

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

ANNE KAROLLYNE SILVA CARVALHO
DAVI SILVA DE OLIVEIRA

**ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS APLICADAS À PROPOSTA DE UMA USINA DE
RECICLAGEM PARA O MUNICÍPIO DE MACAPÁ – AP**

SANTANA/AP
2011

ANNE KAROLLYNE SILVA CARVALHO
DAVI SILVA DE OLIVEIRA

**ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS APLICADAS À PROPOSTA DE UMA USINA DE
RECICLAGEM PARA O MUNICÍPIO DE MACAPÁ – AP**

Monografia apresentado à banca examinadora da Universidade Federal do Amapá, como requisito para obtenção do título de Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Área de concentração: Eficiência energética e Conforto Ambiental.

Orientadora: Prof. Msc. Ivanize Cláudia Santos e Silva.

SANTANA/AP
2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá

Carvalho, Anne Karollyne Silva

Estratégias bioclimáticas aplicadas à proposta de uma usina de reciclagem para o município de Macapá – AP / Anne Karollyne Silva Carvalho, Davi Silva de Oliveira; orientadora Ivanize Cláudia Santos e Silva. Macapá, 2011.

208 f.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Pró-Reitoria de Ensino de Graduação, Curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo.

1. Usina de reciclagem – Projeto arquitetônico. 2. Conforto térmico – Estratégias bioclimáticas. I. Oliveira, Davi Silva de. II. Silva, Ivanize Cláudia Santos e, orient. III. Fundação Universidade Federal do Amapá. IV. Título.

CDD. 22.ed. 711.8

FOLHA DE APROVAÇÃO

**ANNE KAROLLYNE SILVA CARVALHO
DAVI SILVA DE OLIVEIRA**

ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS APLICADAS À PROPOSTA DE UMA USINA DE RECICLAGEM PARA O MUNICÍPIO DE MACAPÁ – AP

Esta monografia foi julgada adequada pela banca examinadora da Universidade Federal do Amapá, para obtenção do título de Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Área de concentração: Eficiência energética e Conforto Ambiental.

Data: ____/____/____

**Prof. Msc. Ivanize Cláudia Santos e Silva (UNIFAP).
ORIENTADORA**

**Prof. Msc. Jamil José Salim Neto. (UNIFAP).
MEMBRO DA BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Msc. Fátima Maria Andrade Pelaes. (UNIFAP).
MEMBRO DA BANCA EXAMINADORA**

*Dedicamos a Deus, criador de todo o universo,
fonte de inspiração, sustentação e perseverança.*

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus, por nos dar vida e saúde diariamente o que nos fortalece a cada dia para continuarmos lutando por nossos ideais.

As nossas famílias pela paciência, apoio e colaboração que nos foi dado em todos os momentos.

À professora Ivanize Silva por ter aceitado nos orientar nesta etapa.

Aos colegas do curso e à todos os membros da instituição que direta ou indiretamente, colaboraram para realização deste trabalho.

“Na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”.

Lavoisier

RESUMO

Esta monografia estuda a aplicação de estratégias bioclimáticas em uma proposta de edificação voltada à atividade de reciclagem para a cidade de Macapá, inserindo-se dentro do processo de Gestão de Resíduos Sólidos, contribuindo para seu desenvolvimento sócio econômico e ambiental. Nos últimos séculos, o desenvolvimento da tecnologia e a adoção do modelo econômico baseado na produção e consumo em larga escala, aumentaram a produção de resíduos no mundo. Com a nova Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010), os municípios brasileiros estão submetidos a novas diretrizes para solucionar os problemas dos lixões. Macapá - Estado do Amapá, Brasil - apresenta o aterro controlado como destino final dos resíduos sólidos, onde catadores autônomos realizam uma atividade insalubre e desumana. Os riscos à saúde a que estão expostos acentuam-se com as condições climáticas regionais, uma vez que essa cidade é a única capital do país cortada pela linha imaginária do equador com o sol incidindo à 90° em relação à superfície, nos equinócios. Perante essa problemática, a pesquisa apresenta a aplicação de estratégias bioclimáticas numa proposta arquitetônica de Usina de Reciclagem de Resíduos sólidos urbanos domiciliares (papel, plásticos, metais e vidros), a fim de oferecer conforto térmico ao usuário, e atender as questões de destino final do lixo. Realizou-se uma entrevista junto à 26 catadores como subsídio para a configuração de uma proposta adequada. O conforto térmico foi estudado através de duas simulações: sem nenhum tratamento; e com as adequações aos condicionantes térmicos, no mês e hora mais quentes do ano. Para analisar o desempenho térmico do pior cenário utilizou-se o método CSTB (*Centre Scientifique et Technique du Batiment*- de Paris), apresentado por Borel (1967) e Croiset (1972), baseado no regime térmico permanente; buscando os índices de conforto de Givoni (1976) e os parâmetros da norma (NBR15220 - Projeto 02:135.07-001/3), quanto a Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação Externa. A relação custo x benefício foi analisada no programa “Térmicus” (FAUUSP, 2005). Os resultados mostraram que 96% dos entrevistados apontaram a necessidade de um espaço salubre e mais confortável para a reciclagem. Alcançaram-se os parâmetros da Norma e os índices de conforto térmico em todos os meses do ano com tratamentos viáveis a custos que podem ser equacionados em 20 meses - utilizando-se de recursos gastos em energia elétrica para climatização artificial. A pesquisa mostrou que é possível a implantação de um espaço arquitetônico adequado as condições climáticas da cidade, atendendo ao conforto térmico e a demanda da produção de resíduos através da reciclagem.

Palavras - Chave: Estratégias bioclimáticas. Projeto Arquitetônico. Reciclagem. Conforto Térmico.

