em 29.jan.2014
<<http://www.fnde.gov.br/programas/par/par-projetos-arquiteticos-para-construcao>>

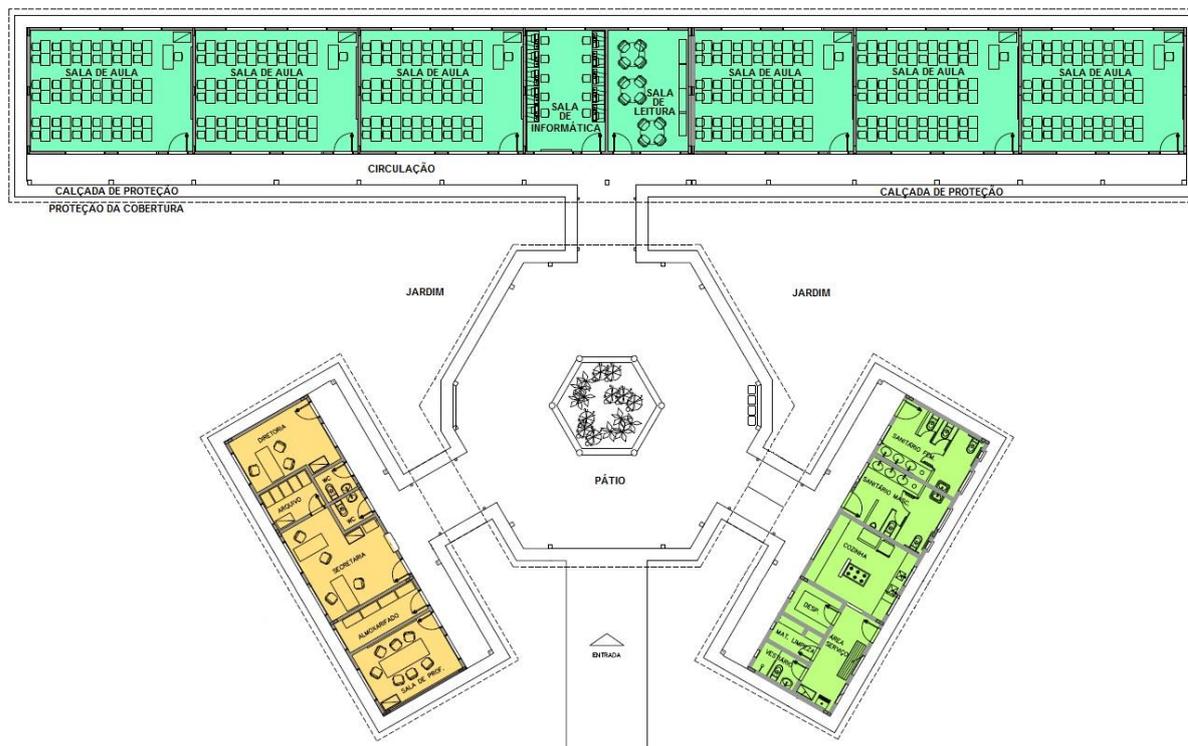
Todos os projetos tiveram os memoriais descritivos analisados em busca daquele que melhor se adequasse à proposta deste trabalho. Os projetos “Escola, 01 sala de aula” e “Escola, 02 salas de aula” certamente não se enquadrariam na proposta, por sua simplicidade e tamanho das construções, uma análise de orçamento com substituição de material em um projeto tão pequeno não surtiria uma comparação significativa, além da tipologia não atender apenas a assentamentos ou pequenas comunidades, mas também são usadas como Escolas Indígenas e

Quilombolas.

O projeto “Escola, 12 salas de aula” por sua vez ao ser analisado mostrou-se como um grande complexo escolar – com quadra coberta – extrapolando a barreira dos três milhões de reais a serem financiados, o que certamente não é uma escola a ser executada em pequenos municípios com *déficit* de verbas, o que fez com que fosse descartado para este trabalho, apesar de que uma análise orçamentária com substituição de insumos poderia apresentar resultados muito significativos.

Dos projetos padrões do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, restaram então as escolas com quatro e seis salas de aula, as quais após análises dos respectivos memoriais descritivos o projeto que mais se adequou à proposta do trabalho de construção em municípios interioranos – que não sejam muito pequenos a ponto de serem considerados assentamentos ou comunidades, e nem muito grandes como os próximos aos centros urbanos – foi o “Escola 06 salas de aula”, denominado “Projeto Espaço Educativo Urbano e Rural II – 6 salas”, que é um projeto de médio porte destinado a pequenos núcleos urbanos nas diversas regiões do Brasil – conforme memorial descritivo do projeto – e trará um comparativo orçamentário útil e significativo para municípios que constroem escolas no limite de suas verbas. A Figura 16 apresenta o *layout* geral do projeto escolhido.

Figura 16: Projeto Padrão FNDE – 06 SALAS DE AULA – URBANA E RURAL II



Fonte: Portal do FNDE – Projetos arquitetônicos para construção – Projeto Espaço Educativo Urbano e Rural II – 6 salas. – Projeto Arquitetônico. Acesso em 01 fev 2014.
<http://www.fnde.gov.br/programas/par/par-projetos-arquiteticos-para-construcao>

Com o intuito de promover um comparativo orçamentário fiel à realidade da Administração Pública foi pesquisada uma licitação já encerrada para que a diferença apresentada pela substituição dos insumos não se mostrasse apenas no plano fictício, mas com valores já contratados por administradores e que poderiam ter sido economizados caso optassem pelo sustentável.

A licitação selecionada foi a do município de Araripe – CE na qual os administradores contrataram um “Projeto Espaço Educativo Urbano e Rural II – 6 salas”. A escolha pelo município de Araripe – CE deve-se à adequação das características do município à proposta deste trabalho: município interiorano (há mais de 500 quilômetros da capital), pequena população (21.170 pessoas, IBGE – 2013) e segundo o censo escolar (2011) do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais – INEP com poucas escolas públicas, apenas vinte e três

(vinte e duas municipais e uma estadual), um número reduzido se comparado à capital do estado (Fortaleza – CE), que possui quatrocentas e quarenta e oito escolas públicas (duzentas e setenta municipais, cento e setenta e cinco estaduais e três federais) e com uma receita anual ínfima quando comparada com a capital – aproximadamente quarenta e quatro milhões e meio de reais¹ contra quatro bilhões e meio de reais² da capital, dados do Portal Transparência do Tribunal de Contas dos Municípios do Estado do Ceará, do ano de 2012 (ano no qual foi contratada a licitação).

A licitação, na modalidade concorrência pública do tipo menor preço, para a construção dessa escola foi aberta em 27/04/2012, em que apareceram dois concorrentes: A empresa “A”, com um valor de R\$ 931.153,33; e o vencedor a empresa “B”, com um valor de R\$ 929.534,80. O processo licitatório, contrato e planilha orçamentária foram obtidos no sítio oficial do Tribunal de Contas do Município do Estado do Ceará – Portal da Transparência.

5.2 Detalhamento do projeto

O projeto foi concebido em uma escola – com área total 852 m² – dividida em três blocos e um corpo principal em forma hexagonal no centro – bloco do recreio, com área de aproximadamente 174 m². No bloco maior, com área de aproximadamente 458 m² – bloco pedagógico – estão dispostas as seis salas de aula, cada uma com capacidade para trinta e seis alunos, uma sala de leitura e uma de informática. Nos dois blocos menores adjacentes ao Recreio estão: o bloco administrativo e o bloco de serviço.

No bloco administrativo – com área de aproximadamente 110 m² – está localizada a Diretoria da Escola, a Sala dos Professores, a Secretaria, o

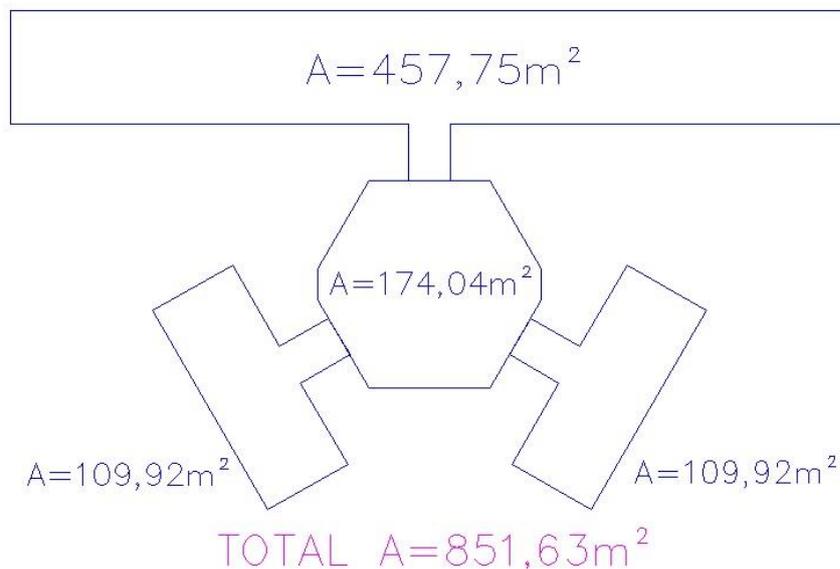
¹ Receitas em 2012, Araripe – CE : R\$ 44.490.601,23

² Receitas em 2012, Fortaleza – CE : R\$ 4.665.067.029,35

Fonte: <http://www.tcm.ce.gov.br/transparencia/>

Almoxarifado, o Arquivo e dois banheiros. No bloco de serviços – com área de aproximadamente 110 m² – tem-se um vestiário para os funcionários, uma despensa e área de serviço ligada às atividades dos funcionários, além de uma cozinha industrial e dois sanitários de uso exclusivo dos alunos. Os blocos são interligados entre si por passarela coberta por um telhado mais baixo que o dos blocos. A Figura 17 apresenta o croqui do empreendimento com as respectivas áreas

Figura 17: Disposição dos blocos com as respectivas áreas.



Fonte: Portal do FNDE – Projetos arquitetônicos para construção – Projeto Espaço Educativo Urbano e Rural II – 6 salas. – Planta baixa para elaboração do projeto de implantação. Acesso em 01 fev 2014 <<http://www.fnde.gov.br/programas/par/par-projetos-arquiteticos-para-construcao>>

Segundo o memorial descritivo o projeto estrutural foi concebido para uma base (bloco e cintas) em concreto armado, sendo que a estrutura principal poderá ter dois tipos de materiais: Concreto ou Aço, assim como a cobertura que terá duas opções: Aço ou Madeira, sendo que a de aço pode ser usada em estruturas de concreto ou aço, porém a de madeira apenas com a primeira.

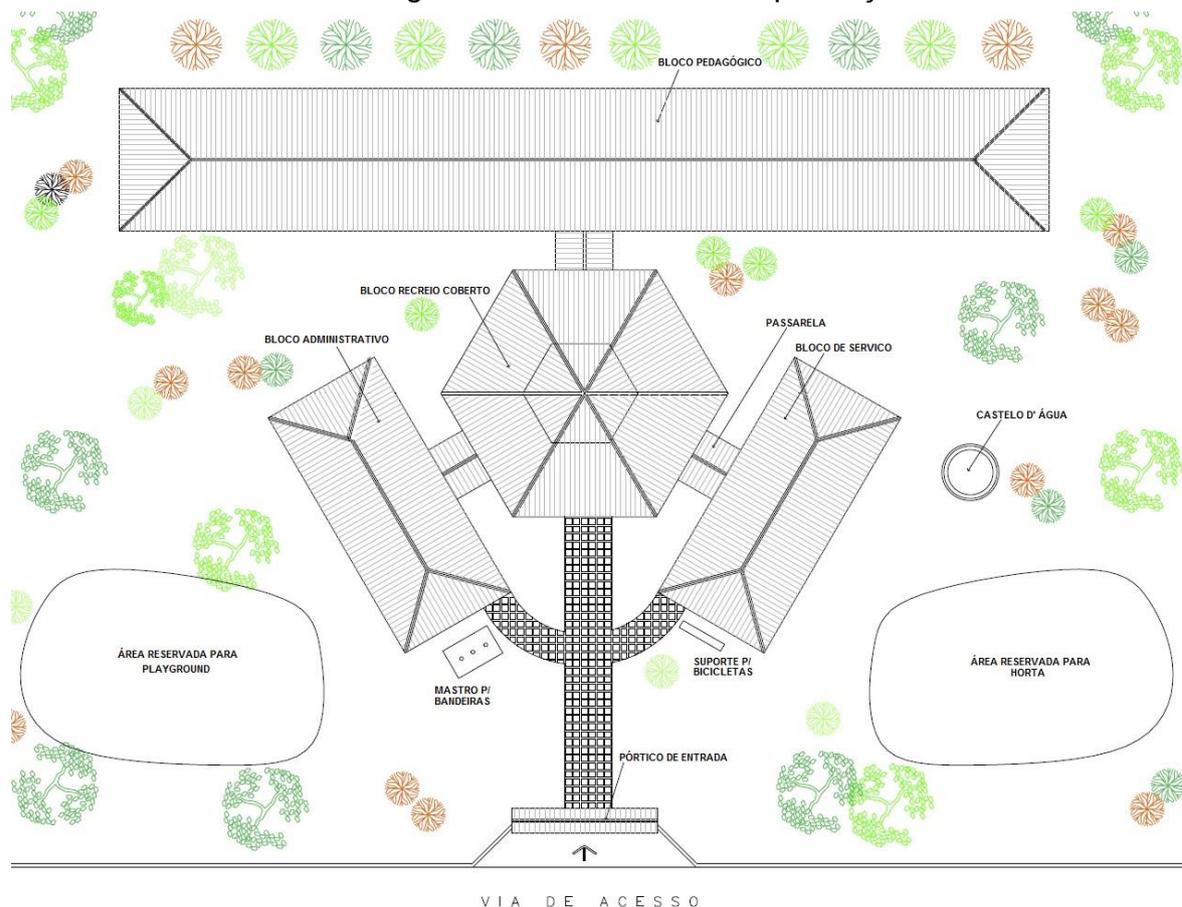
A estrutura da cobertura, deste projeto de Araripe – CE em específico, foi projetada toda em madeira de lei, com a utilização de telhas de barro (telha colonial de primeira qualidade), com cumeeiras comuns e com o rufo em chapa de aço.

A vedação é em alvenaria de bloco cerâmico com argamassa (cimento / cal /

areia), e nas aberturas arquitetônicas utiliza-se vergas e contra-vergas em concreto armado. Assim como os armários, que serão revestidos em cerâmica na parte interna e terão tampo em granito polido, com portas em madeira revestida com laminado metalamínico (fórmica).

A escola conta ainda com área destinada ao *playground*, em frente ao bloco administrativo, onde as crianças contam com brinquedos infantis ao ar livre com o objetivo de estimular o entretenimento e atividade física entre elas. Além de uma horta em que as crianças podem aprender práticas de cultivo e plantar o próprio alimento. A Figura 18 apresenta o projeto de implantação da obra, com os blocos e as áreas destinadas ao *playground* e à horta.

Figura 18: Planta baixa - Implantação.



Fonte: Portal do FNDE – Projetos arquitetônicos para construção – Projeto Espaço Educativo Urbano e Rural II – 6 salas. – Projeto Arquitetônico. Acesso em 01 fev 2014

<<http://www.fn.de.gov.br/programas/par/par-projetos-arquitetonicos-para-construcao>>

Na proposta do trabalho, os materiais convencionais a serem substituídos por não convencionais foram selecionados a partir do impacto final no orçamento, da disponibilidade do material na região e da facilidade de utilização de mão de obra local sem necessidade de alta especialização. Dessa forma foi sugerida a utilização da alvenaria em tijolos de solo-cimento em substituição ao convencional bloco cerâmico, o que, conforme demonstrado, é uma solução sustentável por não necessitar do processo de queima na cura do bloco, além de obtermos a economia na argamassa já que os tijolos são sobrepostos e encaixados, e não há a necessidade de reboco/emboço bastando apenas um rejuntamento com a própria massa de solo-cimento, o que reflete em uma extrema economia para a construção.

Para o telhado sugere-se a utilização da Telha Leve® ecológica em substituição à convencional – telha colonial – o que, além do benefício ao meio ambiente por se tratar de telhas recicladas a partir de garrafas PET, levará a uma economia direta na estrutura do telhado – dada a diferença de peso entre elas. A referida substituição ainda oferece a vantagem de não se fazer necessária a contabilização de 10% de perda do material, dado que a telha reciclada não quebra como as coloniais convencionais.

Sugere-se ainda substituição do revestimento em piso cerâmico para o piso em cimento queimado, o que trará uma diminuição na geração de resíduos, além de ter o custo reduzido quando comparado à cerâmica, mantendo o piso cerâmico apenas nos sanitários para facilitar a limpeza.

Por fim, a substituição das calçadas em concreto despolado por painéis pré-moldados de concreto drenantes, que além de ecologicamente correto mantêm o reabastecimento dos lençóis freáticos.

6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

6.1 Levantamento dos materiais

O levantamento quantitativo do projeto foi baseado na planilha orçamentária apresentada para a licitação onde todos os materiais necessários à construção da escola estão dispostos, conforme Anexo II – no qual consta o quantitativo completo. A Tabela 5 apresenta o levantamento dos materiais e serviços os quais serão substituídos por não convencionais para os fins propostos neste trabalho.