ABSTRACT

This thesis studies the application of bioclimatic strategies proposed in a building dedicated to the activity of recycling for the city of Macapá, inserting themselves in the process of solid waste management, contributing to its socio-economic development and environmental. In recent centuries, technology development and adoption of the economic model based on production and large-scale consumption, increased production of waste world. With the new National Policy on Solid Waste (2010), the municipalities are subject to new guidelines to solve the problems of the dumps. Macapá - Amapá State, Brazil - presents the landfill as solid waste disposal, where pickers perform a standalone activity unhealthy and inhumane. The health risks they are exposed to widen with regional climatic conditions, since this is the only capital city in the country cut by the imaginary line of the equator with the sun falling to 90° from the surface, at the equinoxes. Faced with this problem, the study presents the application of a bioclimatic strategies proposed architectural Plant Waste Recycling household (paper, plastics, metals and glass) in order to provide thermal comfort to the user, and address the issues of final destination the trash. We conducted an interview with the 26 collectors as a subsidy for setting up an appropriate proposal. Thermal comfort was studied using two simulations: without treatment, and with the adjustments to thermal conditions in the warmer months and time of the year. To analyze the thermal performance of the worst case scenario we used the method CSTB (*Centre Scientifique et Technique du Batiment- de Paris*), presented by Borel (1967) and Croiset (1972), based on the permanent thermal regime, seeking the comfort levels of Givoni (1976) and the parameters of the standard (Project-NBR15220 02:135.07-001 / 3), as the thermal transmittance, thermal lag factor and solar heat are eligible for each type of external enclosure. The cost-benefit ratio was analyzed in the "front" (FAUUSP, 2005). The results showed that 96% of respondents identified the need for a healthier and more comfortable space for recycling. They reached the parameters of Standard and the indices of thermal comfort in all months of the year with a viable treatment costs that can be addressed in 20 months- using the resources spent on electricity for artificial cooling. Research has shown that it is possible the deployment of an architectural space suitable climatic conditions of the city, given the demand and thermal comfort of waste through recycling.

Keywords: bioclimatic strategies. Architectural Design. Recycling. Thermal Comfort.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1 – Etapas do método da pesquisa desenvolvida	35
Figura 2.1 – Estimativa de Crescimento Demográfico Mundial versus Resíduos Sólidos Urbanos no Mundo (em bilhões de pessoas e bilhões de toneladas/ano)	48
Figura 2.2 – Situação atual do aterro controlado de Macapá situado na Rod BR156, Km 14	53
Figura 2.3 – Abrigo para os catadores	53
Figura 2.4 – Gráfico do tempo de reverberação para os diferentes usos	56
Figura 2.5 – Trajetória do Sol diferenciando as estações do ano	59
Figura 2.6 - Trajetórias aparentes do Sol para latitude 0° no Equador	60
Figura 2.7 - Carta solar para latitude 0°	61
Figura 2.8 – Exemplo de insolação da fachada Nordeste	62
Figura 2.9 - Modelo de transferidor auxiliar	63
Figura 2.10 - Ângulos α , β e γ	64
Figura 2.11 - Máscara produzida por dispositivo de proteção solar, composto de placas verticais e horizontais	64
Figura 2.12 - Carta bioclimática de Olgyay	71
Figura 2.13 - Carta Bioclimática de GIVONI (1992), destinada a Países em Desenvolvimento	72
Figura 2.14 - Carta bioclimática adotada para o Brasil	73
Figura 2.15 - Zoneamento Bioclimático brasileiro	74
Figura 2.16 - Zona bioclimática 08, da cidade de Macapá	75
Figura 2.17 - Distribuição da frequência dos ventos no ano de 2003	81
Figura 2.18 – Fluxograma das funções da ventilação natural	88
Figura 2.19 - Usina de reciclagem Punt Verd em Barcelona, projetada pelo arquiteto Willy Muller	91
Figura 2.20 - Entorno da Usina de reciclagem Punt Verd em Barcelona	91
Figura 2.21 - Casa na Floresta	92
Figura 2.22 - Casa na Floresta	92
Figura 2.23 - Casa na Floresta, vista dos fundos	92
Figura 2.24 - Casa na Floresta, maquete	92
Figura 2.25 - Costa Brava House (frontal)	93
Figura 2.26 - Costa Brava House (lateral)	93
Figura 2.27 - Circulações cobertas, rodeadas por Jardim	96
Figura 2.28 - Área de alimentação	96
Figura 2.29 - Torre do Commerzbank (externa)	98
Figura 2.30 - Torre do Commerzbank (interna)	98
Figura 2.31 – City Center DC (EUA)	98
Figura 2.32 – City Center DC (EUA)	98
Figura 3.1- Fachada principal do prédio da Justiça Federal	103
Figura 3.2 - Campus do IFAP – Macapá	103
Figura 3.3 - Idade dos entrevistados (anos)	104
Figura 3.4 - Profissão dos Entrevistados	104
Figura 3.5 - Escolaridade dos Entrevistados	105
Figura 3.6 - Bairro da Residência dos entrevistados	106
Figura 3.7 - Idade dos filhos dos entrevistados	106
Figura 3.8 - Onde os entrevistados deixam seus filhos	107
Figura 3.9 - Rotina da coleta no aterro	107
Figura 3.10 - Horário da coleta pelos entrevistados	108
Figura 3.11- Verificação se chega material separado	108
Figura 3.12 - Destino dos materiais recolhidos	109
Figura 3.13 - Tipos de materiais recolhidos	109
Figura 3.14 - Materiais mais encontrados	110
Figura 3.15 - Materiais mais procurados	110

Figura 3.16 - Participação do poder público no processo de coleta e reciclagem	111
Figura 3.17 - Sobre a viabilidade econômica de uma usina de reciclagem	112
Figura 3.18 - Disponibilidade sobre a realização da coleta seletiva	112
Figura 3.19 - Opinião sobre a melhoria na qualidade de trabalho	113
Figura 3.20 - Doenças, contaminações ou sintomas mais frequentes	113
Figura 3.21 - Acidentes de trabalho na catação	114
Figura 3.22 - Tipos de acidentes de trabalho na catação	114
Figura 3.23 - Perspectivas com o fechamento do aterro	115
Figura 3.24 - Relação entre a área escolhida e o aterro controlado com os bairros da Zona Norte	116
Figura 3.25 - Imagens do Terreno do lado direito da rodovia BR-210, Km7	117
Figura 3.26 - Imagens do Terreno do lado direito da rodovia BR-210, Km7	117
Figura 3.27 - Imagens do entorno (lado esquerdo da BR-210) do terreno	117
Figura 3.28 - Imagens do entorno (lado esquerdo da BR-210) do terreno	117
Figura 3.29 - Setorização urbana	118
Figura 3.30 - Aspectos jurídicos da área de intervenção Arquitetônica	121
Figura 4.1- Centro de Reciclagem (triagem)	125
Figura 4.2- Usina na Asa Sul – Brasília	126
Figura 4.3- Composição gravimétrica dos resíduos nas rotas do município de Macapá	128
Figura 4.4 - Setorização Pavimento Térreo	130
Figura 4.5 - Setorização Pavimento Superior	130
Figura 4.6 - Funcionograma Geral da Usina de Reciclagem	131
Figura 4.7 - Fluxograma da Usina de Reciclagem	131
Figura 4.8 - Implantado da edificação dentro da malha urbana	135
Figura 4.9 - Orientação dos ventos dominantes	135
Figura 4.10 - Áreas destinadas a cobertura vegetal	136
Figura 4.11 - Croqui da primeira concepção volumétrica em perspectiva	138
Figura 4.12 - Estudos de composição da fachada principal	139
Figura 4.13 - Estudos de volume	139
Figura 4.14 - Estudos de composição arquitetônica e seu entorno	139
Figura 4.15 - Períodos de insolação da fachada Norte	141
Figura 4.16 - Períodos de insolação da fachada Sul	141
Figura 4.17 - Períodos de insolação da fachada Leste	141
Figura 4.18 - Períodos de insolação da fachada Oeste	141
Figura 4.19 - Insolação na horizontal (cobertura)	143
Figura 4.20 - Orientação da usina a partir dos estudos mostrados	144
Figura 4.21 - Planta com identificação dos cenários	145
Figura 4.22 - Corte com identificação das aberturas da fachada Norte	146
Figura 4.23 - Fachada com identificação das aberturas da fachada Norte	146
Figura 4.24 - Estratégias de ventilação cruzada no interior da edificação	147
Figura 4.25 - Corte esquemáticos das estratégias de ventilação cruzada na edificação	147
Figura 4.26 - Insolação das fachadas sem Brise Soleil	148
Figura 4.27 - Dimensões e angulação do Brise Soleil Horizontal	149
Figura 4.28 - Dimensões e angulação dos Brises Soleil verticais	149
Figura 4.29 - Insolação da fachada Norte sem proteção	150
Figura 4.30 - Mascaramento através do Brise Soleil	150
Figura 4.31 - Sombreamento da fachada com Brise Soleil	150
Figuras 4.32 - Tratamento térmicoacústico Roll-On	151
Figuras 4.33 - Tratamento térmicoacústico Roll-On	151
Figura 4.34 - Bloco de concreto celular autoclavado	152
Figura 4.35 - Mineral vermiculite para adição em concreto	152
Figura 4.36 – Exemplo do Brise Soleil de madeira	152
Figura 4.37 - Setorização na planta-baixa Pavimento Térreo	153
Figura 4.38 - Setorização na planta-baixa Pavimento Superior	153
Figura 4.39 – Planta baixa Térrea Proposta final	154

Figura 4.40 – Planta baixa Superior Proposta final	155
Figura 4.41 – Cortes da Proposta final	156
Figura 4.42 – Elevações da Proposta final	157
Figura 4.43 - Vista da fachada frontal - Sul	158
Figura 4.44 - Vista da fachada frontal - Sul	158
Figura 4.45 - Vista da fachada Leste	158
Figura 4.46 - Vista da fachada Norte	158
Figuras 4.47 - Sombreamento da Fachada Sul, no solstício de inverno (22.06) às 09h00min.	159
Figuras 4.48 - Sombreamento da Fachada Sul, no solstício de inverno (22.06) às 12h00min.	159
Figuras 4.49 - Sombreamento da Fachada Norte, no solstício de inverno (22.06) às 15h00min.	160
Figuras 4.50 - Sombreamento da cobertura, no solstício de verão (22.12) às 09h00min.	160
Figuras 4.51 - Sombreamento da fachada leste, no solstício de verão (22.12) às 12h00min.	161
Figuras 4.52 - Sombreamento da fachada Norte, no solstício de verão (22.12) às 15h00min.	161
Figura 4.53 - Variação anual da temperatura para o pior cenário sem tratamento	165
Figura 4.54 - Variação horária da temperatura sem tratamento para o mês mais quente	165
Figura 4.55 - Variação anual da temperatura para o pior cenário	170
Figura 4.56 - Variação horária da temperatura com tratamento para o mês mais quente	170
Figura 4.57 - Comparação das maiores temperaturas prováveis nas duas simulações no pior cenário	170

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 – Classificação da pesquisa desenvolvida nessa monografia	34
Quadro 2.1– Os principais benefícios proporcionados pela reciclagem	45
Quadro 2.2 – Sistemas para soluções bioclimáticas	76
Quadro 3.1 – Descrição do Setor Urbano em estudo	119
Quadro 3.2 – Descrição dos Usos e atividades	119
Quadro 3.3 – Intensidade de Ocupação	119
Quadro 4.1– Programa de necessidades e pré-dimensionamento	122