Tabela 5: Tabela do levantamento quantitativo de materiais

Item	Descrição do item	Un.	Qtde.
7.0	PAREDES E PAÍNES		
7.1	ALVENARIA		
7.1.1	Alvenaria de bloco ceramico (9x19x25cm), e=0,9cm com argamassa traço – 1:2:8 (cimento/cal/areia)	m ²	871,98
7.1.2	Vergas e contra-vergas em concreto armado fck=15MPa, seção 9x12cm	m	163,74
7.1.3	Aperto de alvenaria em tijolo cerâmico maciço, esp=10cm, com argamassa traço – 1:2:8 (cimento/cal/areia), à revestir	m	303,15
9.0	COBERTURA		
9.1	TELHAS E ESTRUTURA EM MADEIRA		
9.1.1	Telhado em telha colonial de primeira qualidade	m ²	1.192,80
9.1.2	Cumeeira para telha canal comum, inclusive emassamento	m	196,36
9.1.3	Estrutura para telha ceramic, em madeira de lei aparelhada	m ²	1.192,80
9.2	CHAPAS		
9.2.1	Rufos em chapa de aço, esp=0,65mm, larg.=30cm	m	24,60
10.0	REVESTIMENTO		
10.1	MASSA		
10.1.1	Chapisco em parede com argamassa traço – 1:3 (cimento/areia)	m ²	1.743,96
10.1.2	Chapisco em teto com argamassa traço – 1:3 (cimento/areia)	m ²	628
10.1.3	Reboco paulista para parede, com argamassa traço – 1:2:6 (cimento/cal/areia), esp.=2,5cm	m ²	978,56
10.1.4	Emboço de parede, com argamassa traço – 1:2:9 (cimento/cal/areia), esp.=1,5cm	m ²	765,40
10.1.5	Reboco paulista aplicado para teto, com argamassa traço – 1:2:6 (cimento/cal/areia), esp.=1,5cm – massa única	m ²	628
10.2	ACABAMENTO		
10.2.1	Revestimento cerâmico para parede, pei – 3, dimensões 10x10cm, aplicado com argamassa industrializada ac-i, rejuntado, exclusive emboço, conforme especificações	m ²	765,40
11.0	PAVIMENTAÇÃO		
11.1	CAMADA IMPERMEABILIZADORA		
11.1.1	Lastro de concreto simples regularizado para piso, inclusive impermeabilização	m ³	62,97

Item	Descrição do item	Un.	Qtde.
11.2	ACABAMENTO		
11.2.1	Revestimento ceramico para piso, dimensões 40x40cm, pei-4, aplicado com argamassa industrializada ac-i, rejuntado, exclusive regularização de base, conforme especificações	m ²	787,23
11.3	CALÇADA EM CONCRETO		
11.3.1	Piso em concreto simples despolado, fck 15MPa, esp=7cm	m ²	168,13
13.0	PINTURAS		
13.1	ACRÍLICA		
13.1.1	Pintura sobre paredes, com lixamento, aplicação de 01 demão de selador acrílico, 02 demãos de massa acrílica e 02 demãos de tinta acrílica	m ²	978,56
13.1.2	Pintura sobre teto, com lixamento, aplicação de 01 demão de selador acrílico, 02 demãos de tinta acrílica	m ²	628
16.0	PORTAL DE ACESSO		
16.2	COBERTURA		
16.2.1	Estrutura para telha cerâmica, em madeira aparelhada, apoiada em parede	m ²	15,60
16.2.2	Cobertura em telha cerâmica tipo canal, com argamassa traço 1:3 (cimento e areia) e arame recozido	m ²	9,20
16.2.3	Cumeeira com telha cerâmica embocada com argamassa traço 1:2:8 (cimento, cal hidratada e areia)	m	15,60

6.2 Orçamento com os materiais convencionais

O orçamento utilizado como referencial é o que foi licitado, conforme demonstrado no Anexo III – completo. A Tabela 6 apresenta somente os itens que serão avaliados neste trabalho.

Tabela 6: Planilha orçamentária aprovada na licitação – Araripe/CE

Item	Descrição do item	Un.	Qtde.	Valor unid.R\$	TOTAL
7.0	PAREDES E PAÍNES				31.361,00
7.1	ALVENARIA				31.361,00
7.1.1	Alvenaria de bloco cerâmico (9x19x25cm), e=0,9cm com argamassa traço – 1:2:8 (cimento/cal/areia)	m ²	871,98	26,16	22.811,00
7.1.2	Vergas e contra-vergas em concreto armado fck=15MPa, seção 9x12cm	m	163,74	30,00	4.912,20
7.1.3	Aperto de alvenaria em tijolo cerâmico maciço, esp=10cm, com argamassa traço – 1:2:8 (cimento/cal/areia), à revestir	m	303,15	12,00	3.637,80
9.0	COBERTURA				167.082,90
9.1	TELHAS E ESTRUTURA EM MADEIRA				166.517,10
9.1.1	Telhado em telha colonial de primeira qualidade	m ²	1.192,80	30,18	35.998,70
9.1.2	Cumeeira para telha canal comum, inclusive emassamento	m	196,36	11,31	2.220,83
9.1.3	Estrutura para telha cerâmica, em madeira de lei aparelhada	m ²	1.192,80	107,56	128.297,57
9.2	CHAPAS				565,80
9.2.1	Rufos em chapa de aço, esp=0,65mm, larg.=30cm	m	24,60	23,00	565,80
10.0	REVESTIMENTO				85.022,91
10.1	MASSA				47.518,31

Item	Descrição do item	Un.	Qtde.	Valor unid.R\$	TOTAL
10.1.1	Chapisco em parede com argamassa traço – 1:3 (cimento/areia)	m ²	1.743,96	3,61	6.295,70
10.1.2	Chapisco em teto com argamassa traço – 1:3 (cimento/areia)	m ²	628	3,61	2.267,08
10.1.3	Reboco paulista para parede, com argamassa traço – 1:2:6 (cimento/cal/areia), esp.=2,5cm	m ²	978,56	17,03	16.664,88
10.1.4	Emboço de parede, com argamassa traço – 1:2:9 (cimento/cal/areia), esp.=1,5cm	m ²	765,40	15,15	11.595,81
10.1.5	Reboco paulista aplicado para teto, com argamassa traço – 1:2:6 (cimento/cal/areia), esp.=1,5cm – massa única	m ²	628	17,03	10.694,84
10.2	ACABAMENTO				37.504,60
10.2.1	Revestimento cerâmico para parede, pei – 3, dimensões 10x10cm, aplicado com argamassa industrializada ac-i, rejuntado, exclusive emboço, conforme especificações	m ²	765,40	49,00	37.504,60
11.0	PAVIMENTAÇÃO				78.809,80
11.1	CAMADA IMPERMEABILIZADORA				19.520,70
11.1.1	Lastro de concreto simples regularizado para piso, inclusive impermeabilização	m ³	62,97	310,00	19.520,70
11.2	ACABAMENTO				40.786,39
11.2.1	Revestimento cerâmico para piso, dimensões 40x40cm, pei-4, aplicado com argamassa industrializada ac-i, rejuntado, exclusive regularização de base, conforme especificações	m ²	787,23	51,81	40.786,39
11.3	CALÇADA EM CONCRETO				18.502,71
11.3.1	Piso em concreto simples despolado, fck 15MPa, esp=7cm	m ²	168,13	110,05	18.502,71
13.0	PINTURAS				37.143,67
13.1	ACRÍLICA				37.143,67
13.1.1	Pintura sobre paredes, com lixamento, aplicação de 01 demão de selador acrílico, 02 demãos de massa acrílica e 02 demãos de tinta acrílica	m ²	978,56	23,12	22.624,31
13.1.2	Pintura sobre teto, com lixamento, aplicação de 01 demão de selador acrílico, 02 demãos de tinta acrílica	m ²	628	23,12	14.519,36
16.0	PORTAL DE ACESSO				4.599,33
16.1	MUROS E FECHOS				2.327,91
16.1.1	Muro em cobogó h=1,80m – Padrão FNDE	m	7,25	157,67	1.143,11
16.1.2	Portão de abrir em metalon 40x40mm c/ 10cm 2 fls	m ²	4,20	281,38	1.181,80
16.1.3	Tirante com rosca total, ref. DP-48, ϕ 1 1/4"x600mm, fabricação REAL PERFIL ou similar	pç	2,00	1,50	3,00
16.2	COBERTURA				2.271,42
16.2.1	Estrutura para telha cerâmica, em madeira aparelhada, apoiada em parede	m ²	15,60	107,56	1.677,94
16.2.2	Cobertura em telha cerâmica tipo canal, com argamassa traço 1:3 (cimento e areia) e arame recozido	m ²	9,20	45,33	417,04
16.2.3	Cumeeira com telha cerâmica embocada com argamassa traço 1:2:8 (cimento, cal hidratada e areia)	m	15,60	11,31	176,44

Fonte: Tribunal de Contas dos Municípios do Estados do Ceará – Portal da Transparência. Acesso em 01.fev.2014 <<http://www.tcm.ce.gov.br/transparencia>>

6.3 Orçamento com os materiais não convencionais

Para a estruturação do orçamento com as substituições de materiais não convencionais sugeridas, faz-se necessária a elaboração das composições de custo de cada substituição. Porém cabe ressaltar que os preços apresentados na licitação

para o “Orçamento com materiais convencionais” tiveram os preços cotados no mês de abertura da licitação (abril/2012), sendo assim é importante que se faça uma atualização dos preços segundo o Índice Nacional de Custo da Construção – INCC, que é um índice estabelecido pelo Governo, capaz de representar as mudanças nos preços da construção civil devido à variação da inflação e inclui tanto a variação nos preços dos materiais como no custo da mão-de-obra.

Dessa forma o INCC publicado para o mês de abril/2012 foi 499,791, e o atual INCC (dezembro/2013 – que foi o último publicado) é de 564,765, segundo o SINDUSCONPR (2014). Para obter o valor atual basta que se divida o valor anterior pelo INCC do mês cotado, e multiplicar pelo mês que se deseja a atualização, gerando uma nova planilha orçamentária (Apêndice I) a qual se transcreve aqui apenas os insumos os quais serão sugeridas substituições por soluções sustentáveis, para possibilitar a comparação, sendo que o preço total da obra variou de R\$ 798.563,98 (setecentos e noventa e oito mil quinhentos e sessenta e três reais e noventa e oito centavos) para R\$ 902.379,19 (novecentos e dois mil trezentos e setenta e nove reais e dezenove centavos), um aumento de 13% do orçamento original.

6.3.1 Composição de custos dos materiais não convencionais

6.3.1.1 Composição de custo do tijolo de solo cimento

Para a composição de custo unitária (m²) de alvenaria em tijolo de solo cimento devem ser considerados todos os insumos necessários à produção de um metro quadrado de alvenaria com o referido método construtivo. A Tabela 7 apresenta os insumos necessários, seguidos dos coeficientes e preço de cada insumo:

Tabela 7 – Composição de custo unitária do tijolo de solo-cimento (m²)

Insumo	Unid.	Coef.	Custo unitário	Custo (R\$)
Prensa Manual Permaq® MTS-012: 12,5x25x6,25	H	0,256	13,35	3,4176
Betoneira 580L Diesel 7,5HP c/ carregador mecânico	H	0,256	4,05	1,0368
Cimento Portland Composto CP II	Kg	19,2	0,40	7,68
Solo arenoso	M ³	0,192	-	-
Cola a base de PVA	Kg	0,51	12,59	6,421
Pedreiro	H	0,256	11,63	2,977
Servente	H	0,256	7,49	5,75232*
CUSTO TOTAL/M²				27,285
CUSTO TOTAL/M² com BDI incluso 20%				32,742

Fonte: Composição elaborada pelo autor com preços obtidos na base SINAPI/2014.

* valor referente a três serventes.

A composição foi baseada no preço da prensa fornecida pelo fabricante e calculada seu custo horário de operação com um servente operando e três auxiliando no preparo massa, que teve sua proporção de solo e cimento seguida de

Sítio oficial do fabricante de prensa manual, com orientações:

Fonte: <http://www.permaq.com.br/TijolosSoloCimento.aspx>

acordo com recomendações do fabricante da prensa visando uma melhor produtividade. Dessa forma é possível obter uma produtividade média de dois mil tijolos/dia (8 horas). O único insumo utilizado não contabilizado foi a água potável que é contabilizada como a água de uso geral da construção. O valor da prensa e da betoneira é para aquisição dos bens, que servirão para executar inúmeras obras do Estado, sendo necessário avaliar posteriormente apenas o custo de manutenção dos equipamentos.

Com um consumo médio de sessenta e quatro unidades a cada metro quadrado de tijolo, seriam necessários aproximadamente cinquenta e cinco mil oitocentos e sete tijolos de solo cimento para construir os oitocentos e setenta e dois metros quadrados de alvenaria da escola. A Tabela 8 apresenta a diferença de custo entre os dois métodos construtivos, com os valores atualizados do orçamento licitado.

Tabela 8 – Diferença entre o tijolo cerâmico e o tijolo de solo cimento

7.0	PAREDES E PAÍNES				
7.1	ALVENARIA	Un.	Qtde.	Valor unid. R\$	TOTAL
7.1.1	Alvenaria de bloco ceramico (9x19x25cm), e=0,9cm com argamassa traço – 1:2:8 (cimento/cal/areia)	m ²	871,98	29,561	25.776,60
7.1	ALVENARIA				
7.1.1	Alvenaria de tijolo de solo cimento (6,5x12,5x25cm), sem necessidade de argamassa)	m ²	871,98	32,742	28.550,37
DIFERENÇA DE CUSTO				3,181	2.773,77

Certamente, ainda que seja feita a substituição, o item 7.1.2 (vergas e contra-vergas) deve ser mantido já que os vão arquitetônicos devem ser devidamente reforçados com concreto. Todavia o item 7.1.3 (aperto de alvenaria) deve ser também substituído por alvenaria em tijolo de solo cimento, para tal, a Tabela 9 apresenta a composição de custo unitário (m):

Tabela 9 – Composição de custo unitária do aperto de alvenaria em tijolo de solo-cimento (m)

Insumo	Unid.	Coef.	Custo unitário	Custo (R\$)
Prensa Manual Permaq® MTS-012: 12,5x25x6,25	H	0,064	13,35	0,8544
Betoneira 580L Diesel 7,5HP c/ carregador mecânico	H	0,064	4,05	0,2592
Cimento Portland Composto CP II	Kg	4,8	0,40	1,92
Solo arenoso	M³	0,048	-	-
Servente	H	0,064	7,49	1,44*
Argamassa traço – 1:2:8 (cimento/cal/areia)	M³	0,01	317,80	3,178
CUSTO TOTAL/M				7,6516
CUSTO TOTAL/M² com BDI incluso 20%				9,182

Fonte: Composição elaborada pelo autor com preços obtidos na base SINAPI/2014.

* valor referente a três serventes.

A elevação de alvenaria não há necessidade do assentamento com argamassa, por ser feita com o encaixe dos tijolos, todavia, o aperto de alvenaria realizado com os blocos na diagonal devem ser assentados utilizando-se argamassa traço 1:2:8, conforme licitado. A Tabela 10 apresenta o custo para o aperto com alvenaria em tijolo de solo cimento assim como apresenta a diferença entre este e o bloco cerâmico.

Tabela 10 – Diferença entre aperto de alvenaria com tijolo cerâmico e o tijolo de solo cimento

7.1	ALVENARIA	Un.	Qtde.	Valor unid. R\$	TOTAL
7.1.3	Aperto de alvenaria em tijolo cerâmico maciço, esp=10cm, com argamassa traço – 1:2:8 (cimento/cal/areia), à revestir	m	303,15	13,56001	4.110,72
7.1.3	Aperto de alvenaria em tijolo de solo cimento, com argamassa traço – 1:2:8 (cimento/cal/areia)	m	303,15	9,182	2.783,523
DIFERENÇA DE CUSTO				4,378	1.327,20

A substituição do bloco cerâmico pelo tijolo em solo cimento apresenta outra vantagem, que é a possibilidade de manter a alvenaria aparente apenas com uma

camada protetora de resina acrílica. Dessa forma, os itens 10.1.1 – Chapisco em parede, 10.1.3 – Reboco paulista em parede, 10.1.4 – Emboço de parede, 10.2.1 Revestimento cerâmico para parede e 13.1.1 Pintura sobre paredes (Tabela 12), podem ser substituídos apenas pela aplicação da camada protetora de resina acrílica. A Tabela 11 apresenta a composição de custo para a aplicação da demão de resina acrílica.

Tabela 11 – Composição de custo unitária da aplicação de resina acrílica (m²)

Insumo	Unid.	Coef.	Custo unitário	Custo (R\$)
Resina Acrílica	L	0,2	24,74	4,948
Pintor	H	0,4	11,63	4,652
Ajudante de pintor	H	0,5	7,49	3,745
CUSTO TOTAL/M²				13,345
CUSTO TOTAL/M² com BDI incluso 20%				16,014

Fonte: Composição elaborada pelo autor com preços obtidos na base SINAPI/2014.

A Tabela 12 apresenta os custos com aplicação da resina acrílica e a diferença de custo entre esta e a pintura convencional disposta no orçamento.

Tabela 12 – Diferença de custo com a aplicação da resina acrílica

10.0	REVESTIMENTO	Un.	Qtde.	Valor unid. R\$	TOTAL
10.1	MASSA				
10.1.1	Chapisco em parede com argamassa traço – 1:3 (cimento/areia)	m ²	1.743,96	4,0793	7.114,14
10.1.3	Reboco paulista para parede, com argamassa traço – 1:2:6 (cimento/cal/areia), espessura 2,5cm	m ²	978,56	19,2439	18.831,35
10.1.4	Emboço de parede, com argamassa traço 1:2:9 (cimento/cal/areia), espessura 1,5cm	m ²	765,40	17,1195	13.103,29
10.2	ACABAMENTO				
10.2.1	Revestimento cerâmico para parede, pei – 3, dimensões 10x10cm, aplicado com argamassa industrializada ac-i, rejuntado, exclusive emboço, conforme especificações	m ²	765,40	55,37	42.380,29
13.0	PINTURAS				
13.1	ACRÍLICA				
13.1.1	Pintura sobre paredes, com lixamento, aplicação de 01 demão de selador acrílico, 02 demãos de massa acrílica e 02 demãos de tinta acrílica	m ²	978,56	26.1256	25.565,52

13.0	PINTURAS				
13.1	RESINA ACRÍLICA	Un.	Qtde.	Valor Unid. R\$	TOTAL
13.1.1	Aplicação de resina acrílica para proteção do tijolo de solo cimento	m ²	1.743,96	16,014	27.927,78

DIFERENÇA DE CUSTO	79.066,82
---------------------------	------------------

Com todas as composições relacionadas à alteração do sistema de vedação do projeto foi possível a elaboração de uma tabela na qual a diferença real entre os dois sistemas fosse definida. A Tabela 13 apresenta o resumo das diferenças de custo entre os sistemas de vedação.

Tabela 13 – Resumo da diferença de custo entre alvenaria em bloco cerâmico e tijolo de solo cimento

DIFERENÇA	VALOR (R\$)
Diferença na alvenaria de bloco cerâmico e tijolo de solo cimento	2.773,77
Diferença no aperto da alvenaria de bloco cerâmico e tijolo de solo cimento	1.327,20
Diferença no revestimento da alvenaria de bloco cerâmico e de tijolo de solo cimento	79.066,82
TOTAL DA DIFERENÇA ENTRE OS DOIS SISTEMAS	77.620,25

Apenas com a substituição do sistema de vedação ocorreria uma economia de aproximadamente oitenta e quatro mil e quatrocentos reais, o que representa 9,35% do custo total atualizado do empreendimento, além do benefício ao meio ambiente pelos motivos já enumerados.

6.3.1.2 Composição de custo da cobertura com Telha Leve®

Para a composição de custo unitária (m²) da cobertura o grande fator a ser considerado foi o peso da telha, que por ser quase dez vezes mais leve que a convencional, afetou diretamente a estrutura. Logo, antes da composição de custo unitária para instalação das telhas, foi elaborada uma composição de custo para a estrutura do telhado baseada nas orientações do fabricante. A Tabela 14 apresenta a composição de custo unitária para a estrutura do telhado de Telha Leve®.

Tabela 14 – Composição de custo unitária da estrutura do telhado leve (m²)

Insumo	Unid.	Coef.	Custo unitário	Custo (R\$)
Terça 5x15 cm Padrão Cambara	M	1,0	14,52	14,52
Caibro 5x7cm Padrão Cambara	M	1,0	7,25	7,25
Ripa 150x5cm Padrão Cambara	M	4,0	1,65	6,60
Pregos 18x30	Kg	0,25	6,42	1,605
Carpinteiro de esquadrias	H	1,2	11,63	13,956
CUSTO TOTAL/M²				43,931
CUSTO TOTAL/M² com BDI incluso 20%				52,717

Fonte: Composição elaborada pelo autor com preços obtidos na base SINAPI/2014.