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Quantidades de Materiais Reciclados na Europa e Estados Unidos	47
Tabela 2.2 – Crescimento Populacional Urbana e da Geração e Coleta De RSU no Brasil, Região Norte, Amapá e Macapá 2010	52
Tabela 2.3 – Tabela de índice de pressão sonora em Auditórios	57
Tabela 2.4 - Aberturas para ventilação e sombreamento das aberturas para a Zona Bioclimática 8.	75
Tabela 2.5 - Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação Externa	76
Tabela 2.6 – Velocidade Média (m/s) no período trimestral anual	82
Tabela 3.1 - Preço médio dos materiais recolhidos.	111
Tabela 4.1- Estimativa de área de acordo com a Capacidade de Processamento	126
Tabela 4.2- Crescimento Populacional e da Geração e Coleta de RSU Macapá 2007-2010	127
Tabela 4.3- Estimativa de Crescimento Populacional e geração dos RSU Macapá Até 2020	127
Tabela 4.4- Composição dos RSU Gerado em Macapá 2010-2020 (T/dia)	128
Tabela 4.5- Densidade dos RSU Domiciliares	128
Tabela 4.6- Área necessária considerando o pé direito igual a 4m para armazenar os RSD do município de Macapá em 2010 e 2020	129
Tabela 4.7 - Geometria da insolação para Macapá (lat. 0°)	140
Tabela 4.8 - Dados de Radiação Solar global Incidente (I _g) sobre Planos Verticais e Horizontais (W/m ²). Latitude: 0°	142
Tabela 4.9 - Dados climáticos de Macapá	144
Tabela 4.10 - Temperaturas médias ao longo do dia em Macapá	145
Tabela 4.11- Dados climáticos utilizados	162
Tabela 4.12 - Características dos materiais utilizados para tratamento térmico	162
Tabela 4.13 -Dados de Radiação Solar Incidente (I _g) sobre Planos Verticais e Horizontais (W/m ²). Latitude: 0°. Fachada Leste da Usina	163
Tabela 4.14 - Avaliação dos ganhos e perdas de cargas térmicas e da inércia térmica	163
Tabela 4.15 - Valores de temperatura máxima interna anual	164
Tabela 4.16 - Dados climáticos utilizados	166
Tabela 4.17 - Características dos materiais utilizados para tratamento térmico	166
Tabela 4.18 - Cargas térmicas provenientes de máquinas	167
Tabela 4.19 -Dados de Radiação Solar Incidente (I _g) sobre Planos Verticais e Horizontais (W/m ²). Latitude: 0°. Fachada Norte	167
Tabela 4.20 - Somatória dos ganhos de calor	167
Tabela 4.21 - Perdas de calor	168
Tabela 4.22 - Temperatura externa média e alongação	168
Tabela 4.23 - Resumo dos cálculos de temperatura máxima interna anual	169
Tabela 4.24 - Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação Externa	171
Tabela 4.25 - Orçamento estimativo da usina de reciclagem sem tratamento térmico	172
Tabela 4.26 - Orçamento estimativo - usina de reciclagem com tratamento térmico	172
Tabela 4.27 - Orçamento estimativo para análise de retorno financeiro com tratamento térmico	173

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ANAP	Associação Nacional dos Aparistas de Papel
APO	Avaliação Pós-Ocupação
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo.
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Batiment- de Paris.
EPS	Poliestireno Expandido
EST	Energy efficient ventilation in dwellings
FAUUSP	Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.
FIEMG ..	Federação das Indústrias de Minas Gerais
IAB-RJ	Instituto dos Arquitetos Brasileiros – Rio de Janeiro
IBGE	Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços.
IFAP	Instituto Federal do Amapá.
IPASEA	Instituto de Aposentadoria e Pensão do Estado do Amazonas
ISO	International Organization for Standardization
LABAUT	Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética
NBR	Norma Brasileira
NR	Normas Regulamentadoras
ONG	Organização Não-Governamental
PIA	Pesquisa Industrial Anual
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SEMUR	Secretaria Municipal de Manutenção Urbanística.
SLU	Sistema de Limpeza Urbana.
TR	Tempo de Reverberação
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNEP	United Nations Environment Programme
URCL	Usina de Reciclagem e Compostagem de Lixo Urbano

LISTA DE SIMBOLOS – NOMENCLATURA E UNIDADES

A	Área do material	(m ²)
A	Amplitude de temperatura	(°C)
A_e	Área de abertura de entrada de ar	(m ²)
A_s	Área de abertura de saída de ar	(m ²)
A_o	Área equivalente das aberturas (para ventilação)	(m ²)
A_{op}	Área do material opaco	(m ²)
A_{tr}	Área do material Transparente	(m ²)
c	Calor específico	(Wh/kg°C)
c_a	Coefficiente de perda de carga por ação dos ventos	
c_e	Coefficiente de pressão de abertura de entrada de ar	
c_s	Coefficiente de pressão de abertura de saída de ar	
d	Densidade	(kg/m ³)
e	Espessura	(m)
E	Elongação	(°C)
h_e	Coefficiente de condutância térmica superficial externa	(W/m ² °C)
h_i	Coefficiente de condutância térmica superficial interna	(W/m ² °C)
I_g	Intensidade da radiação solar global	(W/m ²)
K	Coefficiente global de transmissão térmica	(W/m ² °C)
m	Coefficiente de amortecimento	
N	Frequência horária da ventilação	(1/hora)
Q	Carga térmica	(W)
Q_e	Carga térmica produzida por pessoas	(W)
Q_{máq}	Carga térmica transmitida por Máquinas	(m ²)
Q_{op}	Carga térmica transmitida por material opaco	(W)
Q_{oc}	Carga térmica produzida pela ocupação	(W)
Q_{tr}	Carga térmica transmitida por material transparente	(W)
Q_{vent}	Carga térmica transmitida pela ventilação	(W)
Str	Fator de ganho solar de material transparente	
T_d	Média das temperaturas mínimas diárias do mês	(°C)
T_d	Média das temperaturas máximas diárias do mês	(°C)
t_i	Temperatura do ar interno	(°C)
t_{imax}	Temperatura interna máxima	(°C)
t_e	Temperatura do ar externo	(°C)
t_e	Temperatura média do ar externo	(°C)
t_s	Média das temperaturas mínimas anuais	(°C)
T_s	Média das temperaturas máximas anuais do mês	(°C)
v	Velocidade do vento externo resultante na abertura	(m/s)
v_o	Velocidade do vento externo	(m/s)
V	Volume	(m ³)
α	Coefficiente de absorção da radiação solar	
Δt	Diferença entre a temperatura do ar interno e externo	(°C)
λ	Coefficiente de condutibilidade térmica	(W/m°C)
UR	Umidade relativa do ar	(%)
h	altura	(m)

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	20
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	20
1.2 REVISÃO DA LITERATURA	21
1.3 JUSTIFICATIVA	30
1.4 OBJETIVOS	33
1.4.1 Geral	33
1.4.2 Objetivos Específicos	33
1.5 METODOLOGIA	33
1.5.1 Revisão Bibliográfica	35
1.5.2 A Reciclagem	36
1.5.3 A Arquitetura Bioclimática	37
1.5.4 A Proposta Projetual	38
1.6 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA	38
CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO	39
2.1 BREVE HISTÓRICO DA RECICLAGEM	39
2.2 A RECICLAGEM E SUA IMPORTÂNCIA	41
2.3 A RECICLAGEM NO CONTEXTO MUNDIAL E BRASILEIRO	47
2.4 CONTEXTO LOCAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	52
2.5 CONFORTO AMBIENTAL	53
2.5.1 Acústica	55
2.5.2 Geometria da Insolação	57
2.5.2.1 Altura e Azimute Solar	59
2.5.2.2 Diagramas Solares	60
2.5.2.3 Proteção Solar através do Mascaramento	62
2.5.3 Ventilação Natural	65
2.5.4 Conforto Térmico	67
2.5.5 Arquitetura Bioclimática	70
2.6 CONDICIONANTES REGIONAIS	77
2.6.1 Dados Físicos	77
2.6.2 Clima	78
2.6.3 Morfologia e Solos	80

2.6.4 Ventos	80
2.6.5 Vegetação	82
2.7. ESPAÇOS ARQUITETÔNICOS PARA A RECICLAGEM	83
2.7.1 Conforto Ambiental em Indústrias	83
2.7.2 Ambientes Climatizados	85
2.8 REFERENCIAIS ARQUITETÔNICOS	90
2.8.1 Willy Muller	90
2.8.2 Severiano Mário Porto	93
2.8.3 Norman Foster	96
CAPÍTULO 3 - ESTUDO DA ÁREA DE INTERVENÇÃO	100
3.1 A CIDADE DE MACAPÁ	100
3.1.1 A Paisagem	100
3.2 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	103
3.3 ÁREA DE IMPLANTAÇÃO	118
3.3.1 O Terreno	118
3.3.2 Aspectos Jurídicos	120
CAPÍTULO 4 - APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA	122
4.1 PROGRAMA DE NECESSIDADES E PRÉ-DIMENSIONAMENTO	122
4.1.1 Dimensionamento com Previsão de Crescimento da Cidade de Macapá (2010-2013).	126
4.2 SETORIZAÇÃO, FUNCIONOGRAMA E FLUXOGRAMA	129
4.3. LINGUAGEM DO PARTIDO	132
4.4 IDÉIA DA FORMA	134
4.5 ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS	140
4.5.1 Insolação e Orientação	140
4.5.2 Pior Cenário Térmico Para a Verificação do Conforto	144
4.5.3 Tratamentos Propostos	146
4.6 MATERIAIS E TECNOLOGIA ADOTADOS	150
4.7 APRESENTAÇÕES PROJETUAL	153
4.8 ESTUDOS DE SOMBREAMENTO EM VOLUME DA EDIFICAÇÃO	159
4.9 ANÁLISE DE CONFORTO	162
4.9.1 Cálculo dos Ganhos de Calor Para o Ambiente – ESTUDO 01	163

4.9.1.1 Total de Ganhos de Calor e Inércia da Construção	163
4.9.1.2 Cálculo da Temperatura Interna Máxima Resultante — (T_{imax} .)	164
4.9.2 Cálculo dos Ganhos de Calor Para o Ambiente – ESTUDO 02	165
4.9.2.1 Total de Ganhos de Calor	166
4.9.2.2 Perdas de Calor	168
4.9.2.3 Balanço Térmico: (Ganhos = Perdas)	168
4.9.2.4 Avaliações da Inércia - Peso da Parede (inclusive piso e teto)	168
4.9.2.5 Cálculo de Temperatura Externa Média (T_e) e Elongação (E). (Tabela 4.22)	168
4.9.2.6 Cálculos da Temperatura Interna Máxima Resultante - (T_{imax})	169
4.9.2.7 Calculo do Número de Renovações do Ar e Vazão	171
4.9.2.8 Número de Renovações do Ar Por Unidade de Tempo	171
4.9.2.9 Verificação Quanto aos Requisitos da Norma NBR 15220	171
4.10 ANÁLISE DO CUSTO X BENEFÍCIO DO TRATAMENTO TÉRMICO	172
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES	174
REFERÊNCIAS	179
APÊNDICES	187
ANEXO	207

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Todos os dias os indivíduos de qualquer sociedade consomem diferentes bens, sejam eles de consumo ou de capital, gerando resíduos que são descartados sem a devida preocupação de sua destinação. Nos últimos séculos, o desenvolvimento de novas tecnologias e a adoção de um modelo econômico baseado na produção e no consumo em larga escala aumenta a produção de lixo.

Espaços para deposição de lixo tornam-se cada vez mais escassos e os resíduos acumulados têm aumentado: a poluição do solo; a contaminação dos lençóis de água; o assoreamento de rios e canais de água; a poluição do ar; o desprendimento de gases e o mau cheiro; a proliferação de insetos e roedores, transmissores de doenças; o aumento do número de catadores nos locais onde os resíduos sólidos são depositados a céu aberto; além de piorar sensivelmente a condição sanitária das populações. Portanto, “os resíduos sólidos são um grave problema da atualidade”. (PAIS, 2009 p. 07).