Ainda que a estrutura do telhado para as Telhas Leves mostre-se significativamente com menores custos – R\$121,543/m² para telhas cerâmicas e R\$ 52,72/m² para telhas leves – o custo das peças de Telhas Leves® são mais caras que as convencionais, todavia o maior custo se justifica pela praticidade da Telha Leve®, além da manutenção ser menos onerosa e principalmente pelo fato do desperdício chegar próximo de 0% já que elas não quebram, evitando perdas durante a construção. A Tabela 15 apresenta o custo de instalação da Telha Leve®.

Sítio oficial do fabricante da Telha Leve®:
<http://www.eccoclean.com.br/>

Tabela 15 – Composição de custo unitária da instalação da Telha Leve® (m²)

Insumo	Unid.	Coef.	Custo unitário	Custo (R\$)
Telha Leve®	M²	6,0	8,00	48,00
Telha Leve® - Cumeeira	Un	0,242	16,00	3,872
Telhadista	M²	0,05	11,63	0,582
Servente	M²	0,05	7,49	0,375
Presilha de fixação	Un	6,0	-	-
CUSTO TOTAL/M²				52,829
CUSTO TOTAL/M² com BDI incluso 20%				63,395

Fonte: Composição elaborada pelo autor com preços obtidos na base SINAPI/2014.

Apesar da diferença no custo unitário das telhas instaladas – R\$ 34,103/m² a telha colonial e R\$ 63,40/m² a Telha Leve® – o custo final apresenta maior economia com a utilização das telhas leves que apresenta enorme economia na estrutura, que – segundo o fabricante – precisa suportar apenas 6 kg por metro quadrado, a Figura 26 – Apêndice II (página 128) apresenta um croqui da estrutura do telhado conforme recomendações do fabricante. A Tabela 16 apresenta a diferença de custo total da cobertura.

Tabela 16 – Diferença de custo entre a cobertura com telha colonial e Telha Leve®

9.0	COBERTURA	Un.	Qtde.	Valor unid. R\$	TOTAL
9.1	TELHAS E ESTRUTURA EM MADEIRA				
9.1.1	Telhado em telha colonial de primeira qualidade	m²	1.192,80	34,103	40.678,62
9.1.2	Cumeeira para telha canal comum, inclusive emassamento	m²	196,36	12,78	2.509,54
9.1.3	Estrutura para telha cerâmica, em madeira de lei aparelhada	m²	1.192,80	121,543	144.976,55
16.0	PORTAL DE ACESSO				
16.2	COBERTURA	Un.	Qtde.	Valor unid. R\$	TOTAL
16.2.1	Estrutura para telha cerâmica, em madeira aparelhada, apoiada em parede	m²	15,60	121,543	1.896,08
16.2.2	Cobertura em telha cerâmica tipo canal, com argamassa traço 1:3 (cimento e areia) e arame recozido	m²	9,20	51,224	471,26
16.2.3	Cumeeira com telha cerâmica embocada com argamassa traço 1:2:8 (cimento, cal hidratada e areia)	m	15,60	12,78	199,38

9.0	COBERTURA				
9.1	TELHAS E ESTRUTURA EM MADEIRA	Un.	Qtde.	Valor unid. R\$	TOTAL
9.1.1	Telhado em Telha Leve®	m ²	1.202	63,40	76.206,80
9.1.2	Cumeeira Leve	m ²	211,96	21,67	4.593,17
9.1.3	Estrutura para Telha Leve®, em madeira de lei	m ²	1.208,40	52,72	63.706,85

DIFERENÇA DE CUSTO	46.224,61
---------------------------	------------------

Logo, conforme apresenta a Tabela 16, a diferença de custo da estrutura da cobertura supera a diferença de custo entre a telha cerâmica e a Telha Leve®, e com a substituição é possível obter uma economia de mais de quarenta e cinco mil reais, o que representa 5,12% do orçamento total da obra. Além de benefícios proporcionados pela utilização de tal material como a não proliferação de fungos, que deixam o telhado escurecido e com aparência de degradado com o tempo, e o benefício proporcionado ao meio ambiente com milhões de garrafas PET que estarão sendo recicladas e tendo um destino útil para a sociedade.

6.3.1.3 Composição de custo do piso em cimento queimado

Para a composição de custo unitária (m²) do piso em cimento queimado em substituição ao revestimento cerâmico, que além de ter alto custo tem grande desperdício e gera muitos resíduos, foram considerados os insumos apresentados na Tabela 17.

Tabela 17 – Composição de custo unitária do cimento queimado (m²)

Insumo	Unid.	Coef.	Custo unitário	Custo (R\$)
Cimento Portland Composto CP II-32	Kg	13,0	0,40	5,20
Areia Lavada	M ³	0,030	79,00	2,37
Pedreiro	H	1,0	11,63	11,63
Servente	H	1,0	7,49	7,49
CUSTO TOTAL/M²				26,69
CUSTO TOTAL/M² com BDI incluso 20%				32,028

Fonte: Composição elaborada pelo autor com preços obtidos na base SINAPI/2014.

O piso cerâmico seria mantido apenas em 36,35 m² – nos sanitários e no vestiário, para facilitar a limpeza desses ambientes – sendo substituído pelo cimento queimado em todo o restante da escola, já que se mostra mais econômico, sem a geração de resíduos apresentada pela cerâmica e apesar do insumo principal ser o cimento, que em seu processo produtivo passa pela queima – poluindo a atmosfera –, se comparado à quantidade de cerâmica que seria utilizada (que também passa pelo mesmo processo produtivo), a substituição mostra-se satisfatória ao meio ambiente. A Tabela 18 mostra o custo comparado do revestimento cerâmico para piso substituído pelo cimento queimado.

Tabela 18 – Diferença entre o revestimento cerâmico e o cimento queimado

11.0	PAVIMENTAÇÃO				
11.2	ACABAMENTO	Un.	Qtde.	Valor unid. R\$	TOTAL
11.2.1	Revestimento cerâmico para piso, dimensões 40x40 cm, pei-4, aplicado com argamassa industrializada ac-i, rejuntado, exclusive regularização de base, conforme especificações	m ²	750,88	58,545	46.960,594
11.2.1	Piso liso em cimento – cimento queimado	m ²	750,88	32,03	24.050,686
DIFERENÇA DE CUSTO				22.909,91	

6.3.1.4 Composição de custo da calçada drenante

Apesar da pouca quantidade de calçada em concreto – 168 m² – optou-se pela sua substituição por uma calçada drenante já que, mantendo o pensamento sustentável, esta é capaz de manter a permeabilidade do solo além de mostrar-se economicamente mais viável, conforme a composição de custo que a Tabela 19 demonstra.

Tabela 19 – Composição de custo unitária do piso drenante (m²)

Insumo	Unid.	Coef.	Custo unitário	Custo (R\$)
Capina e limpeza de terreno – Servente	H	0,80	7,49	5,992
Nivelamento e compactação – Servente	H	0,30	7,49	2,247
Pedreiro	H	0,6	11,63	6,678
Servente	H	1,6	7,49	11,984
Areia grossa	M ³	0,05	75,00	3,75
Piso de concreto drenante – ecológico	un	2,778	9,35	25,974
CUSTO TOTAL/M²				56,625
CUSTO TOTAL/M² com BDI incluso 20%				67,95

Fonte: Composição elaborada pelo autor com preços obtidos na base SINAPI/2014.

A Tabela 20 apresenta o comparativo de custo entre o piso de concreto ecológico drenante e o piso de concreto simples desempolado.

Tabela 20 – Comparativo entre o piso drenante e concreto simples desempolado

11.0	PAVIMENTAÇÃO				
11.3	CALÇADA EM CONCRETO	Un.	Qtde.	Valor unid. R\$	TOTAL
11.3.1	Piso em concreto simples desempolado, fck=15 MPa, e=7 cm	m ²	168,13	124,357	20.908,11
11.3.1	Piso de concreto drenante – ecológico	m ²	168,13	67,95	11.424,434
DIFERENÇA DE CUSTO				56,407	9.483.68

Ainda que o piso em concreto simples seja de execução mais rápida e mais resistente, não há necessidade de sua utilização. Uma vez que o concreto drenante, além de mais econômico, é uma solução sustentável e que manterá o reabastecimento natural do lençol freático daquela região.

6.4 Comparação dos orçamentos

O comparativo orçamentário teve como foco os itens que tiveram sugestões de substituições sustentáveis previamente analisadas pontualmente, quais sejam: 7.0 – Paredes e painéis; 9.0 – Cobertura; 10.0 Revestimento; 11.0 Pavimentação; 13.0 – Pinturas; e 16.0 Portal de acesso.

A Tabela 21 apresenta resumidamente estes itens e o percentual que a diferença representa no total do orçamento, para que então seja possível avaliar a diferença total no orçamento.

Tabela 21 – Comparativo orçamentário: Convencional X Sustentável

ITEM	DESCRIÇÃO	CONVENCIONAL LICITADO	SUSTENTÁVEL	% TOTAL
7.0	PAREDES E PAINÉIS			
7.1	ALVENARIA			
7.1.1	Elevação de alvenaria	R\$ 25.776,60	R\$ 28.550,37	0,31 %
7.1.2	Vergas/contra-vergas em concreto armado	R\$ 5.550,80	R\$ 5.550,80	0 %
7.1.3	Aperto de alvenaria	R\$ 4.110,72	R\$ 2.783,52	0,20 %
9.0	COBERTURA			
9.1	TELHAS E ESTRUTURA EM MADEIRA			
9.1.1	Telhado	R\$ 40.678,62	R\$ 76.206,80	3,94 %
9.1.2	Cumeeira para telha canal	R\$ 2.509,54	R\$ 4.593,17	0,23 %
9.1.3	Estrutura para telhado	R\$ 144.976,55	R\$ 63.706,85	9,01 %
10.0	REVESTIMENTO			
10.1	MASSA			
10.1.1	Chapisco em parede c/ argamassa	R\$ 7.114,14	R\$ 0,00	0,79 %
10.1.3	Reboco paulista para parede c/ argamassa	R\$ 18.831,35	R\$ 0,00	2,09 %
10.1.4	Emboço de parede c/ argamassa	R\$ 13.103,29	R\$ 0,00	1,45 %
10.2	ACABAMENTO			
10.2.1	Revestimento p/ parede	R\$ 42.380,29	R\$ 0,00	4,70 %
11.0	PAVIMENTAÇÃO			

ITEM	DESCRIÇÃO	CONVENCIONAL	SUSTENTÁVEL	% TOTAL
11.2	ACABAMENTO			
11.2.1	Revestimento p/ piso	R\$ 46.088,72	R\$ 24.050,69	2,44 %
11.3	CALÇADA EM CONCRETO			
11.3.1	Piso em concreto	R\$ 20.908,11	R\$ 11.424,43	1,05 %
13.0	PINTURAS			
13.1	ACRÍLICA			
13.1.1	Pintura sobre paredes / Aplicação de Resina Acrílica	R\$ 25.565,52	R\$ 27.927,78	0,26 %
16.0	PORTAL DE ACESSO			
16.2	COBERTURA			
16.2.1	Estrutura para telhado	R\$ 1.896,08	R\$ 1.896,08	0 %
16.2.2	Telhado	R\$ 471,26	R\$ 471,26	0 %
16.2.3	Cumeeira para telha canal	R\$ 199,38	R\$ 199,38	0 %
TOTAL		R\$ 400.160,97	R\$ 247.361,13	16,99 %
Diferença em R\$		152.799,84		

A Tabela 21 comprova que é possível economizar significativamente com a substituição daqueles insumos que mais impactam no orçamento final do projeto. Com uma diferença de R\$ 152.799,84, que representa 16,99% de economia em relação ao orçamento atualizado fechado na licitação – conforme Apêndice I, o comparativo apresenta uma solução viável a municípios em que as verbas públicas destinadas à educação geralmente não são o foco dos administradores.

É importante ressaltar que tal economia não é a máxima que pode ser obtida para o projeto analisado, já que são possíveis demais substituições por soluções mais econômicas e sustentáveis, todavia para que representasse uma diferença impactante no orçamento final seria necessária uma substituição em um maior número de insumos já que aqueles com maior representação orçamentária foram os analisados.

O comparativo demonstra que atualmente a construção civil tem evoluído para buscar soluções que apresentam benefícios econômicos, ecológicos e sociais, uma vez que além de mais baratos no custo total da obra, em diversos casos não demandam mão de obra demasiadamente especializada o que possibilita que seja

aproveitada a mão de obra disponível nas mais diversas regiões do país sem demandar treinamentos específicos. Visando uma maior economia todos os serviços foram calculados com uma equipe por frente de serviço, o que certamente seria suficiente haja vista o pequeno porte da obra, tal escolha foi determinante na significativa diferença entre os orçamentos.

É certo que o comparativo apresentou uma dentre diversas soluções não convencionais possíveis para substituição dos materiais, logo, a depender da substituição proposta, a diferença pode ser maior ou menor, a certeza é que as possibilidades existem o que falta são projetistas e administradores determinados a realizarem tais mudanças.

7. CONCLUSÃO

A substituição de materiais convencionais por não convencionais mostra-se deveras vantajosa não apenas na seara econômica, mas certamente na ecológica e ainda, social. Com a evolução da ideologia mundial para a proteção do meio ambiente e consumo consciente, a construção civil busca soluções que atendam a tais exigências. Sem dúvidas não serão todas as soluções sustentáveis inovadoras que se mostrarão mais econômicas que as convencionalmente utilizadas, todavia este trabalho demonstrou que com pesquisa e planejamento é possível a substituição de insumos mais poluentes e menos sustentáveis, por soluções sustentáveis e que ainda menos onerosas ao empreendedor.

Municípios interioranos como o de Araripe-CE, com verba restrita e um reduzido número de escolas, pode ser beneficiado com as soluções propostas por este trabalho, afinal a economia orçamentária obtida na escola de aproximadamente R\$ 153 mil, é quase meio por cento¹ da verba de todo o município, o que comprova o impacto gerado pela economia obtida.

Além de mais econômicas, as soluções apresentadas abrangeram a seara social da sustentabilidade, quando destacou serviços nos quais não houvesse a necessidade de uma alta qualificação da mão de obra, o que possibilitaria que trabalhadores locais – certamente familiares dos futuros estudantes das escolas públicas – fizessem parte da construção, além de aprenderem um novo ofício, o que além de benéfico ao município interiorano, com poucas oportunidades de trabalho, é benéfico também a toda população ali residente. Cabendo inclusive o incentivo e a formação de cooperativas principalmente para a confecção dos materiais e tecnologias propostas nesse trabalho. Podendo este município treinar outros e assim disseminar o conhecimento e as práticas sustentáveis.

O terceiro setor, composto por instituições, associações e fundações tem alavancado a economia brasileira como auxiliador do poder público. A criação de cooperativas para auxiliar as construções é além de um incentivo, um fortalecimento

¹ Porcentagem exata: 0,32% da verba total do município.

deste setor, que como instituições particulares que trabalham para gerar bens e serviços públicos à sociedade estão cada vez mais em destaque no Brasil. Nos municípios interioranos, o terceiro setor mostra-se necessário e eficiente atuando de forma social, levando qualidade de vida a todos da região.

Projetos governamentais padrões, não apenas os escolares, podem ser revistos e analisados visando uma modernização do ponto de vista sustentável. Certamente um replanejamento junto a gestores ambientais, engenheiros civis e arquitetos – baseados em pesquisas que demonstram ser possível uma economia – possibilitaram uma efetiva melhoria nos projetos do ponto de vista da temática proposta.

As soluções sustentáveis são ecologicamente corretas e economicamente viáveis para serem implantadas a qualquer empreendimento, basta que para isso exista um planejamento e uma pesquisa prévia da solução adequada a ser utilizada. Atualmente inúmeras são as soluções que visam uma menor degradação do meio ambiente, todavia não são todas que tem o custo compatível com materiais convencionais, por isso é necessário uma análise prévia das condicionantes que levaram à substituição e do custo-benefício gerado por tal escolha. Muitas vezes o custo inicial pode parecer maior que o convencional, mas com um planejamento mais detalhado chega-se a conclusão que a economia será evidente, seja com insumos secundários, manutenção ou mesmo na execução do serviço desejado.

No caso estudado alguns insumos com maior impacto no orçamento foram substituídos por materiais não convencionais e ao final apresentaram um menor custo para o orçamento, devido: à escolha correta da solução sustentável, ao planejamento e à pesquisa do insumo a ser substituído e à oferta de mão-de-obra capaz de trabalhar com a solução escolhida. O resultado foi uma economia significativa ao município. Tal economia pode alavancar a educação em municípios com *déficit* de verba, que poderão construir mais escolas com essa quantia economizada a cada construção, podendo ser estendida para outras unidades do Estado (hospitais, praças, entre outros).

8. SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

- Analisar a possibilidade de substituição do madeiramento do telhado por estrutura em bambu;
- Estudar a evolução de projetos sustentáveis no Brasil e a sua tendência atual;
- Pesquisar a viabilidade do Cooperativismo visando produção de produtos sustentáveis na região em que atuam;
- Implantar a logística estudada nesta pesquisa em municípios maiores e menores, para os menores avaliar em outras unidades do Estado (hospitais e escola).

9. BIBLIOGRAFIA

ALY, V.L.C. **Determinação da capacidade e resistente do elemento parede de alvenaria armada de blocos de concreto, submetido a esforço de compressão.** São Paulo 1992. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, USP.

ANDRADE, E. P.; DUARTE, M. D. **Incubadora de cooperativas populares: gerando emprego e renda e fazendo solidária a economia.** XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. Ouro Preto – MG, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8491/1984: Tijolo de solo-cimento - Requisitos.** Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13531/1995: Elaboração de projetos de edificações – Atividades técnicas.** Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13532/1995: Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura.** Rio de Janeiro, 2012.

BAÊTA, F. da C; SARTOR, V. **Custos de construção.** Universidade Federal de Viçosa – Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola. Editora UFV. Viçosa, 1998.

BARBOSA, N. P. **Considerações sobre materiais de construção industrializados e os não convencionais.** Universidade Federal da Paraíba. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana - UFPB. João Pessoa – PB, 2005.

BENFICA, G. **Sustentabilidade e educação.** Universidade do Estado da Bahia. Artigo. Alagoinhas – Bahia, 2002.

BERALDO, A. L.; FERREIRA, G. C. S; BRITTES, J. L. P.; NUNES, E. **Estudo preliminar do uso de bambu como elemento estrutural em pavimentação com concreto.** Revista Cerne – Volume 16, Suplemento – Artigo 17, p.125-132. Minas Gerais: Universidade Federal de Lavras. Lavras – UFLA, 2010.