O aumento da população, aliado ao modelo já insustentável de crescimento econômico intensivo em energia e em materiais, exerceu forte pressão sobre os bens minerais e, conseqüentemente, sobre o equilíbrio ambiental do Planeta. Contudo, pode-se verificar nas últimas décadas uma crescente preocupação, de âmbito global, com as questões relacionadas ao meio ambiente, a fim de proporcionar soluções para tais tipos de situações e reduzir tais impactos.

A reciclagem de resíduos sólidos, apresenta-se, no contexto atual, como uma fórmula de curto prazo para mitigar a crescente problemática advinda do padrão de consumo que permeia na sociedade em que vivemos. Esta solução apresenta diversas características, todas elas individualmente importantes, corroborando com tal ação: “economia de recursos naturais, redução ou minimização dos impactos negativos ao meio ambiente, redução dos custos de tratamento deste material por parte do Estado, aumento da vida útil dos locais para seu tratamento, geração de emprego e renda, impactos positivos na economia, dentre outros”. (DELMONT, 2007 p. 11).

Nesse contexto, novas alternativas construtivas têm surgido, na busca de solucionar ou amenizar os problemas causados pela ação do homem ao meio ambiente. Simples decisões arquitetônicas e de adoção de materiais menos poluentes, colaboram com a conservação dos recursos naturais do planeta. Uma arquitetura seriamente preocupada em realizar uma harmonia entre o uso sustentável da natureza e o homem.

A arquitetura bioclimática engloba, conceitualmente, uma série de valores relacionados à redução de impactos ambientais, conservação de energia e obtenção de conforto ambiental no projeto construído. Seu estudo e aplicação visam maior inserção da arquitetura no clima e contexto locais. Onde, importantes estratégias projetuais relacionadas à questão, consistem no aproveitamento dos recursos naturais e condicionantes do clima local para melhor integrar o edifício ao entorno e na obtenção de conforto através do uso de sistemas passivos de condicionamento.

Este estudo tem como objetivos a aplicação de estratégias arquitetônicas bioclimáticas voltadas à atividade de reciclagem, utilizando de diretrizes de projeto com enfoque no conforto térmico, na implantação de uma usina de reciclagem. Buscando, através de um espaço construído, contribuir para a formação integral e crítica do ser humano atuando como ferramenta no processo de gestão e tratamento dos resíduos sólidos Urbanos domiciliares. E tornando-se um elemento de preservação ambiental e inserção social e econômica, atribuindo, com isso, aspectos como participação, coletividade, inclusão e incentivo à melhores programas de reaproveitamento de materiais recicláveis, proporcionando benefícios socioeconômicos e ambientais para o município de Macapá.

1.2 REVISÃO DA LITERATURA

Este item apresenta uma revisão dos principais trabalhos consultados para o desenvolvimento da presente monografia, enfatizando aspectos da reciclagem, coleta seletiva dos resíduos sólidos urbanos domiciliares, tendo a arquitetura bioclimática como elemento chave para um ambiente melhor adequado as condições climáticas da cidade em estudo para implantação do projeto:

LIMA, Luiz Mário de Queiroz, mostrou, em 1995, algumas alternativas de tratamento, na expectativa de reduzir o nível de irreversibilidade que o fenômeno da geração de resíduos provoca na biosfera. Concluiu que a aplicação prática desse sistema é recomendada na minimização de impactos ambientais causados pela disposição inadequada de resíduos sólidos, domésticos, industriais e hospitalares. Além disso, é possível remediar áreas degradadas e já exauridas, ou seja, há a possibilidade de ampliar a vida útil dos processos convencionais de manejo, tratamento e destinação final.

JUNKES, Maria Bernadete. (2002), elaborou procedimentos para aproveitamento de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte, visando equacionar o desequilíbrio entre a produção dos resíduos e as escassas possibilidades de dispô-lo corretamente, sem agredir a saúde humana e o meio ambiente. Para analisar a metodologia

proposta neste trabalho de pesquisa, foi simulado um estudo de caso no Município de Cacoal - Rondônia, tendo enfatizado como alternativa de aproveitamento a triagem e compostagem dos resíduos sólidos urbanos por meio de uma usina de triagem. Os resultados mostraram que os projetos nesta área de saneamento básico devem ter sustentabilidade para sobreviver a grupos, pessoas, políticos e governos para obter os resultados esperados de sucesso.

PONTES, José Ramon Martinez e **CARDOSO**, Patrícia Alcântara, em 2006 verificaram os benefícios Sociais e Ambientais que estariam agregados com a implantação de uma Usina de Reciclagem e Compostagem de Lixo no município de Vila Velha, ES. A análise do trabalho enfocou os benefícios para o meio ambiente e os benefícios sociais para a comunidade. Como resultados apresentaram uma proposta de enfrentamento realista à questão: a implantação de usinas de reciclagem a baixo custo unitário capazes de absorver a mão de obra que vive dos lixões e de permitir a venda dos recicláveis, tornando rentável a atividade e resolvendo, simultaneamente, questões sanitárias e ecológicas.

DELMONT, Luís Gustavo, em 2007 analisou a indústria da reciclagem que transforma os resíduos sólidos urbanos em matérias-primas secundárias para introduzi-las na cadeia produtiva para a elaboração de novos produtos. A metodologia escolhida que pudesse ser aplicada em detrimento de outras foi a Análise Insumo-Produto, pois permite visualizar a economia de uma forma integrada e desagregada, visualizando suas Inter-relações. Através da análise dos índices de encadeamento e da análise de sensibilidade foram identificados os setores-chave da economia e os ganhos econômicos individualizados para cada tipo de material passível de reciclagem. Com base nas análises individualizadas puderam ser auferidas também as economias globais resultantes da reciclagem de resíduos sólidos para o ano de 2004 em todo território nacional, onde a reciclagem de R\$ 30,682 bilhões resultou numa economia direta de R\$ 20,222 bilhões e, se avaliados os impactos diretos e indiretos, R\$ 87,277 bilhões em matérias-primas virgens deixaram de ser consumidas.