BOLETIM UFMG; RIGUEIRA, Jr. I. **O bambu como estrutura.** Nº 1730 – Ano 37. UFMG, 2011. Acesso em 20.jan.2014: <<http://www.ufmg.br/boletim/bol1730/4.shtml>>

BRASIL, **Lei Nº 10.172, de 9 de janeiro de 2001. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências.** Acesso em 16.jan.2014: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10172.htm>

BRASIL, **Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases (LDB). Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.** Acesso em 17.jan.2014: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>

BRASIL, **Projeto de Lei Nº 525, de 25 de novembro de 2009. Institui as condições mínimas nacionais para a construção, adequação e equipamento pedagógico de estabelecimentos escolares de educação básica.** Acesso em 16.jan.2014: <<http://legis.senado.leg.br/mateweb/arquivos/mate-pdf/70142.pdf>>

BRASIL, **Substitutivo do Senado ao Projeto de Lei da Câmara nº 103, de 2012 (Projeto de Lei nº 8.035, de 2010, na Casa de Origem), que “Aprova o Plano Nacional de Educação (PNE) e dá outras providências.”** Acesso em 17.jan.2014: <<http://www.senado.gov.br/atividade/materia/getPDF.asp?t=143834&tp=1>>

BROSLER, T. M. **Materiais não convencionais na construção civil: presente, passado e futuro no processo de conhecimento dos assentados de Mogi Mirim-SP.** Campinas – São Paulo, 2011. Dissertação (Mestrado Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2011.

CARVALHO, J. **Sobre as origens e desenvolvimento do concreto.** Revista Tecnológica, Maringá, v. 17, p. 19-28, 2008.

CAVALCANTI, C.; FURTADO, A.; STAHEL, A; RIBEIRO, A.; MENDES, A.; SEKIGUCHI, C.; MAIMON, D.; POSEY, D.; PIRES, E.; BRÜSEKE, F.; ROHDE, G.; MAMMANA, G.; ACSELRAD, H.; MEDEIROS, J.; D’AMATO, J. L.; LEONARDI, M. L.; TOLMASQUIM, M.; SEVÁ FILHO, O.; STROH, P.; FREIRE, P.; MAY, PETER; DINIZ, R.; MAGALHÃES, A. R. **Desenvolvimento e natureza: Estudos para uma sociedade sustentável.** Recife: Ministério de Educação – Instituto de Pesquisas Sociais, Fundação Joaquim Nabuco – INPSO/FUNDAJ, 1994, p. 262.

CENSO ESCOLAR, **Censo Escolar/INEP 2011 – Qedu.org.br.** Acesso em 30.jan.2014 <<http://www.qedu.org.br/cidade/4848-araripe/censo-escolar>>

COLENCI JR., A.; GUERRINI, F. M. **Gestão da produtividade e competitividade.** In: ESCRIVÃO FILHO, E. (Ed.). Gerenciamento na construção civil. São Carlos: EESC/USP- Projeto REENGE, 1998. p.159-207

CRUZ, H. **Bambu Guadua Guadua angustifolia kunth.** Gráficas OLIMPICA S.A, Pereira. Colômbia, 2009.

CZAPSKI, S.A. **Implantação da educação ambiental no Brasil.** Brasília: Ministério de Educação e do Desporto, 1998, 166p.

EIRES, R. M. G **Materiais não convencionais para uma construção sustentável utilizando cânhamo, pasta de papel e cortiça.** Braga: Universidade do Minho – Escola de Engenharia, 2006. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade do Minho – Braga – Portugal, 2006.

ESTOCOLMO, **Declaração da Conferência de ONU no Ambiente Humano.** 1972

FABRÍCIO, M. M. **Projeto Simultâneo na construção de edifícios**. São Paulo: Escola Politécnica, 2002. Tese (Doutorado em Engenharia) – USP.

FERRAZ JUNIOR, F. de A. C. **Equipamentos modernos para a produção de tijolos de terra prensada**. In: Workshop Arquitetura de Terra. São Paulo, 1995. Anais. NUTAU-FAUUSP.

FERRAZ, R. L.; BELICANTA, A.; GUTIERREZ, N. H. M. **Estudo comparativo de alguns métodos de dosagem de misturas de solo-cimento**. In: ENTECA 2000. Maringá. Anais, 2001.

FRANCO, L. S.; AGOPYAN, V. **Implantação da racionalização construtiva na fase de projeto**. São Paulo: Escola Politécnica/USP, 1993. (BT/PCC/94).

GOMES, N.S. **A resistência das paredes de alvenaria**. São Paulo, 1983. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, USP.

GALLAWAY, B. M.; DUNLAP, W.; WOLFSKILL, L. **Handbook For Building Homes of Earth**. Texas: Texas Transportation Institute, 1983.

CORONA, E.; LEMOS, C. A. **Dicionário de arquitetura brasileira**. São Paulo: Edart, 1972.

GALVÃO JR., J. L. **O adobe e as arquiteturas**. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN. Artigo técnico.

GRANDE, F. M. **Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com e sem adição de sílica ativa**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, 2003.

GUIMARÃES, G. **Integrar Cooperativas**. Rio de Janeiro: EspahaFato Comunicação, 1999.

GUIMARÃES, J. E. P. **A Cal: Fundamentos e Aplicações na Engenharia Civil**. São Paulo: Pini, 1997.

HENRIQUES, C. L. **Condicionantes de projeto para unidades escolares de pequeno e médio porte utilizando sistema construtivo em perfis formados a frio**. Ouro preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2005. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – UFOP.

HUETING, R., REIJNDERS, L. **Sustainability is an objective concept**. *Ecological Economics*, v. 27, p. 139-147, 1998.

IBGE, **Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais**. Nota 1: Estimativas da população residente com a data de referência 1º de julho de 2013. Acesso em 30.jan.2014 <<http://www.cidades.ibge.gov.br/>>

MACGREGOR, J.G., **Reinforced Concrete: Mechanisms and Design**, New Jersey, 1997.

MARCATTO, C. **Educação ambiental: Conceitos e princípios**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, 2002. 1ª Edição. p. 25-27; 34-37.

MEADOWS, D. L.; RANDERS, J. **Limites do crescimento, A atualização de 30 anos**. Qualitymark. p. 364.

MEDEIROS, A.; BRASIL, **Programas e Ações de Apoio à Economia Solidária e Geração de Trabalho e Renda no Âmbito do Governo Federal (Relatório Final do Convênio MTE / IPEA / ANPEC / 01/2003)**. Brasília, 2005. Acesso em 28.jan. 2014: <http://www2.mte.gov.br/ecosolidaria/pub_geracao_trabalho_renda_gf.pdf>

MELHADO, S.B. **Metodologia de projeto voltada à qualidade na construção de edifícios: metodologia envolvendo os novos procedimentos de projeto**. In: VII Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, ENTAC, 1998. Anais. Florianópolis.

NETO, J. A.; RUFINO, S. **Cooperativas de trabalho: uma solução para a qualificação da mão-de-obra na construção civil?** Artigo. Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC – SP, 2000.

NEVES, C. .M. M. **Tijolos de solo-cimento**. In: Dez Alternativas Tecnológicas para Habitação. Brasília, 1989. Anais. Minter / PNUD. p. 141-166.

NOLDIN, JR. J. H. **Contribuição ao estudo da cinética de redução de briquetes auto-redutores**. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2002. Dissertação de Mestrado – PUC.

PEREIRA, M. A. R. **Características Hidráulicas de tubos de bambu gigante**. XXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA. Fortaleza – Ceará, 2000.

PEREIRA, H. C. **Caracterização do comportamento estrutural de construções em adobe**. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UA.

PEREIRA, M. A. dos R. **O uso do bambu na irrigação – Montagem de um sistema de irrigação por aspersão de pequeno porte, utilizando tubulação de bambu**. XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA 1997. Campina Grande - Paraíba, 1997.

PICCHI; F.A. **Sistemas de qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. São Paulo: Escola Politécnica, 1993. Tese (Doutorado em Engenharia) – USP.

PINHO, D. B. **Pensamento cooperativo e o cooperativismo brasileiro**. Volume 1 de Manual de cooperativismo. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, 1982. p. 272.

PISANI, M. A. J. **Taipas: Arquitetura de terra**. Artigo técnico. São Paulo, 2004. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP. Disponível em: <http://www.cefetsp.br/edu/prp/sinergia/complemento/sinergia_2004_n1/pdf_s/segmentos/artigo_01_v5_n1.pdf>. Acesso em: 21.jan. 2014.

PISANI, M. A. J. **Um material de construção de baixo impacto ambiental: o tijolo de solo-cimento**. Artigo técnico. São Paulo. Instituto Federal – São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.cefetsp.br/edu/prp/sinergia/complemento/sinergia_2005_n1/pdf_s/segmentos/artigo_07_v6_n1.pdf>. Acesso em: 21.jan. 2014.

PORTO, R. de M. **Hidráulica Básica**. 4ª Edição. São Carlos: EESC – USP, 2006. 540p.

RODRÍGUEZ, M.A.A.; HEINECK, L..F.M. **A construtibilidade no processo de projeto de edificações**. 2º Workshop nacional, Porto Alegre, 2002. ARTIGO TÉCNICO.

RODRÍGUEZ, M.A.A.; HEINECK, L..F.M. **Coordenação de projetos: uma experiência de 10 anos dentro de empresas construtoras de médio porte**. In: II Simpósio brasileiro de gestão da qualidade e organização do trabalho no ambiente construído, Anais, Fortaleza, 2001

SCHMIDT, C. B. **Construções de taipa: alguns aspectos de seu emprego e da sua técnica**. São Paulo: Secretaria da Agricultura, 1946.

SETOR RECICLAGEM, **Telha ecológica**. Fonte: www.abre.org.br. Acesso em 21.jan.2014: <<http://www.setorreciclagem.com.br/reciclagem-de-material-de-construcao-civil/telha-ecologica#.Ut6kZhBTvIU>>

SINDUSCONPR, **Serviço Social do Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Paraná**. Acesso em 30.jan.2014 <http://www.sindusconpr.com.br/principal/home/?sistema=conteudos%7Cconteudo&id_conteudo=310>

SILVA, F. R.; SOUZA, D. A. S.; MARÇAL V. H. **Aplicação de bambu em estruturas: estudo de caso a estrutura da exposição “O paisagista Roberto Burle Marx” em Brasília**. Anais do seminário da rede brasileira da Bambu 2010. Brasília, 2010.

TAGOMORI, A. T.; CAVALLARO F. **Construção em tijolo adobe**. Artigo – Trabalho Final. São Paulo, 2011. Universidade de São Paulo – FAU USP. Disponível em: <http://www.usp.br/fau/cursos/graduacao/arq_urbanismo/disciplinas/aut0221/Trabalhos_Finais_2011/Construcao_em_Tijolo_de_Adobe.pdf>. Acesso em: 21.jan. 2014.

TISAKA, Maçahiko. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução**. São Paulo: Editora Pini, 2006.

TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. Porto Alegre: CPGEC - UFRGS, 1999. (Dissertação de Mestrado).

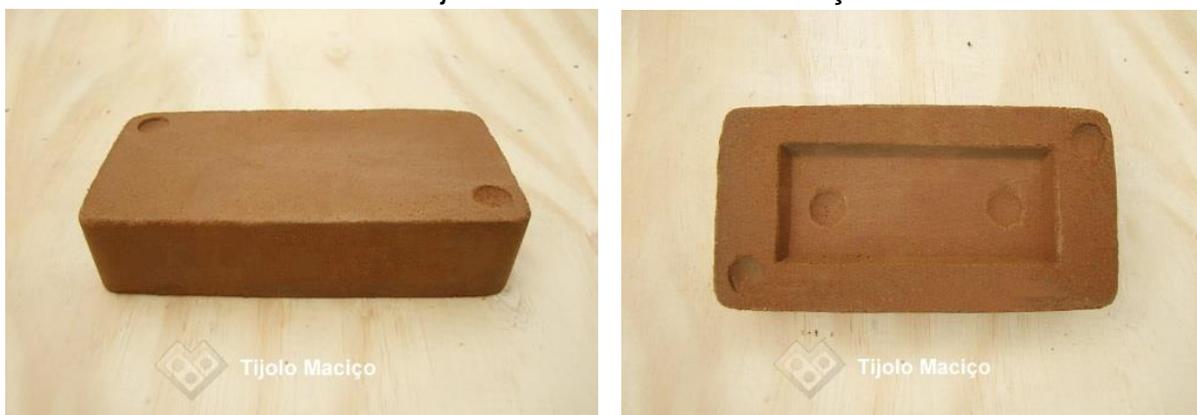
VASCONCELLOS, S. de C. **Arquitetura no Brasil: sistemas construtivos**. 4.ed. Belo Horizonte: Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, 1961.

VERÇOSA, Enio. **Materiais de construção**. Porto Alegre. Editora da UFRS. 2000.

WEISFLOG, W. **Moderno dicionário da língua portuguesa: Michaelis**. 1ª Edição. São Paulo: Editora Melhoramentos, 2012.

ANEXO I – TIPOS DE TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO PRODUZIDOS NO BRASIL

FIGURA – Tijolo de solo-cimento – Maciço comum



Fonte: <<http://www.vimaqpressas.com.br/fotos/10-modelos-de-tijolos-ecologico/>>
Acesso em: 22.jan.2014

FIGURA – Tijolo de solo-cimento – Maciço com encaixes



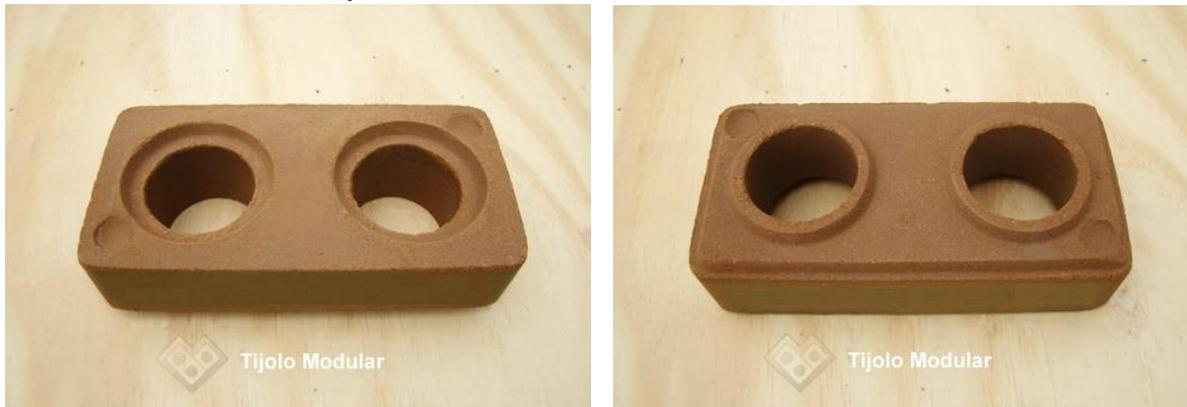
Fonte: <<http://www.vimaqpressas.com.br/fotos/10-modelos-de-tijolos-ecologico/>>
Acesso em: 22.jan.2014

FIGURA – ½ tijolo de solo-cimento – com encaixes (à esquerda); com furos (à direita)



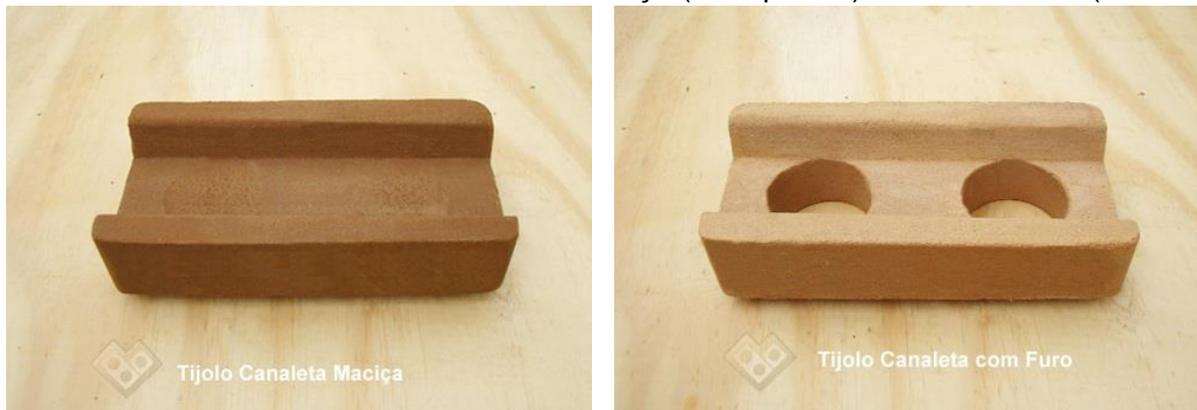
Fonte: <<http://paoecologia.wordpress.com/tag/tijolo-ecologico/>>
Acesso em: 22.jan.2014

FIGURA – Tijolo de solo-cimento – com dois furos e encaixes



Fonte: <<http://www.vimaqpressas.com.br/fotos/10-modelos-de-tijolos-ecologico/>>
Acesso em: 22.jan.2014

FIGURA – Canaletas de solo-cimento – maciça (à esquerda) com dois furos (à direita)



Fonte: <<http://www.vimaqpressas.com.br/fotos/10-modelos-de-tijolos-ecologico/>>
Acesso em: 22.jan.2014

ANEXO II – PLANILHA DO QUANTITATIVO DE MATERIAIS

Item	Descrição do item	Un.	Qtde.
	SERVIÇOS PRELIMINARES		
1.1	Placa de obra em chapa zincada, instalada	m ²	6,00
1.2	Barracão para escritório de obra porte pequeno s=25,41m ²	un	1,00
1.3	Locação de construção de edificação com gabarito de madeira	m ²	853,20
1.4	Ligação provisória de energia elétrica em canteiro de obra	un	1,00
2.0	MOVIMENTO DE TERRAS		
2.1	Escavação manual, para baldrame e sapatas, em material de 1ª categoria, profundidade até 1,50m	m ³	168,95
2.2	Apiloamento manual de fundo de vala	m ²	136,50
2.3	Reaterro manual de valas, com compactação utilizando sêpo, sem controle do grau de compactação	m ³	68,58
2.4	Aterro interno com apiloamento com transporte em carrinho de mão	m ³	134,26
3.0	INFRA-ESTRUTURA: FUNDAÇÕES		
3.1	SAPATAS		
3.1.1	Lastro de concreto magro, e=3,0cm reparo mecânico – inclusive aditivo, conforme projeto	m ²	288,50
3.1.2	Concreto armado – para sapatas (fck 25MPa), incluindo preparo, lançamento, adensamento e cura. Inclusive formas para reutilização 2x, conforme projeto	m ³	90,14
3.2	BALDRAME		
3.2.1	Concreto armado – para vigas baldrame (fck 25MPa), incluindo preparo, lançamento, adensamento e cura. Inclusive formas para reutilização 2x, conforme projeto	m ³	20,47
4.0	SUPERESTRUTURA		
4.1	CONCRETO		
4.1.1	Concreto armado fck 25MPa fabricado na obra, adensado e lançado, para pilar, com formas planas em compensado resinado 12mm (05 usos)	m ³	18,58
4.1.2	Concreto armado fck 25MPa fabricado na obra, adensado e lançado, para viga, com formas planas em compensado resinado 12mm (05 usos)	m ³	19,29
4.1.3	Laje pré-moldada treliçada para forro (fck 25MPa), inclusive capeamento e escoramento	m ²	628,00
5.0	INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS		
5.1	TUBO PVC SOLDÁVEL PARA ÁGUA POTÁVEL		
5.1.1	Tubo pvc rígido soldável marrom p/ água, d=50mm	m	52
5.1.2	Tubo pvc rígido soldável marrom p/ água, d=40mm	m	6,00
5.1.3	Tubo pvc rígido soldável marrom p/ água, d=32mm	m	26
5.1.4	Tubo pvc rígido soldável marrom p/ água, d=25mm	m	85
5.1.5	Tubo pvc rígido soldável marrom p/ água, d=20mm	m	122
5.2	ADAPTADOR CURTO DE PVC PARA REGISTRO		
5.2.1	Adaptador de pvc rígido soldável curto c/ bolsa e rosca p/ registro diâm=50mm x 1 1/4"	un	2,00
5.2.2	Adaptador de pvc rígido soldável curto c/ bolsa e rosca p/ registro diâm=25mm x 3/4"	un	12,00
5.2.3	Adaptador de pvc rígido soldável curto c/ bolsa e rosca p/ registro diâm=20mm x 1/2"	un	10,00
5.3	REGISTRO DE GAVETA BRUTO		

Item	Descrição do item	Un.	Qtde.
5.3.1	Registro gaveta bruto, DN 40mm (1 1/2")	un	1,00
5.3.2	Registro gaveta bruto, DN 50mm (2")	un	2,00
5.3.3	Registro gaveta bruto, DN 60mm (2 1/2")	un	1,00
5.4	REGISTRO DE GAVETA COM ACABAMENTO		
5.4.1	Registro gaveta c/ canopla cromada, DN 20mm (3/4")	un	2,00
5.4.2	Registro gaveta c/ canopla cromada, DN 25mm (1")	un	1,00
5.4.3	Registro gaveta c/ canopla cromada, DN 32mm (1 1/4")	un	2,00
5.5	REGISTRO DE PRESSÃO COM ACABAMENTO		
5.5.1	Registro pressão c/ canopla cromada, DN 20mm (3/4")	un	1,00
5.6	DIVERSOS – ÁGUA FRIA		
5.6.1	Caixa d' metálica, capacidade 20.000L – instalada, inclusive estrutura em concreto armado de suporte, conforme projeto	un	1,00
5.6.2	Colocação de hidrômetro em ligação existente, c/ remanejamento p/ o muro ou fachada, inclusive cavalete e caixa de proteção	un	1,00
5.6.3	Torneira de jardim, inclusive poste de proteção	un	5,00
5.7	TUBO PVC SOLDÁVEL PARA ESGOTO		
5.7.1	Tubo pvc rígido c/ anéis, ponta e bolsa p/ esgoto secundário, d=40mm	m	24,00
5.7.2	Tubo pvc rígido c/ anéis, ponta e bolsa p/ esgoto secundário, d=50mm	m	50,00
5.7.3	Tubo pvc rígido c/ anéis, ponta e bolsa p/ esgoto primário, d=75mm	m	25,00
5.7.4	Tubo pvc rígido c/ anéis, ponta e bolsa p/ esgoto primário, d=100mm	m	87,00
5.8	DIVERSOS – ESGOTO		
5.8.1	Caixa sifonada quadrada, com três entradas e uma saída, d=100 x 100 x 50mm, acabamento alumínio	un	6,00
5.8.2	Ralo sifonado em pvc d=100mm altura regulável, saída 40mm, com grelha redonda acabamento cromado	un	1,00
5.8.3	Caixa de gordura em alvenaria (90 x 90 x 120cm)	un	1,00
5.8.4	Caixa de inspeção em alvenaria (90 x 90 x 120cm)	un	7,00
5.9	LOUÇAS – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO		
5.9.1	Bacia sanitária convencional, inclusive assento, conjunto de fixação, anel de vedação, tubo de ligação com acabamento cromado e engate plástico	un	5,00
5.9.2	Bacia sanitária com caixa de descarga acoplada, inclusive assento, conjunto vê especificações	un	3,00
5.9.3	Lavatório com coluna, com sifão plástico, engate plástico torneira de metal, válvula cromada, conjunto de fixação, conforme especificações	un	3,00
5.9.4	Lavatório sem coluna, com sifão plástico, engate plástico, torneira de metal, válvula cromada, conjunto de fixação, conforme especificações, para PNE	un	2,00
5.9.5	Cuba de sobrepor oval, p/ instalação em bancadas, c/ sifão cromado, torneira metal, engate plástico, conforme especificações	un	6,00
5.9.6	Tanque de louça com coluna, com torneira metálica, c/ válvula de plástico e conjunto de fixação, conforme especificações	un	1,00
5.9.7	Papeleira de louça, conforme especificações	un	8,00
5.9.8	Cabide de louça, branco, conforme especificações	un	3,00
5.9.9	Chuveiro elétrico de plastic	un	1,00

Item	Descrição do item	Un.	Qtde.
5.10	METAIS		
5.10.1	Torneira cromada para pia de cozinha, de mesa, com articulador, ϕ 1/2"	un	2,00
5.10.2	Válvula de descarga cromada	un	5,00
5.10.3	Fornecimento e instalação saboneteira de louça, conforme especificações	un	9,00
5.10.4	Cuba inox de embutir, em bancada	un	2,00
5.10.5	Barra de apoio para deficiente em ferro galvanizado de 11/2", l=80cm (bacia sanitária e mictório), inclusive parafusos de fixação e pintura (lavatório)	un	6,00
5.10.6	Barra de apoio para deficiente em ferro galvanizado de 11/2", l=140cm	un	2,00
6.0	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E TELEFÔNICAS (380/20V)		
6.1	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO		
6.1.1	Eletroduto de pvc rígido roscável, diâm=40mm (11/4")	m	900
6.1.2	Eletroduto de pvc rígido roscável, diâm=32mm (1")	m	30
6.2	FIOS E CABOS		
6.2.1	Fio isolado em pvc seção 1,5mm ² - 750v / 70°C	m	1.800
6.2.2	Fio isolado em pvc seção 2,5mm ² - 750v / 70°C	m	3.000
6.2.3	Fio isolado em pvc seção 4,0mm ² - 750v / 70°C	m	150
6.2.4	Fio isolado em pvc seção 6,0mm ² - 750v / 70°C	m	300
6.2.5	Cabo isolado em pvc seção 10,0mm ² - 750v / 70°C	m	150
6.2.6	Cabo isolado em pvc seção 16,0mm ² - 750v / 70°C	m	200
6.3	CABO TELEFÔNICO		
6.3.1	Instalação de cabo telefônico CCE 50-02	m	70
6.3.2	Instalação de cabo telefônico CCI 50-02	m	35
6.4	INTERRUPTOR		
6.4.1	Interruptor 01 seção simples	un	24
6.4.2	Interruptor 02 seções simples	un	11
6.5	TOMADAS DE TELEFONE DE EMBUTIR		
6.5.1	Tomada para telephone, com caixa pvc, embutida	un	7,00
6.6	TOMADAS ELÉTRICAS DE EMBUTIR		
6.6.1	Tomada de embutir para uso geral, 2p+t	un	57
6.6.2	Tomada de embutir para uso geral, 2p+t, dupla	un	5,00
6.7	CAIXA DE EMBUTIR DE PVC		
6.7.1	Fornecimento e assentamento de caixa pvc 4"x2" com tampa	un	97
6.7.2	Fornecimento e assentamento de caixa pvc 4"x4"	un	5,00
6.7.3	Fornecimento e assentamento de caixa octagonal de pvc 4"x4"	un	94
6.8	QDL – BLOCO ADMINISTRATIVO – 380 / 220 VOLTS		
6.8.1	Quadro de distribuição de embutir, com barramento, em chapa de aço, para até 12 disjuntores padrão DIN (Europeu – linha branca), exclusive disjuntores	un	1,00
6.8.2	Disjuntor termomagnético tripolar 70A, padrão DIN (linha branca)	un	1,00
6.8.3	Disjuntor termomagnético monopolar 16A, padrão DIN (linha branca)	un	3,00
6.8.4	Disjuntor termomagnético monopolar 20A, padrão DIN (linha branca)	un	3,00
6.8.5	Disjuntor termomagnético tripolar 32A, padrão DIN (linha branca)	un	1,00

Item	Descrição do item	Un.	Qtde.
6.8.6	Disjuntor termomagnético tripolar 50A, padrão DIN (linha branca)	un	1,00
6.9	QLD – BLOCO PEDAGÓGICO – 380 / 220 VOLTS		
6.9.1	Quadro de distribuição de embutir, com barramento, em chapa de aço, para até 12 disjuntores padrão europeu (linha branca), exclusive disjuntores	un	1,00
6.9.2	Disjuntor termomagnético tripolar 50A, padrão DIN (linha branca)	un	1,00
6.9.3	Disjuntor termomagnético monopolar 16A, padrão DIN (linha branca)	un	2,00
6.9.4	Disjuntor termomagnético monopolar 20A, padrão DIN (linha branca)	un	7,00
6.10	QDL – BLOCO DE SERVIÇO – 380 / 220 VOLTS		
6.10.1	Quadro de distribuição de embutir, com barramento, em chapa de aço, para até 12 disjuntores padrão europeu (linha branca), exclusive disjuntores	un	1,00
6.10.2	Disjuntor termomagnético tripolar 32A, padrão DIN (linha branca)	un	1,00
6.10.3	Disjuntor termomagnético monopolar 16A, padrão DIN (linha branca)	un	1,00
6.10.4	Disjuntor termomagnético monopolar 20A, padrão DIN (linha branca)	un	2,00
6.10.5	Disjuntor termomagnético monopolar 25A, padrão DIN (linha branca)	un	1,00
6.11	CAIXA DE MEDIÇÃO		
6.11.1	Quadro de medição trifásica (acima de 10kva) com caixa em noril	un	1,00
6.12	CAIXA DE PASSAGEM EM ALVENARIA		
6.12.1	Caixa de passagem em alvenaria de tijolos maciços esp.=12cm, diam.int.=60x60x60cm	un	5,00
6.13	CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO GERAL DE TELEFONE		
6.13.1	Distribuidor geral padrão telebrás dimensões 20x20x12cm	un	1,00
6.14	LUMINÁRIAS		
6.14.1	Luminária fluorescente de embutir aberta 1x32w, completa	un	5,00
6.14.2	Luminária fluorescente de embutir aberta 2x32w, completa	un	89
6.15	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGA ATMOSFÉRICA		
6.15.1	Cabo de cobre nú 35mm ²	m	327,95
6.15.2	Conjunto Terminal aéreo, presilha e fixação	un	42
6.15.3	Conector e descida para pilares	un	28
7.0	PAREDES E PAÍNES		
7.1	ALVENARIA		
7.1.1	Alvenaria de bloco ceramico (9x19x25cm), e=0,9cm com argamassa traço – 1:2:8 (cimento/cal/areia)	m ²	871,98
7.1.2	Vergas e contra-vergas em concreto armado fck=15MPa, seção 9x12cm	m	163,74
7.1.3	Aperto de alvenaria em tijolo cerâmico maciço, esp=10cm, com argamassa traço – 1:2:8 (cimento/cal/areia), à revestir	m	303,15
7.2	DIVISÓRIA		
7.2.1	Divisória em granite cinza andorinha polido, e=3cm, inclusive montagem com ferragens	m ²	11,32
7.3	ELEMENTO VAZADO		

Item	Descrição do item	Un.	Qtde.
7.3.1	Cobogó cerâmico (elemento vazado), 15x15x10cm, assentado com argamassa traço 1:4 de cimento e areia	m ²	10,00
7.4	IMPERMEABILIZAÇÕES		
7.4.1	Impermeabilização de baldrame com emulsão asfáltica	m ²	69,76
8.0	ESQUADRIAS		
8.1	MADEIRA		
8.1.1	Porta em madeira de lei, lisa, semi-ôca, 0,70x2,10m, exclusive ferragens – PM-1	un	8,00
8.1.2	Porta em madeira de lei, lisa, semi-ôca, 0,80x2,10m, exclusive ferragens – PM-2	un	8,00
8.1.3	Porta em madeira de lei, lisa, semi-ôca, 0,90x2,10m, exclusive ferragens – PM-3	un	8,00
8.1.4	Porta em madeira de lei, lisa, semi-ôca, 0,60x1,80m, com batentes e ferragens – PM-4	un	3,00
8.1.5	Porta em madeira de lei, lisa, semi-ôca, 0,80x1,80m, com batente, ferragens e barra para PNE – PM-5	un	2,00
8.2	METÁLICAS		
8.2.1	Basculante de ferro (dimensões, detalhes e nos ambientes conforme o projeto)	m ²	72,60
8.3	FERRAGENS PARA ESQUADRIAS DE MADEIRA		
8.3.1	Fechadura, maçaneta/espelho, acabamento cromado brilhante, conforme especificações	un	22
8.3.2	Dobradiça de latão ou aço, acabamento cromado brilhante, tipo média, 3x2 1/2" com anéis, com parafusos, conforme especificações	un	66
9.0	COBERTURA		
9.1	TELHAS E ESTRUTURA EM MADEIRA		
9.1.1	Telhado em telha colonial de primeira qualidade	m ²	1.192,80
9.1.2	Cumeeira para telha canal comum, inclusive emassamento	m	196,36
9.1.3	Estrutura para telha cerâmico, em madeira de lei aparelhada	m ²	1.192,80
9.2	CHAPAS		
9.2.1	Rufos em chapa de aço, esp=0,65mm, larg.=30cm	m	24,60
10.0	REVESTIMENTO		
10.1	MASSA		
10.1.1	Chapisco em parede com argamassa traço – 1:3 (cimento/areia)	m ²	1.743,96
10.1.2	Chapisco em teto com argamassa traço – 1:3 (cimento/areia)	m ²	628
10.1.3	Reboco paulista para parede, com argamassa traço – 1:2:6 (cimento/cal/areia), esp.=2,5cm	m ²	978,56
10.1.4	Emboço de parede, com argamassa traço – 1:2:9 (cimento/cal/areia), esp.=1,5cm	m ²	765,40
10.1.5	Reboco paulista aplicado para teto, com argamassa traço – 1:2:6 (cimento/cal/areia), esp.=1,5cm – massa única	m ²	628
10.2	ACABAMENTO		
10.2.1	Revestimento cerâmico para parede, pei – 3, dimensões 10x10cm, aplicado com argamassa industrializada ac-i, rejuntado, exclusive emboço, conforme especificações	m ²	765,40
11.0	PAVIMENTAÇÃO		
11.1	CAMADA IMPERMEABILIZADORA		
11.1.1	Lastro de concreto simples regularizado para piso, inclusive impermeabilização	m ³	62,97

Item	Descrição do item	Un.	Qtde.
11.2	ACABAMENTO		
11.2.1	Revestimento ceramico para piso, dimensões 40x40cm, pei-4, aplicado com argamassa industrializada ac-i, rejuntado, exclusive regularização de base, conforme especificações	m ²	787,23
11.3	CALÇADA EM CONCRETO		
11.3.1	Piso em concreto simples despolado, fck 15MPa, esp=7cm	m ²	168,13
12.0	SOLEIRAS E RODAPÉS		
12.1	SOLEIRA		
12.1.1	Soleira em granite cinza andorinha, l=15cm, esp.=2cm, inclusive impermeabilização	m	26,50
12.2	RODAPÉ		
12.2.1	Rodapé cerâmico, dimensões 8,5x40cm, aplicado com argamassa industrializada ac-l, rejuntado, conforme especificações	m	56,00
13.0	PINTURAS		
13.1	ACRÍLICA		
13.1.1	Pintura sobre paredes, com lixamento, aplicação de 01 demão de selador acrílico, 02 demãos de massa acrílica e 02 demãos de tinta acrílica	m ²	978,56
13.1.2	Pintura sobre teto, com lixamento, aplicação de 01 demão de selador acrílico, 02 demãos de tinta acrílica	m ²	628
13.2	ESMALTE		
13.2.1	Pintura de acabamento, sobre madeira, com lixamento, aplicação de 02 demãos de esmalte, inclusive emassamento	m ²	87,56
13.2.2	Pintura de acabamento, sobre estrutura de madeira, com lixamento, aplicação de 01 demão de esmalte sintético, inclusive emassamento	m ²	276
13.2.3	Pintura sobre superficies metálicas, com lixamento, aplicação de 01 demão de tinta à base de zarcão e 02 demãos de tinta esmalte	m ²	145,20
14.0	ELEMENTOS DECORATIVOS E OUTROS		
14.1	CONCRETO		
14.1.1	Banco de concreto em alvenaria de tijolos, assento em concreto armado, sem encosto, pintado com tinta acrílica, 2 demãos (dimensões, detalhes e nos ambientes conforme projeto)	m	10,80
14.2	BANCADA		
14.2.1	Bancada em granito cinza andorinha de 3cm de espessura, dimen. 2,85x0,60m, com testeira 7cm, com instalação de 3 cubas (ver item 5.9.5) e um corte circular, polido, para lixeira conforme projeto.	un	2,00
14.2.2	Bancada em granite cinza andorinha de 3cm espessura, dimen. 3,65x0,60m	un	1,00
14.2.3	Bancada em granite cinza andorinha de 3cm de espessura, dimen 3,65x0,60m, com duas cubas de cozinha, inclusive rodopia 7cm, e pingadeira 2cm assentada	un	1,00
14.2.4	Bancada em alvenaria, com portas em madeira com revestimento	un	1,00
14.2.5	Bancada com tampo de madeira com revestimento melamínico branco	un	2,00
14.3	MADEIRA		