IACONO, Maria Angélica. Em 2007 mostra como se encontram as usinas de triagem e compostagem de resíduos localizadas nos municípios de Bom Jesus de Itabapoana, São Fidélis, Natividade, Santa Maria Madalena e Miracema-RJ, financiadas com recursos da Fundação Nacional de Saúde. Constataram que a segregação de materiais recicláveis se apresenta mais interessante do que a atividade da compostagem, em vista da possibilidade de retorno financeiro para os trabalhadores dessas usinas.

LIMA, Rosimeire Suzuki. Em 2007, relatou o programa de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares da cidade de Londrina/PR. O programa de coleta seletiva da cidade apresentava um quadro de ineficiência, pois havia 60 catadores no aterro municipal para os quais eram necessárias alternativas. Em 2001 os catadores foram estimulados pela

prefeitura a se organizarem em associações, porque entendia-se que a individualização do trabalho era muito frágil operacionalmente para sustentação do programa e que através da setorização da cidade, distribuída por associações, proporcionaria um processo organizado de coleta com a inclusão dos catadores. Os resultados mostraram que o engajamento do setor público permitiu a ampliação da taxa de cobertura de 36% em 2001, para 100% em 2006, taxa que se manteve em 2006, possibilitando a mensuração da participação da população e a modalidade do programa viabilizou a inclusão dos catadores, atingindo a média de 500 catadores em 2005.

CAVALCANTI NETO, Ana Lucia Gomes; et all, realizaram uma pesquisa, em 2007 com os catadores do lixão do Carpina-PE com o objetivo de conhecer a consciência ambiental desses catadores. Participaram desta pesquisa 10 pessoas (7 catadores, 1 mãe de um catador, 1 atravessador e 1 pessoa da Secretaria de Assistência Social), de ambos os sexos e que foram abordados de forma aleatória. Com os resultados constataram que esses entrevistados estão alheios à sociedade, não apresentando nenhum conhecimento de que são partes do meio ambiente.

SOBREIRA, Frederico Garcia e **PRADO FILHO**, José Francisco do, em 2007, avaliaram sistemas de reciclagem e de disposição de resíduos sólidos domésticos que possuem incentivos fiscais definidos pela Lei Estadual nº 13.803/2000 de Minas Gerais. A pesquisa foi desenvolvida por análise de documentação de licenciamento ambiental de aterros sanitários e usinas de reciclagem e compostagem de resíduos financiados pela referida Lei e por visitas às unidades sanitárias, sendo usados os instrumentos metodológicos da agência ambiental do Estado de São Paulo (CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo) que avaliam as condições de instalação e operação desses tipos de empreendimentos. Do estudo, constatou-se que o incentivo de Minas Gerais, definido pela Lei do ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) Ecológico, traz importantes benefícios ambientais aos municípios, embora ainda seja reduzido o número dos contemplados por esse fomento à gestão dos resíduos sólidos urbanos. Mostraram, também, que algumas das unidades estudadas apresentam problemas de natureza ambiental e operacional.

ATHAYDE JÚNIOR, G.B.; **NOBREGA**, C.C.; **ONOFRE**, F.L. Em 2009, Examinaram a composição gravimétrica de resíduos sólidos exclusivamente domiciliares provenientes de residências unifamiliares de bairros de classe média e alta de João Pessoa, além do levantamento do valor econômico dos respectivos itens recicláveis e verificação da viabilidade econômica da implantação de uma usina de reciclagem para tais resíduos. A composição gravimétrica encontrada foi semelhante àquela encontrada na literatura para

idades brasileira, com predominância do item matéria orgânica, com aproximadamente 75%. Os resultados mostraram que uma usina de reciclagem/compostagem para as condições de mercado encontradas em João Pessoa é um empreendimento economicamente inviável. Caso houvesse coleta seletiva, o empreendimento seria economicamente viável, com receita líquida anual de R\$ 3.155.281,81, relação benefício/custo de 7,98 e período de retorno de menos de 2 anos. Estes resultados mostram a importância da coleta seletiva para projetos de reciclagem.

PAIS, João Sávio de Oliveira, em 2009, demonstrou o estudo da viabilidade técnica da implantação e operacionalização de uma usina de triagem de lixo domiciliar na região de Planaltina - DF. A usina foi dimensionada para uma vida útil de 10 anos de operação contínua, dimensionada para receber 70 ton./dia de lixo domiciliar, por turno de 8 horas. O estudo de caso demonstrou que o projeto é tecnicamente viável. Apesar da exigência de grande infraestrutura e equipamentos específicos, o estudo da demanda e o preço do mercado de recicláveis; além da pequena distância do centro fornecedor dos resíduos sólidos urbanos até a usina e a existência de coleta seletiva e a ausência de usinas de triagem e compostagem deste porte na região, concebidas de forma industrial, são indicativos do retorno financeiro do empreendimento.

SILVA, Michele Chagas da e **SANTOS**, Gemelle Oliveira estimaram em 2009, no aterro sanitário que recebe os resíduos sólidos urbanos (RSU) de Fortaleza-CE, a densidade aparente em (kg/m³) de cada um dos materiais selecionados e recém coletados (matéria orgânica, papel/papelão, plástico filme, plástico rígido, trapos, borracha, tetra pak, metal, vidro, madeira e outros), tendo em vista, a importância deste parâmetro para propor um melhor dimensionamento de equipamentos, instalações, melhorias nos métodos de tratamento e destino final dos resíduos e uma possível previsão da vida útil de um dado aterro sanitário. Após 24 ensaios em amostras quarteadas de 250 kg, com o apoio de uma balança de plataforma de capacidade máxima de 150 kg e uma lona de 12m² foi possível determinar as seguintes densidades aparentes: 1.213 kg/ m³ para a matéria orgânica, 338 kg/ m³ para papel/papelão, 240 kg/ m³ para outros (areia, entulhos, entre outros), 224 kg/ m³ para plástico filme, 135 kg/ m³ para plástico rígido, 119 kg/ m³ para trapos, 73 kg/ m³ para a borracha, 60 kg/ m³ para tetra pak, 53 kg/ m³ para metal, 50 kg/ m³ para o vidro e 41 kg/ m³ para a madeira. Extraindo-se uma média desses valores, tem-se que a densidade aparente média dos resíduos sólidos domésticos de Fortaleza é de 231 kg/ m³.