Item	Descrição do item	Un.	Qtde.
14.3.1	Quadro escolar verde e branco, com moldura de madeira e porta giz e pincel	m ²	31,92
14.3.2	Quadro escolar branco, com moldura, instalado na sala de informática	m ²	1,50
14.3.3	Prateleira em compensado naval 18mm, com revestimento melamínico, inclusive suporte com mão francesa	m ²	9,54
14.4	INCÊNDIO		
14.4.1	Extintor de pó químico ABC, capacidade 6kg, alcance médio do jato 5m	un	8,00
14.5	GÁS		
14.5.1	Tubo de aço sem costura SCH 40 ϕ 3/4"	m	7,00
14.5.2	Cotovelo em aço forjado classe 10 ϕ 3/4" x 90°	un	5,00
14.5.3	Te em aço forjado classe 10 ϕ 3/4"	un	1,00
14.5.4	União em aço forjado classe 10 ϕ 3/4"	un	2,00
14.5.5	Registro esfera ϕ 3/4"	un	1,00
14.5.6	Luva em aço forjado classe 10 ϕ 3/4"	un	3,00
14.6	VIDROS		
14.6.1	Vidro liso incolor 4mm	m ²	62,58
14.6.2	Vidro canelado incolor 4mm	m ²	2,10
14.6.3	Espelho de cristal 4mm, com moldura de alumínio, acabamento em laminado	m ²	11,40
15.0	INSTALAÇÕES REDE LÓGICA		
15.1	REDE LÓGICA		
15.1.1	Eletroduto de pvc rígido roscável 32mm (1.1/4"), fornecimento e instalação	m	110
15.1.2	Curva 90° p/ eletroduto roscável 1.1/4"	un	26
15.1.3	Luva pvc roscável p/ eletroduto 1.1/4"	un	45
15.1.4	Bucha/arruela alumínio 1.1/4"	cj	45
15.1.5	Cabo telefônico CCI-50 2 pares (uso interno) – fornecimento e instalação	m	130
15.1.6	Cabo UTP 4 pares categoria 6	m	205
15.1.7	Obturador com haste padrão TELEBRÁS	un	1,00
15.1.8	Quadro de distribuição para telephone n.3 40x40x12cm em chapa metálica	un	1,00
15.1.9	Conector RJ45 (fêmea), para lógica	un	19
15.1.10	Espelho plastic RJ11/RJ45 2x4", 2 saídas	un	19
15.1.11	Tomada para telephone de 4 pólos padrão Telebrás – fornecimento e instalação	un	5,00
15.1.12	Caixa pvc 4"x4" p/ eletroduto	un	22
16.0	PORTAL DE ACESSO		
16.1	MUROS E FECHOS		
16.1.1	Muro em cobogó h=1,80m – Padrão FNDE	m	7,25
16.1.2	Portão de abrir em metalon 40x40mm c/ 10cm 2 fls	m ²	4,20
16.1.3	Tirante com rosca total, ref. DP-48, ϕ 1 1/4"x600mm, fabricação REAL PERFIL ou similar	pç	2,00
16.2	COBERTURA		
16.2.1	Estrutura para telha cerâmica, em madeira aparelhada, apoiada em parede	m ²	15,60
16.2.2	Cobertura em telha cerâmica tipo canal, com argamassa traço 1:3 (cimento e areia) e arame recozido	m ²	9,20
16.2.3	Cumeeira com telha cerâmica embocada com argamassa traço 1:2:8 (cimento, cal hidratada e areia)	m	15,60

Item	Descrição do item	Un.	Qtde.
17.0	LIMPEZA DA OBRA		
17.1	LIMPEZA		
17.1.1	Limpeza geral	m ²	853,20

ANEXO III – Planilha orçamentária aprovada na licitação – Araripe/CE

Item	Descrição do item	Un.	Qtde.	Valor unid.R\$	TOTAL
	SERVIÇOS PRELIMINARES				
1.1	Placa de obra em chapa zincada, instalada	m ²	6,00	243,32	1.459,92
1.2	Barracão para escritório de obra porte pequeno s=25,41m ²	un	1,00	2.312,42	2.312,42
1.3	Locação de construção de edificação com gabarito de madeira	m ²	853,20	4,86	4.146,55
1.4	Ligação provisória de energia elétrica em canteiro de obra	un	1,00	1.273,48	1.273,48
2.0	MOVIMENTO DE TERRAS				
2.1	Escavação manual, para baldrame e sapatas, em material de 1ª categoria, profundidade até 1,50m	m ³	168,95	19,56	3.304,66
2.2	Apiloamento manual de fundo de vala	m ²	136,50	9,50	1.296,75
2.3	Reaterro manual de valas, com compactação utilizando sêpo, sem controle do grau de compactação	m ³	68,58	18,06	1.238,55
2.4	Aterro interno com apiloamento com transporte em carrinho de mão	m ³	134,26	37,00	4.967,62
3.0	INFRA-ESTRUTURA: FUNDAÇÕES				
3.1	SAPATAS				
3.1.1	Lastro de concreto magro, e=3,0cm reparo mecânico – inclusive aditivo, conforme projeto	m ²	288,50	19,35	5.582,48
3.1.2	Concreto armado – para sapatas (fck 25MPa), incluindo preparo, lançamento, adensamento e cura. Inclusive formas para reutilização 2x, conforme projeto	m ³	90,14	973,38	87.740,47
3.2	BALDRAME				
3.2.1	Concreto armado – para vigas baldrame (fck 25MPa), incluindo preparo, lançamento, adensamento e cura. Inclusive formas para reutilização 2x, conforme projeto	m ³	20,47	973,38	19.925,09
4.0	SUPERESTRUTURA				
4.1	CONCRETO				
4.1.1	Concreto armado fck 25MPa fabricado na obra, adensado e lançado, para pilar, com formas planas em compensado resinado 12mm (05 usos)	m ³	18,58	1.018,08	18.915,93
4.1.2	Concreto armado fck 25MPa fabricado na obra, adensado e lançado, para viga, com formas planas em compensado resinado 12mm (05 usos)	m ³	19,29	1.018,08	19.638,76
4.1.3	Laje pré-moldada treliçada para forro (fck 25MPa), inclusive capeamento e escoramento	m ²	628,00	55,32	34.740,96
5.0	INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS				
5.1	TUBO PVC SOLDÁVEL PARA ÁGUA POTÁVEL				
5.1.1	Tubo pvc rígido soldável marrom p/ água, d=50mm	m	52	21,80	1.133,60
5.1.2	Tubo pvc rígido soldável marrom p/ água, d=40mm	m	6,00	19,12	114,72
5.1.3	Tubo pvc rígido soldável marrom p/ água, d=32mm	m	26	15,31	398,06
5.1.4	Tubo pvc rígido soldável marrom p/ água, d=25mm	m	85	10,08	856,80
5.1.5	Tubo pvc rígido soldável marrom p/ água, d=20mm	m	122	8,30	1.012,60
5.2	ADAPTADOR CURTO DE PVC PARA REGISTRO				
5.2.1	Adaptador de pvc rígido soldável curto c/ bolsa e rosca p/ registro diâm=50mm x 1 1/4"	un	2,00	5,00	10,00
5.2.2	Adaptador de pvc rígido soldável curto c/ bolsa e rosca p/ registro diâm=25mm x 3/4"	un	12,00	2,50	30,00
5.2.3	Adaptador de pvc rígido soldável curto c/ bolsa e rosca p/ registro diâm=20mm x 1/2"	un	10,00	2,30	23,00
5.3	REGISTRO DE GAVETA BRUTO				
5.3.1	Registro gaveta bruto, DN 40mm (1 1/2")	un	1,00	58,00	58,00
5.3.2	Registro gaveta bruto, DN 50mm (2")	un	2,00	82,27	164,54
5.3.3	Registro gaveta bruto, DN 60mm (2 1/2")	un	1,00	191,52	191,52
5.4	REGISTRO DE GAVETA COM ACABAMENTO				
5.4.1	Registro gaveta c/ canopla cromada, DN 20mm (3/4")	un	2,00	65,00	130,00
5.4.2	Registro gaveta c/ canopla cromada, DN 25mm (1")	un	1,00	76,90	76,90
5.4.3	Registro gaveta c/ canopla cromada, DN 32mm (1 1/4")	un	2,00	106,50	213,00
5.5	REGISTRO DE PRESSÃO COM ACABAMENTO				
5.5.1	Registro pressão c/ canopla cromada, DN 20mm (3/4")	un	1,00	67,00	67,00
5.6	DIVERSOS – ÁGUA FRIA				

Item	Descrição do item	Un.	Qtde.	Valor unid.R\$	TOTAL
5.6.1	Caixa d' metálica, capacidade 20.000L – instalada, inclusive estrutura em concreto armado de suporte, conforme projeto	un	1,00	25.451,00	25.451,00
5.6.2	Colocação de hidrômetro em ligação existente, c/ remanejamento p/ o muro ou fachada, inclusive cavalete e caixa de proteção	un	1,00	58,00	58,00
5.6.3	Torneira de jardim, inclusive poste de proteção	un	5,00	25,00	125,00
5.7	TUBO PVC SOLDÁVEL PARA ESGOTO				
5.7.1	Tubo pvc rígido c/ anéis, ponta e bolsa p/ esgoto secundário, d=40mm	m	24,00	8,00	192,00
5.7.2	Tubo pvc rígido c/ anéis, ponta e bolsa p/ esgoto secundário, d=50mm	m	50,00	12,00	600,00
5.7.3	Tubo pvc rígido c/ anéis, ponta e bolsa p/ esgoto primário, d=75mm	m	25,00	19,00	475,00
5.7.4	Tubo pvc rígido c/ anéis, ponta e bolsa p/ esgoto primário, d=100mm	m	87,00	21,00	1.827,00
5.8	DIVERSOS – ESGOTO				
5.8.1	Caixa sifonada quadrada, com três entradas e uma saída, d=100 x 100 x 50mm, acabamento alumínio	un	6,00	32,00	192,00
5.8.2	Ralo sifonado em pvc d=100mm altura regulável, saída 40mm, com grelha redonda acabamento cromado	un	1,00	18,00	18,00
5.8.3	Caixa de gordura em alvenaria (90 x 90 x 120cm)	un	1,00	130,00	130,00
5.8.4	Caixa de inspeção em alvenaria (90 x 90 x 120cm)	un	7,00	222,00	1.554,00
5.9	LOUÇAS – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO				
5.9.1	Bacia sanitária convencional, inclusive assento, conjunto de fixação, anel de vedação, tubo de ligação com acabamento cromado e engate plástico	un	5,00	610,00	3.050,00
5.9.2	Bacia sanitária com caixa de descarga acoplada, inclusive assento, conjunto vê especificações	un	3,00	750,00	2.250,00
5.9.3	Lavatório com coluna, com sifão plástico, engate plástico torneira de metal, válvula cromada, conjunto de fixação, conforme especificações	un	3,00	215,00	645,00
5.9.4	Lavatório sem coluna, com sifão plástico, engate plástico, torneira de metal, válvula cromada, conjunto de fixação, conforme especificações, para PNE	un	2,00	185,00	370,00
5.9.5	Cuba de sobrepor oval, p/ instalação em bancadas, c/ sifão cromado, torneira metal, engate plástico, conforme especificações	un	6,00	158,43	950,58
5.9.6	Tanque de louça com coluna, com torneira metálica, c/ válvula de plástico e conjunto de fixação, conforme especificações	un	1,00	329,65	329,65
5.9.7	Papeleira de louça, conforme especificações	un	8,00	28,00	224,00
5.9.8	Cabide de louça, branco, conforme especificações	un	3,00	22,00	66,00
5.9.9	Chuveiro elétrico de plastic	un	1,00	152,00	152,00
5.10	METAIS				
5.10.1	Torneira cromada para pia de cozinha, de mesa, com articulador, ϕ 1/2"	un	2,00	51,00	102,00
5.10.2	Válvula de descarga cromada	un	5,00	195,56	977,80
5.10.3	Fornecimento e instalação saboneteira de louça, conforme especificações	un	9,00	27,00	243,00
5.10.4	Cuba inox de embutir, em bancada	un	2,00	175,69	351,38
5.10.5	Barra de apoio para deficiente em ferro galvanizado de 1 1/2", l=80cm (bacia sanitária e mictório), inclusive parafusos de fixação e pintura (lavatório)	un	6,00	198,00	1.188,00
5.10.6	Barra de apoio para deficient em ferro galvanizado de 1 1/2", l=140cm	un	2,00	346,50	693,00
6.0	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E TELEFÔNICAS (380/20V)				
6.1	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO				
6.1.1	Eletroduto de pvc rígido roscável, diâm=40mm (1 1/4")	m	900	9,00	8.100,00
6.1.2	Eletroduto de pvc rígido roscável, diâm=32mm (1")	m	30	6,90	207,00
6.2	FIOS E CABOS				
6.2.1	Fio isolado em pvc seção 1,5mm ² - 750v / 70°C	m	1.800	2,17	3.906,00
6.2.2	Fio isolado em pvc seção 2,5mm ² - 750v / 70°C	m	3.000	2,63	7.890,00
6.2.3	Fio isolado em pvc seção 4,0mm ² - 750v / 70°C	m	150	3,25	487,50
6.2.4	Fio isolado em pvc seção 6,0mm ² - 750v / 70°C	m	300	3,94	1.182,00
6.2.5	Cabo isolado em pvc seção 10,0mm ² - 750v / 70°C	m	150	6,04	906,00

Item	Descrição do item	Un.	Qtde.	Valor unid.R\$	TOTAL
6.2.6	Cabo isolado em pvc seção 16,0mm ² - 750v / 70°C	m	200	8,09	1.618,00
6.3	CABO TELEFÔNICO				
6.3.1	Instalação de cabo telefônico CCE 50-02	m	70	3,80	266,00
6.3.2	Instalação de cabo telefônico CCI 50-02	m	35	3,00	105,00
6.4	INTERRUPTOR				
6.4.1	Interruptor 01 seção simples	un	24	8,70	208,80
6.4.2	Interruptor 02 seções simples	un	11	14,00	154,00
6.5	TOMADAS DE TELEFONE DE EMBUTIR				
6.5.1	Tomada para telephone, com caixa pvc, embutida	un	7,00	15,00	105,00
6.6	TOMADAS ELÉTRICAS DE EMBUTIR				
6.6.1	Tomada de embutir para uso geral, 2p+t	un	57	18,00	1.026,00
6.6.2	Tomada de embutir para uso geral, 2p+t, dupla	un	5,00	20,43	102,15
6.7	CAIXA DE EMBUTIR DE PVC				
6.7.1	Fornecimento e assentamento de caixa pvc 4"x2" com tampa	un	97	3,00	291,00
6.7.2	Fornecimento e assentamento de caixa pvc 4"x4"	un	5,00	3,00	15,00
6.7.3	Fornecimento e assentamento de caixa octagonal de pvc 4"x4"	un	94	3,00	282,00
6.8	QDL – BLOCO ADMINISTRATIVO – 380 / 220 VOLTS				
6.8.1	Quadro de distribuição de embutir, com barramento, em chapa de aço, para até 12 disjuntores padrão DIN (Europeu – linha branca), exclusive disjuntores	un	1,00	270,00	270,00
6.8.2	Disjuntor termomagnético tripolar 70A, padrão DIN (linha branca)	un	1,00	90,00	90,00
6.8.3	Disjuntor termomagnético monopolar 16A, padrão DIN (linha branca)	un	3,00	13,00	39,00
6.8.4	Disjuntor termomagnético monopolar 20A, padrão DIN (linha branca)	un	3,00	13,00	39,00
6.8.5	Disjuntor termomagnético tripolar 32A, padrão DIN (linha branca)	un	1,00	76,00	76,00
6.8.6	Disjuntor termomagnético tripolar 50A, padrão DIN (linha branca)	un	1,00	76,00	76,00
6.9	QLD – BLOCO PEDAGÓGICO – 380 / 220 VOLTS				
6.9.1	Quadro de distribuição de embutir, com barramento, em chapa de aço, para até 12 disjuntores padrão europeu (linha branca), exclusive disjuntores	un	1,00	270,00	270,00
6.9.2	Disjuntor termomagnético tripolar 50A, padrão DIN (linha branca)	un	1,00	76,00	76,00
6.9.3	Disjuntor termomagnético monopolar 16A, padrão DIN (linha branca)	un	2,00	13,00	26,00
6.9.4	Disjuntor termomagnético monopolar 20A, padrão DIN (linha branca)	un	7,00	13,00	91,00
6.10	QDL – BLOCO DE SERVIÇO – 380 / 220 VOLTS				
6.10.1	Quadro de distribuição de embutir, com barramento, em chapa de aço, para até 12 disjuntores padrão europeu (linha branca), exclusive disjuntores	un	1,00	270,00	270,00
6.10.2	Disjuntor termomagnético tripolar 32A, padrão DIN (linha branca)	un	1,00	76,00	76,00
6.10.3	Disjuntor termomagnético monopolar 16A, padrão DIN (linha branca)	un	1,00	13,00	13,00
6.10.4	Disjuntor termomagnético monopolar 20A, padrão DIN (linha branca)	un	2,00	13,00	26,00
6.10.5	Disjuntor termomagnético monopolar 25A, padrão DIN (linha branca)	un	1,00	13,00	13,00
6.11	CAIXA DE MEDIÇÃO				
6.11.1	Quadro de medição trifásica (acima de 10kva) com caixa em noril	un	1,00	970,00	970,00
6.12	CAIXA DE PASSAGEM EM ALVENARIA				
6.12.1	Caixa de passagem em alvenaria de tijolos maciços esp.=12cm, diam.int.=60x60x60cm	un	5,00	158,00	790,00
6.13	CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO GERAL DE TELEFONE				
6.13.1	Distribuidor geral padrão telebrás dimensões 20x20x12cm	un	1,00	16,92	16,92
6.14	LUMINARIAS				
6.14.1	Luminária fluorescente de embutir aberta 1x32w, completa	un	5,00	69,58	347,90

Item	Descrição do item	Un.	Qtde.	Valor unid.R\$	TOTAL
6.14.2	Luminária fluorescente de embutir aberta 2x32w, completa	un	89	108,17	9.627,13
6.15	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGA ATMOSFÉRICA				
6.15.1	Cabo de cobre nú 35mm ²	m	327,95	21,22	6.959,10
6.15.2	Conjunto Terminal aéreo, presilha e fixação	un	42	5,44	228,48
6.15.3	Conector e descida para pilares	un	28	5,43	152,04
7.0	PAREDES E PAINES				
7.1	ALVENARIA				
7.1.1	Alvenaria de bloco cerâmico (9x19x25cm), e=0,9cm com argamassa traço – 1:2:8 (cimento/cal/areia)	m ²	871,98	26,16	22.811,00
7.1.2	Vergas e contra-vergas em concreto armado fck=15MPa, seção 9x12cm	m	163,74	30,00	4.912,20
7.1.3	Aperto de alvenaria em tijolo cerâmico maciço, esp=10cm, com argamassa traço – 1:2:8 (cimento/cal/areia), à revestir	m	303,15	12,00	3.637,80
7.2	DIVISÓRIA				
7.2.1	Divisória em granite cinza andorinha polido, e=3cm, inclusive montagem com ferragens	m ²	11,32	305,00	3.452,60
7.3	ELEMENTO VAZADO				
7.3.1	Cobogó cerâmico (elemento vazado), 15x15x10cm, assentado com argamassa traço 1:4 de cimento e areia	m ²	10,00	39,52	395,20
7.4	IMPERMEABILIZAÇÕES				
7.4.1	Impermeabilização de baldrame com emulsão asfáltica	m ²	69,76	57,70	4.025,15
8.0	ESQUADRIAS				
8.1	MADEIRA				
8.1.1	Porta em madeira de lei, lisa, semi-ôca, 0,70x2,10m, exclusive ferragens – PM-1	un	8,00	354,50	2.836,00
8.1.2	Porta em madeira de lei, lisa, semi-ôca, 0,80x2,10m, exclusive ferragens – PM-2	un	8,00	357,46	2.859,68
8.1.3	Porta em madeira de lei, lisa, semi-ôca, 0,90x2,10m, exclusive ferragens – PM-3	un	8,00	404,00	3.232,00
8.1.4	Porta em madeira de lei, lisa, semi-ôca, 0,60x1,80m, com batentes e ferragens – PM-4	un	3,00	261,00	783,00
8.1.5	Porta em madeira de lei, lisa, semi-ôca, 0,80x1,80m, com batente, ferragens e barra para PNE – PM-5	un	2,00	290,42	580,84
8.2	METÁLICAS				
8.2.1	Basculante de ferro (dimensões, detalhes e nos ambientes conforme o projeto)	m ²	72,60	353,50	25.664,10
8.3	FERRAGENS PARA ESQUADRIAS DE MADEIRA				
8.3.1	Fechadura, maçaneta/espelho, acabamento cromado brilhante, conforme especificações	un	22	60,24	1.325,28
8.3.2	Dobradiça de latão ou aço, acabamento cromado brilhante, tipo média, 3x2 1/2" com anéis, com parafusos, conforme especificações	un	66	9,67	638,22
9.0	COBERTURA				
9.1	TELHAS E ESTRUTURA EM MADEIRA				
9.1.1	Telhado em telha colonial de primeira qualidade	m ²	1.192,80	30,18	35.998,70
9.1.2	Cumeeira para telha canal comum, inclusive emassamento	m	196,36	11,31	2.220,83
9.1.3	Estrutura para telha cerâmica, em madeira de lei aparelhada	m ²	1.192,80	107,56	128.297,57
9.2	CHAPAS				
9.2.1	Rufos em chapa de aço, esp=0,65mm, larg.=30cm	m	24,60	23,00	565,80
10.0	REVESTIMENTO				
10.1	MASSA				
10.1.1	Chapisco em parede com argamassa traço – 1:3 (cimento/areia)	m ²	1.743,96	3,61	6.295,70
10.1.2	Chapisco em teto com argamassa traço – 1:3 (cimento/areia)	m ²	628	3,61	2.267,08
10.1.3	Reboco paulista para parede, com argamassa traço – 1:2:6 (cimento/cal/areia), esp.=2,5cm	m ²	978,56	17,03	16.664,88
10.1.4	Emboço de parede, com argamassa traço – 1:2:9 (cimento/cal/areia), esp.=1,5cm	m ²	765,40	15,15	11.595,81
10.1.5	Reboco paulista aplicado para teto, c/ argamassa traço – 1:2:6 (cimento/cal/areia), esp.=1,5cm – massa única	m ²	628	17,03	10.694,84

Item	Descrição do item	Un.	Qtde.	Valor unid.R\$	TOTAL
10.2	ACABAMENTO				
10.2.1	Revestimento cerâmico para parede, pei – 3, dimensões 10x10cm, aplicado com argamassa industrializada ac-i, rejuntado, exclusive emboço, conforme especificações	m²	765,40	49,00	37.504,60
11.0	PAVIMENTAÇÃO				
11.1	CAMADA IMPERMEABILIZADORA				
11.1.1	Lastro de concreto simples regularizado para piso, inclusive impermeabilização	m³	62,97	310,00	19.520,70
11.2	ACABAMENTO				
11.2.1	Revestimento cerâmico para piso, dimensões 40x40cm, pei-4, aplicado com argamassa industrializada ac-i, rejuntado, exclusive regularização de base, conforme especificações	m²	787,23	51,81	40.786,39
11.3	CALÇADA EM CONCRETO				
11.3.1	Piso em concreto simples despolado, fck 15MPa, esp=7cm	m²	168,13	110,05	18.502,71
12.0	SOLEIRAS E RODAPÉS				
12.1	SOLEIRA				
12.1.1	Soleira em granite cinza andorinha, l=15cm, esp.=2cm, inclusive impermeabilização	m	26,50	36,00	954,00
12.2	RODAPÉ				
12.2.1	Rodapé cerâmico, dimensões 8,5x40cm, aplicado com argamassa industrializada ac-l, rejuntado, conforme especificações	m	56,00	8,00	448,00
13.0	PINTURAS				
13.1	ACRÍLICA				
13.1.1	Pintura sobre paredes, com lixamento, aplicação de 01 demão de selador acrílico, 02 demãos de massa acrílica e 02 demãos de tinta acrílica	m²	978,56	23,12	22.624,31
13.1.2	Pintura sobre teto, com lixamento, aplicação de 01 demão de selador acrílico, 02 demãos de tinta acrílica	m²	628	23,12	14.519,36
13.2	ESMALTE				
13.2.1	Pintura de acabamento, sobre madeira, com lixamento, aplicação de 02 demãos de esmalte, inclusive emassamento	m²	87,56	22,25	1.948,21
13.2.2	Pintura de acabamento, sobre estrutura de madeira, com lixamento, aplicação de 01 demão de esmalte sintético, inclusive emassamento	m²	276	22,25	6.141,00
13.2.3	Pintura sobre superfícies metálicas, com lixamento, aplicação de 01 demão de tinta à base de zarcão e 02 demãos de tinta esmalte	m²	145,20	22,25	3.230,70
14.0	ELEMENTOS DECORATIVOS E OUTROS				
14.1	CONCRETO				
14.1.1	Banco de concreto em alvenaria de tijolos, assento em concreto armado, sem encosto, pintado com tinta acrílica, 2 demãos (dimensões, detalhes e nos ambientes conforme projeto)	m	10,80	59,00	637,20
14.2	BANCADA				
14.2.1	Bancada em granito cinza andorinha de 3cm de espessura, dimen. 2,85x0,60m, com testeira 7cm, com instalação de 3 cubas (ver item 5.9.5) e um corte circular, polido, para lixeira conforme projeto.	un	2,00	997,50	1.995,00
14.2.2	Bancada em granite cinza andorinha de 3cm espessura, dimen. 3,65x0,60m	un	1,00	766,50	766,50
14.2.3	Bancada em granite cinza andorinha de 3cm de espessura, dimen 3,65x0,60m, com duas cubas de cozinha, inclusive rodopia 7cm, e pingadeira 2cm assentada	un	1,00	1.277,50	1.277,50
14.2.4	Bancada em alvenaria, com portas em madeira com revestimento	un	1,00	1.100,00	1.100,00
14.2.5	Bancada com tampo de madeira com revestimento melamínico branco	un	2,00	2.000,00	4.000,00
14.3	MADEIRA				
14.3.1	Quadro escolar verde e branco, com moldura de madeira e porta giz e pincel	m²	31,92	280,00	8.937,60

Item	Descrição do item	Un.	Qtde.	Valor unid.R\$	TOTAL
14.3.2	Quadro escolar branco, com moldura, instalado na sala de informática	m²	1,50	90,00	135,00
14.3.3	Prateleira em compensado naval 18mm, com revestimento melamínico, inclusive suporte com mão francesa	m²	9,54	55,00	524,70
14.4	INCÊNDIO				
14.4.1	Extintor de pó químico ABC, capacidade 6kg, alcance médio do jato 5m	un	8,00	340,00	2.720,00
14.5	GÁS				
14.5.1	Tubo de aço sem costura SCH 40 ϕ 3/4"	m	7,00	26,00	182,00
14.5.2	Cotovelo em aço forjado classe 10 ϕ 3/4" x 90°	un	5,00	26,00	130,00
14.5.3	Te em aço forjado classe 10 ϕ 3/4"	un	1,00	9,00	9,00
14.5.4	União em aço forjado classe 10 ϕ 3/4"	un	2,00	8,00	16,00
14.5.5	Registro esfera ϕ 3/4"	un	1,00	43,00	43,00
14.5.6	Luva em aço forjado classe 10 ϕ 3/4"	un	3,00	14,00	42,00
14.6	VIDROS				
14.6.1	Vidro liso incolor 4mm	m²	62,58	94,56	5.917,56
14.6.2	Vidro canelado incolor 4mm	m²	2,10	95,32	200,17
14.6.3	Espelho de cristal 4mm, com moldura de alumínio, acabamento em laminado	m²	11,40	70,00	798,00
15.0	INSTALAÇÕES REDE LÓGICA				
15.1	REDE LÓGICA				
15.1.1	Eletroduto de pvc rígido roscável 32mm (1.1/4"), fornecimento e instalação	m	110	9,00	990,00
15.1.2	Curva 90° p/ eletroduto roscável 1.1/4"	un	26	11,94	310,44
15.1.3	Luva pvc roscável p/ eletroduto 1.1/4"	un	45	1,77	79,65
15.1.4	Bucha/arruela alumínio 1.1/4"	cj	45	1,67	75,15
15.1.5	Cabo telefônico CCI-50 2 pares (uso interno) – fornecimento e instalação	m	130	3,80	494,00
15.1.6	Cabo UTP 4 pares categoria 6	m	205	5,09	1.043,45
15.1.7	Obturador com haste padrão TELEBRÁS	un	1,00	64,72	64,72
15.1.8	Quadro de distribuição para telephone n.3 40x40x12cm em chapa metálica	un	1,00	91,38	91,38
15.1.9	Conector RJ45 (fêmea), para lógica	un	19	10,00	190,00
15.1.10	Espelho plastic RJ11/RJ45 2x4", 2 saídas	un	19	14,27	271,13
15.1.11	Tomada para telephone de 4 pólos padrão Telebrás – fornecimento e instalação	un	5,00	13,65	68,25
15.1.12	Caixa pvc 4"x4" p/ eletroduto	un	22	7,10	156,20
16.0	PORTAL DE ACESSO				
16.1	MUROS E FECHOS				
16.1.1	Muro em cobogó h=1,80m – Padrão FNDE	m	7,25	157,67	1.143,11
16.1.2	Portão de abrir em metalon 40x40mm c/ 10cm 2 fls	m²	4,20	281,38	1.181,80
16.1.3	Tirante com rosca total, ref. DP-48, ϕ 1 1/4"x600mm, fabricação REAL PERFIL ou similar	pç	2,00	1,50	3,00
16.2	COBERTURA				
16.2.1	Estrutura para telha cerâmica, em madeira aparelhada, apoiada em parede	m²	15,60	107,56	1.677,94
16.2.2	Cobertura em telha cerâmica tipo canal, com argamassa traço 1:3 (cimento e areia) e arame recozido	m²	9,20	45,33	417,04
16.2.3	Cumeeira com telha cerâmica embocada com argamassa traço 1:2:8 (cimento, cal hidratada e areia)	m	15,60	11,31	176,44
17.0	LIMPEZA DA OBRA				
17.1	LIMPEZA				
17.1.1	Limpeza geral	m²	853,20	2,50	2.133,00
Custo TOTAL com BDI incluso de 20%				798.563,98	

Fonte: Tribunal de Contas dos Municípios do Estados do Ceará – Portal da Transparência. Acesso em 01.fev.2014 <<http://www.tcm.ce.gov.br/transparencia>>

APÊNDICE I – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA ATUALIZADA PARA DEZ/2013

Item	Descrição do item	TOTAL	TOTAL (DEZ/13)
	SERVIÇOS PRELIMINARES		
1.1	Placa de obra em chapa zincada, instalada	1.459,92	1.649,71
1.2	Barracão para escritório de obra porte pequeno s=25,41m ²	2.312,42	2.613,04
1.3	Locação de construção de edificação com gabarito de madeira	4.146,55	4.685,61
1.4	Ligação provisória de energia elétrica em canteiro de obra	1.273,48	1.439,04
2.0	MOVIMENTO DE TERRAS		
2.1	Escavação manual, para baldrame e sapatas, em material de 1ª categoria, profundidade até 1,50m	3.304,66	3.734,27
2.2	Apiloamento manual de fundo de vala	1.296,75	1.465,33
2.3	Reaterro manual de valas, com compactação utilizando sêpo, sem controle do grau de compactação	1.238,55	1.399,56
2.4	Aterro interno com apiloamento com transporte em carrinho de mão	4.967,62	5.613,42
3.0	INFRA-ESTRUTURA: FUNDAÇÕES		
3.1	SAPATAS		
3.1.1	Lastro de concreto magro, e=3,0cm reparo mecânico – inclusive aditivo, conforme projeto	5.582,48	6.308,22
3.1.2	Concreto armado – para sapatas (fck 25MPa), incluindo preparo, lançamento, adensamento e cura. Inclusive formas para reutilização 2x, conforme projeto	87.740,47	99.146,94
3.2	BALDRAME		
3.2.1	Concreto armado – para vigas baldrame (fck 25MPa), incluindo preparo, lançamento, adensamento e cura. Inclusive formas para reutilização 2x, conforme projeto	19.925,09	22.515,40
4.0	SUPERESTRUTURA		
4.1	CONCRETO		
4.1.1	Concreto armado fck 25MPa fabricado na obra, adensado e lançado, para pilar, com formas planas em compensado resinado 12mm (05 usos)	18.915,93	21.375,05
4.1.2	Concreto armado fck 25MPa fabricado na obra, adensado e lançado, para viga, com formas planas em compensado resinado 12mm (05 usos)	19.638,76	22.191,84
4.1.3	Laje pré-moldada treliçada para forro (fck 25MPa), inclusive capeamento e escoramento	34.740,96	39.257,37
5.0	INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS		
5.1	TUBO PVC SOLDÁVEL PARA ÁGUA POTÁVEL		
5.1.1	Tubo pvc rígido soldável marrom p/ água, d=50mm	1.133,60	1.280,97
5.1.2	Tubo pvc rígido soldável marrom p/ água, d=40mm	114,72	129,63
5.1.3	Tubo pvc rígido soldável marrom p/ água, d=32mm	398,06	449,81
5.1.4	Tubo pvc rígido soldável marrom p/ água, d=25mm	856,80	968,19
5.1.5	Tubo pvc rígido soldável marrom p/ água, d=20mm	1.012,60	1.144,24
5.2	ADAPTADOR CURTO DE PVC PARA REGISTRO		
5.2.1	Adaptador de pvc rígido soldável curto c/ bolsa e rosca p/ registro diâm=50mm x 1 1/4"	10,00	11,30
5.2.2	Adaptador de pvc rígido soldável curto c/ bolsa e rosca p/ registro diâm=25mm x 3/4"	30,00	33,90
5.2.3	Adaptador de pvc rígido soldável curto c/ bolsa e rosca p/ registro diâm=20mm x 1/2"	23,00	25,99

Item	Descrição do item	TOTAL	TOTAL (DEZ/13)
5.3	REGISTRO DE GAVETA BRUTO		
5.3.1	Registro gaveta bruto, DN 40mm (1 1/2")	58,00	65,54
5.3.2	Registro gaveta bruto, DN 50mm (2")	164,54	185,93
5.3.3	Registro gaveta bruto, DN 60mm (2 1/2")	191,52	216,42
5.4	REGISTRO DE GAVETA COM ACABAMENTO		
5.4.1	Registro gaveta c/ canopla cromada, DN 20mm (3/4")	130,00	146,90
5.4.2	Registro gaveta c/ canopla cromada, DN 25mm (1")	76,90	86,90
5.4.3	Registro gaveta c/ canopla cromada, DN 32mm (1 1/4")	213,00	240,69
5.5	REGISTRO DE PRESSÃO COM ACABAMENTO		
5.5.1	Registro pressão c/ canopla cromada, DN 20mm (3/4")	67,00	75,71
5.6	DIVERSOS – ÁGUA FRIA		
5.6.1	Caixa d' metálica, capacidade 20.000L – instalada, inclusive estrutura em concreto armado de suporte, conforme projeto	25.451,00	28.759,69
5.6.2	Colocação de hidrômetro em ligação existente, c/ remanejamento p/ o muro ou fachada, inclusive cavalete e caixa de proteção	58,00	65,54
5.6.3	Torneira de jardim, inclusive poste de proteção	125,00	141,25
5.7	TUBO PVC SOLDÁVEL PARA ESGOTO		
5.7.1	Tubo pvc rígido c/ anéis, ponta e bolsa p/ esgoto secundário, d=40mm	192,00	216,96
5.7.2	Tubo pvc rígido c/ anéis, ponta e bolsa p/ esgoto secundário, d=50mm	600,00	678,00
5.7.3	Tubo pvc rígido c/ anéis, ponta e bolsa p/ esgoto primário, d=75mm	475,00	536,75
5.7.4	Tubo pvc rígido c/ anéis, ponta e bolsa p/ esgoto primário, d=100mm	1.827,00	2.064,51
5.8	DIVERSOS – ESGOTO		
5.8.1	Caixa sifonada quadrada, com três entradas e uma saída, d=100 x 100 x 50mm, acabamento alumínio	192,00	216,96
5.8.2	Ralo sifonado em pvc d=100mm altura regulável, saída 40mm, com grelha redonda acabamento cromado	18,00	20,34
5.8.3	Caixa de gordura em alvenaria (90 x 90 x 120cm)	130,00	146,90
5.8.4	Caixa de inspeção em alvenaria (90 x 90 x 120cm)	1.554,00	1.756,02
5.9	LOUÇAS – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO		
5.9.1	Bacia sanitária convencional, inclusive assento, conjunto de fixação, anel de vedação, tubo de ligação com acabamento cromado e engate plástico	3.050,00	3.446,51
5.9.2	Bacia sanitária com caixa de descarga acoplada, inclusive assento, conjunto vê especificações	2.250,00	2.542,51
5.9.3	Lavatório com coluna, com sifão plástico, engate plástico torneira de metal, válvula cromada, conjunto de fixação, conforme especificações	645,00	728,85
5.9.4	Lavatório sem coluna, com sifão plástico, engate plástico, torneira de metal, válvula cromada, conjunto de fixação, conforme especificações, para PNE	370,00	418,10
5.9.5	Cuba de sobrepor oval, p/ instalação em bancadas, c/ sifão cromado, torneira metal, engate plástico, conforme especificações	950,58	1.074,16
5.9.6	Tanque de louça com coluna, com torneira metálica, c/ válvula de plástico e conjunto de fixação, conforme especificações	329,65	372,51
5.9.7	Papeleira de louça, conforme especificações	224,00	253,12

Item	Descrição do item	TOTAL	TOTAL (DEZ/13)
5.9.8	Cabide de louça, branco, conforme especificações	66,00	74,58
5.9.9	Chuveiro elétrico de plastic	152,00	171,76
5.10	METAIS		
5.10.1	Torneira cromada para pia de cozinha, de mesa, com articulador, ϕ 1/2"	102,00	115,26
5.10.2	Válvula de descarga cromada	977,80	1.104,92
5.10.3	Fornecimento e instalação saboneteira de louça, conforme especificações	243,00	274,59
5.10.4	Cuba inox de embutir, em bancada	351,38	397,06
5.10.5	Barra de apoio para deficiente em ferro galvanizado de 1 1/2", l=80cm (bacia sanitária e mictório), inclusive parafusos de fixação e pintura (lavatório)	1.188,00	1.342,44
5.10.6	Barra de apoio para deficiente em ferro galvanizado de 1 1/2", l=140cm	693,00	783,09
6.0	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E TELEFÔNICAS (380/20V)		
6.1	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO		
6.1.1	Eletroduto de pvc rígido roscável, diâm=40mm (1 1/4")	8.100,00	9.153,02
6.1.2	Eletroduto de pvc rígido roscável, diâm=32mm (1")	207,00	233,91
6.2	FIOS E CABOS		
6.2.1	Fio isolado em pvc seção 1,5mm ² - 750v / 70°C	3.906,00	4.413,79
6.2.2	Fio isolado em pvc seção 2,5mm ² - 750v / 70°C	7.890,00	8.915,72
6.2.3	Fio isolado em pvc seção 4,0mm ² - 750v / 70°C	487,50	550,88
6.2.4	Fio isolado em pvc seção 6,0mm ² - 750v / 70°C	1.182,00	1.335,66
6.2.5	Cabo isolado em pvc seção 10,0mm ² - 750v / 70°C	906,00	1.023,78
6.2.6	Cabo isolado em pvc seção 16,0mm ² - 750v / 70°C	1.618,00	1.828,34
6.3	CABO TELEFÔNICO		
6.3.1	Instalação de cabo telefônico CCE 50-02	266,00	300,58
6.3.2	Instalação de cabo telefônico CCI 50-02	105,00	118,65
6.4	INTERRUPTOR		
6.4.1	Interruptor 01 seção simples	208,80	235,94
6.4.2	Interruptor 02 seções simples	154,00	174,02
6.5	TOMADAS DE TELEFONE DE EMBUTIR		
6.5.1	Tomada para telephone, com caixa pvc, embutida	105,00	118,65
6.6	TOMADAS ELÉTRICAS DE EMBUTIR		
6.6.1	Tomada de embutir para uso geral, 2p+t	1.026,00	1.159,38
6.6.2	Tomada de embutir para uso geral, 2p+t, dupla	102,15	115,43
6.7	CAIXA DE EMBUTIR DE PVC		
6.7.1	Fornecimento e assentamento de caixa pvc 4"x2" c/ tampa	291,00	328,83
6.7.2	Fornecimento e assentamento de caixa pvc 4"x4"	15,00	16,95
6.7.3	Fornecimento e assentamento de caixa octagonal de pvc 4"x4"	282,00	318,66
6.8	QDL – BLOCO ADMINISTRATIVO – 380 / 220 VOLTS		
6.8.1	Quadro de distribuição de embutir, com barramento, em chapa de aço, para até 12 disjuntores padrão DIN (Europeu – linha branca), exclusive disjuntores	270,00	305,10
6.8.2	Disjuntor termomagnético tripolar 70A, padrão DIN (linha branca)	90,00	101,70
6.8.3	Disjuntor termomagnético monopolar 16A, padrão DIN (linha branca)	39,00	44,07
6.8.4	Disjuntor termomagnético monopolar 20A, padrão DIN (linha branca)	39,00	44,07

Item	Descrição do item	TOTAL	TOTAL (DEZ/13)
6.8.5	Disjuntor termomagnético tripolar 32A, padrão DIN (linha branca)	76,00	85,88
6.8.6	Disjuntor termomagnético tripolar 50A, padrão DIN (linha branca)	76,00	85,88
6.9	QLD – BLOCO PEDAGÓGICO – 380 / 220 VOLTS		
6.9.1	Quadro de distribuição de embutir, com barramento, em chapa de aço, para até 12 disjuntores padrão europeu (linha branca), exclusive disjuntores	270,00	305,10
6.9.2	Disjuntor termomagnético tripolar 50A, padrão DIN (linha branca)	76,00	85,88
6.9.3	Disjuntor termomagnético monopolar 16A, padrão DIN (linha branca)	26,00	29,38
6.9.4	Disjuntor termomagnético monopolar 20A, padrão DIN (linha branca)	91,00	102,83
6.10	QDL – BLOCO DE SERVIÇO – 380 / 220 VOLTS		
6.10.1	Quadro de distribuição de embutir, com barramento, em chapa de aço, para até 12 disjuntores padrão europeu (linha branca), exclusive disjuntores	270,00	305,10
6.10.2	Disjuntor termomagnético tripolar 32A, padrão DIN (linha branca)	76,00	85,88
6.10.3	Disjuntor termomagnético monopolar 16A, padrão DIN (linha branca)	13,00	14,69
6.10.4	Disjuntor termomagnético monopolar 20A, padrão DIN (linha branca)	26,00	29,38
6.10.5	Disjuntor termomagnético monopolar 25A, padrão DIN (linha branca)	13,00	14,69
6.11	CAIXA DE MEDIÇÃO		
6.11.1	Quadro de medição trifásica (acima de 10kva) c/ caixa em noril	970,00	1.096,10
6.12	CAIXA DE PASSAGEM EM ALVENARIA		
6.12.1	Caixa de passagem em alvenaria de tijolos maciços esp.=12cm, diam.int.=60x60x60cm	790,00	892,70
6.13	CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO GERAL DE TELEFONE		
6.13.1	Distribuidor geral padrão telebrás dimensões 20x20x12cm	16,92	19,12
6.14	LUMINÁRIAS		
6.14.1	Luminária fluorescente de embutir aberta 1x32w, completa	347,90	393,13
6.14.2	Luminária fluorescente de embutir aberta 2x32w, completa	9.627,13	10.878,68
6.15	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGA ATMOSFÉRICA		
6.15.1	Cabo de cobre nú 35mm ²	6.959,10	7.863,80
6.15.2	Conjunto Terminal aéreo, presilha e fixação	228,48	258,18
6.15.3	Conector e descida para pilares	152,04	171,81
7.0	PAREDES E PAÍNES		
7.1	ALVENARIA		
7.1.1	Alvenaria de bloco cerâmico (9x19x25cm), e=0,9cm c/ argamassa traço – 1:2:8 (cimento/cal/areia)	22.811,00	25.776,48
7.1.2	Vergas e contra-vergas em concreto armado fck=15MPa, seção 9x12cm	4.912,20	5.550,80
7.1.3	Aperto de alvenaria em tijolo cerâmico maciço, esp=10cm, com argamassa traço – 1:2:8 (cimento/cal/areia), à revestir	3.637,80	4.110,72
7.2	DIVISÓRIA		

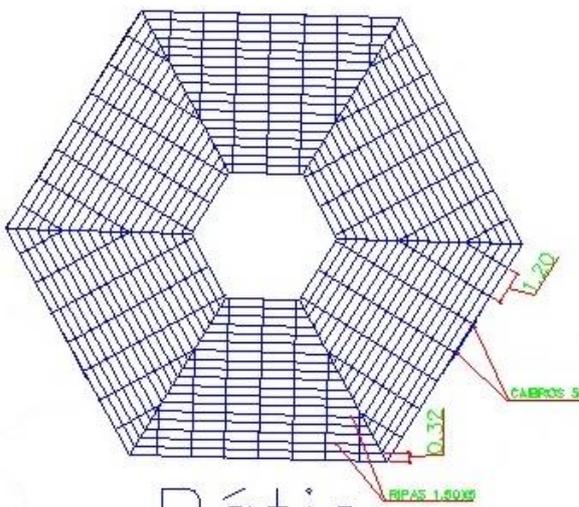
Item	Descrição do item	TOTAL	TOTAL (DEZ/13)
7.2.1	Divisória em granite cinza andorinha polido, e=3cm, inclusive montagem com ferragens	3.452,60	3.901,45
7.3	ELEMENTO VAZADO		
7.3.1	Cobogó cerâmico (elemento vazado), 15x15x10cm, assentado com argamassa traço 1:4 de cimento e areia	395,20	446,58
7.4	IMPERMEABILIZAÇÕES		
7.4.1	Impermeabilização de baldrame com emulsão asfáltica	4.025,15	4.548,43
8.0	ESQUADRIAS		
8.1	MADEIRA		
8.1.1	Porta em madeira de lei, lisa, semi-ôca, 0,70x2,10m, exclusive ferragens – PM-1	2.836,00	3.204,69
8.1.2	Porta em madeira de lei, lisa, semi-ôca, 0,80x2,10m, exclusive ferragens – PM-2	2.859,68	3.231,45
8.1.3	Porta em madeira de lei, lisa, semi-ôca, 0,90x2,10m, exclusive ferragens – PM-3	3.232,00	3.652,17
8.1.4	Porta em madeira de lei, lisa, semi-ôca, 0,60x1,80m, com batentes e ferragens – PM-4	783,00	884,79
8.1.5	Porta em madeira de lei, lisa, semi-ôca, 0,80x1,80m, com batente, ferragens e barra para PNE – PM-5	580,84	656,35
8.2	METÁLICAS		
8.2.1	Basculante de ferro (dimensões, detalhes e nos ambientes conforme o projeto)	25.664,10	29.000,49
8.3	FERRAGENS PARA ESQUADRIAS DE MADEIRA		
8.3.1	Fechadura, maçaneta/espelho, acabamento cromado brilhante, conforme especificações	1.325,28	1.497,57
8.3.2	Dobradiça de latão ou aço, acabamento cromado brilhante, tipo média, 3x2 1/2" com anéis, com parafusos, conforme especificações	638,22	721,19
9.0	COBERTURA		
9.1	TELHAS E ESTRUTURA EM MADEIRA		
9.1.1	Telhado em telha colonial de primeira qualidade	35.998,70	40.678,62
9.1.2	Cumeeira para telha canal comum, inclusive emassamento	2.220,83	2.509,54
9.1.3	Estrutura para telha cerâmica, em madeira de lei aparelhada	128.297,57	144.976,55
9.2	CHAPAS		
9.2.1	Rufos em chapa de aço, esp.=0,65mm, larg.=30cm	565,80	639,36
10.0	REVESTIMENTO		
10.1	MASSA		
10.1.1	Chapisco em parede com argamassa traço – 1:3 (cimento/areia)	6.295,70	7.114,16
10.1.2	Chapisco em teto com argamassa traço – 1:3 (cimento/areia)	2.267,08	2.561,81
10.1.3	Reboco paulista para parede, com argamassa traço – 1:2:6 (cimento/cal/areia), esp.=2,5cm	16.664,88	18.831,35
10.1.4	Emboço de parede, com argamassa traço – 1:2:9 (cimento/cal/areia), esp.=1,5cm	11.595,81	13.103,29
10.1.5	Reboco paulista aplicado para teto, com argamassa traço – 1:2:6 (cimento/cal/areia), esp.=1,5cm – massa única	10.694,84	12.085,19
10.2	ACABAMENTO		
10.2.1	Revestimento cerâmico para parede, pei – 3, dimensões 10x10cm, aplicado com argamassa industrializada ac-i, rejuntado, exclusive emboço, conforme especificações	37.504,60	42.380,29
11.0	PAVIMENTAÇÃO		

Item	Descrição do item	TOTAL	TOTAL (DEZ/13)
11.1	CAMADA IMPERMEABILIZADORA		
11.1.1	Lastro de concreto simples regularizado para piso, inclusive impermeabilização	19.520,70	22.058,44
11.2	ACABAMENTO		
11.2.1	Revestimento ceramico para piso, dimensões 40x40cm, pei-4, aplicado com argamassa industrializada ac-i, rejuntado, exclusive regularização de base, conforme especificações	40.786,39	46.088,72
11.3	CALÇADA EM CONCRETO		
11.3.1	Piso em concreto simples despolado, fck 15MPa, esp=7cm	18.502,71	20.908,11
12.0	SOLEIRAS E RODAPÉS		
12.1	SOLEIRA		
12.1.1	Soleira em granite cinza andorinha, l=15cm, esp.=2cm, inclusive impermeabilização	954,00	1.078,02
12.2	RODAPE		
12.2.1	Rodapé cerâmico, dimensões 8,5x40cm, aplicado com argamassa industrializada ac-l, rejuntado, conforme especificações	448,00	506,24
13.0	PINTURAS		
13.1	ACRÍLICA		
13.1.1	Pintura sobre paredes, com lixamento, aplicação de 01 demão de selador acrílico, 02 demãos de massa acrílica e 02 demãos de tinta acrílica	22.624,31	25.565,52
13.1.2	Pintura sobre teto, com lixamento, aplicação de 01 demão de selador acrílico, 02 demãos de tinta acrílica	14.519,36	16.406,91
13.2	ESMALTE		
13.2.1	Pintura de acabamento, sobre madeira, com lixamento, aplicação de 02 demãos de esmalte, inclusive emassamento	1.948,21	2.201,48
13.2.2	Pintura de acabamento, sobre estrutura de madeira, com lixamento, aplicação de 01 demão de esmalte sintético, inclusive emassamento	6.141,00	6.939,34
13.2.3	Pintura sobre superfícies metálicas, com lixamento, aplicação de 01 demão de tinta à base de zarcão e 02 demãos de tinta esmalte	3.230,70	3.650,70
14.0	ELEMENTOS DECORATIVOS E OUTROS		
14.1	CONCRETO		
14.1.1	Banco de concreto em alvenaria de tijolos, assento em concreto armado, sem encosto, pintado com tinta acrílica, 2 demãos (dimensões, detalhes e nos ambientes conforme projeto)	637,20	720,04
14.2	BANCADA		
14.2.1	Bancada em granito cinza andorinha de 3cm de espessura, dimen. 2,85x0,60m, com testeira 7cm, com instalação de 3 cubas (ver item 5.9.5) e um corte circular, polido, para lixeira conforme projeto.	1.995,00	2.254,35
14.2.2	Bancada em granite cinza andorinha de 3cm espessura, dimen. 3,65x0,60m	766,50	866,15
14.2.3	Bancada em granite cinza andorinha de 3cm de espessura, dimen 3,65x0,60m, com duas cubas de cozinha, inclusive rodopia 7cm, e pingadeira 2cm assentada	1.277,50	1.443,58
14.2.4	Bancada em alvenaria, com portas em madeira com revestimento	1.100,00	1.243,00

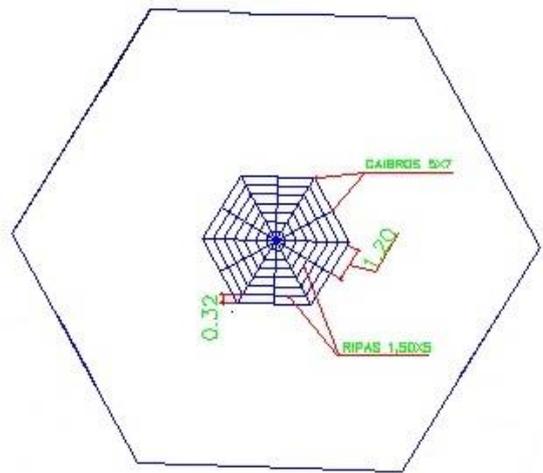
Item	Descrição do item	TOTAL	TOTAL (DEZ/13)
14.2.5	Bancada com tampo de madeira com revestimento melamínico branco	4.000,00	4.520,01
14.3	MADEIRA		
14.3.1	Quadro escolar verde e branco, com moldura de madeira e porta giz e pincel	8.937,60	10.099,51
14.3.2	Quadro escolar branco, com moldura, instalado na sala de informática	135,00	152,91
14.3.3	Prateleira em compensado naval 18mm, com revestimento melamínico, inclusive suporte com mão francesa	524,70	592,91
14.4	INCÊNDIO		
14.4.1	Extintor de pó químico ABC, capacidade 6kg, alcance médio do jato 5m	2.720,00	3.073,61
14.5	GÁS		
14.5.1	Tube de aço sem costura SCH 40 $\phi 3/4"$	182,00	205,66
14.5.2	Cotovelo em aço forjado classe 10 $\phi 3/4" \times 90^\circ$	130,00	146,90
14.5.3	Te em aço forjado classe 10 $\phi 3/4"$	9,00	10,17
14.5.4	União em aço forjado classe 10 $\phi 3/4"$	16,00	18,08
14.5.5	Registro esfera $\phi 3/4"$	43,00	48,59
14.5.6	Luva em aço forjado classe 10 $\phi 3/4"$	42,00	47,46
14.6	VIDROS		
14.6.1	Vidro liso incolor 4mm	5.917,56	6.686,86
14.6.2	Vidro canelado incolor 4mm	200,17	226,19
14.6.3	Espelho de cristal 4mm, com moldura de alumínio, acabamento em laminado	798,00	901,74
15.0	INSTALAÇÕES REDE LÓGICA		
15.1	REDE LÓGICA		
15.1.1	Eletroduto de pvc rígido roscável 32mm (1.1/4"), fornecimento e instalação	990,00	1.118,70
15.1.2	Curva 90° p/ eletroduto roscável 1.1/4"	310,44	350,80
15.1.3	Luva pvc roscável p/ eletroduto 1.1/4"	79,65	90,00
15.1.4	Bucha/arruela alumínio 1.1/4"	75,15	84,92
15.1.5	Cabo telefônico CCI-50 2 pares (uso interno) – fornecimento e instalação	494,00	558,22
15.1.6	Cabo UTP 4 pares categoria 6	1.043,45	1.179,10
15.1.7	Obturador com haste padrão TELEBRÁS	64,72	73,13
15.1.8	Quadro de distribuição para telephone n.3 40x40x12cm em chapa metálica	91,38	103,26
15.1.9	Conector RJ45 (fêmea), para lógica	190,00	214,70
15.1.10	Espelho plastic RJ11/RJ45 2x4", 2 saídas	271,13	306,38
15.1.11	Tomada para telephone de 4 pólos padrão Telebrás – fornecimento e instalação	68,25	77,12
15.1.12	Caixa pvc 4"x4" p/ eletroduto	156,20	176,51
16.0	PORTAL DE ACESSO		
16.1	MUROS E FECHOS		
16.1.1	Muro em cobogó h=1,80m – Padrão FNDE	1.143,11	1.291,72
16.1.2	Portão de abrir em metalon 40x40mm c/ 10cm 2 fls	1.181,80	1.335,44
16.1.3	Tirante com rosca total, ref. DP-48, $\phi 1 \frac{1}{4} \times 600$ mm, fabricação REAL PERFIL ou similar	3,00	3,39
16.2	COBERTURA		
16.2.1	Estrutura para telha cerâmica, em madeira aparelhada, apoiada em parede	1.677,94	1.896,08

Item	Descrição do item	TOTAL	TOTAL (DEZ/13)
16.2.2	Cobertura em telha cerâmica tipo canal, com argamassa traço 1:3 (cimento e areia) e arame recozido	417,04	471,26
16.2.3	Cumeeira com telha ceramica embocada com argamassa traço 1:2:8 (cimento, cal hidratada e areia)	176,44	199,38
17.0	LIMPEZA DA OBRA		
17.1	LIMPEZA		
17.1.1	Limpeza geral	2.133,00	2.410,29
Custo TOTAL com BDI incluso de 20%		902.379,19	

APÊNDICE II – CROQUI DA ESTRUTURA DO TELHADO LEVE



Pátio Central



Pátio Central

Bloco Adm/Serv.