AGUIAR, Alexandre e **PHILIPPI JÚNIOR**, Arlindo analisaram em 2010 as principais dificuldades envolvidas na coleta seletiva e reciclagem de plásticos provenientes de resíduos sólidos domésticos e propuseram formas de enfrentamento da questão. A análise foi sobre: meio ambiente, tecnologia, economia e institucional. Os dados foram coletados através

de pesquisa bibliográfica e de uma série de entrevistas realizadas com atores sociais envolvidos nesta atividade. Os resultados foram expostos, apresentando sugestões de ações necessárias em termos de Política de Resíduos Sólidos, principalmente no tocante a cobrança dos serviços e incentivo à redução da geração na fonte e suas relações com as políticas fiscais e econômicas.

SILVA, Antônio Marcos Barbosa da; et all, acompanharam em 2010 a produção de lixo doméstico em três residências, amostra urbana e rural, em duas cidades do interior de Alagoas (Girau do Ponciano e Penedo), para analisar a produção per capita de resíduos sólidos num período de sete dias. A metodologia utilizada foi a separação do lixo por categorias e a pesagem através de uma balança para acompanhar esta produção diária sendo anotados os resultados em uma planilha, para a confecção e análise dos gráficos. Em visita aos lixões, verificaram que a questão da deposição final dos resíduos sólidos urbanos se constitui como um dos maiores agravos ambientais, caracterizado pela ausência de planejamento de sua estrutura. O trabalho mostrou com o levantamento feito nas três residências que a média per capita foi de aproximadamente 207g (casa 1), 250g (casa 2) e 996g (casa 3).

AVEZUM, A de Castro Marcus Cesar; **SCHALCH**, Valdir. Avaliaram, em 2010 a eficiência da usina de reciclagem e compostagem de São Matheus (zona leste da cidade de São Paulo), na remoção dos materiais recicláveis, presentes nos resíduos sólidos domiciliares. Os resultados foram obtidos definindo-se a entrada do sistema com a caracterização física de uma determinada massa de resíduos sólidos domiciliares, a ser processada no sistema (100 toneladas) e, ao final, comparou-se as quantidades dos materiais recicláveis recuperados ao longo do processamento. Os resultados mostraram que, em média, foram recuperados 27% dos materiais recicláveis (plástico, papelão, vidro, alumínio e latas de ferro), presentes nos resíduos sólidos domiciliares, sendo o alumínio o material mais recuperado com 64%, e o papelão o de menor recuperação com 17%.

BEZERRA, Luciano André Cruz analisou de forma quantitativa, em 2003, o desempenho térmico de paredes construídas com blocos de concreto cuja composição agrega o poliestireno expandido (EPS) reaproveitado na forma de flocos e em placas, constituindo desse modo um concreto leve. Realizaram-se experimentos, sistematicamente, com uma parede construída com blocos de concreto comum, considerada como referência; duas paredes com blocos de concreto leve, distintas pelas proporções de EPS/areia; uma parede com tijolos cerâmicos de oito furos e uma com blocos de cimento vazados, de forma a proceder-se com a análise comparativa dos desempenhos térmicos dos sistemas construtivos. Constatou-se que as paredes de concreto leve apresentaram melhor desempenho térmico do que os outros dois sistemas construtivos consagrados comercialmente. Pôde-se concluir que é viável empregar-

se o EPS reaproveitado como material constituinte da mistura para concreto, com a finalidade de fabricar alvenaria de vedação capaz de comportar-se também como isolante térmico entre o meio externo e o interno das edificações. Uma consequência direta disto é a redução do consumo de energia elétrica utilizada pelos sistemas de climatização, sem comprometer a situação de conforto térmico experimentada pelo usuário.

BARBIERO, Miriam, em 2004. Em sua dissertação, realizou um estudo de caso em Porto Alegre, junto a trabalhadores de uma unidade de produção de uma indústria metalúrgica, para a avaliação das condições e percepções do ambiente térmico, através do levantamento das variáveis de influência (temperatura, velocidade e umidade do ar, temperatura média radiante, atividade metabólica e isolamento térmico da vestimenta) e parâmetros subjetivos de conforto, no período de verão, com base nas normas internacionais da série ISO – International Organization for Standardization – e as normas brasileiras do tipo NR e NBR. Observou-se que os fatores ambientais e pessoais podem influenciar nas percepções do ambiente de trabalho, mostraram que: a) mesmo não tendo sido constatado estresse térmico, o ambiente apresentou índices térmicos em desconformidade aos recomendados para conforto; b) mesmo tendo sido evidenciadas as condições de desconforto térmico, 60% dos trabalhadores aceitaram as condições térmicas do ambiente de trabalho; c) mesmo aceitando o ambiente térmico, o trabalhador o percebeu “desconfortável” e “quente”. Tornou-se evidente a inexistência de uma legislação que comporte, de fato, a realidade do ambiente térmico do trabalhador da indústria, que considere as diversidades regionais, para servir de ponto de referência a toda e qualquer pesquisa nesta área do conhecimento.

MASCARELLO, Vera Lucia Dutra, em 2005 estudou o Hospital Fêmeina por se tratar de um exemplo de arquitetura moderna com estratégias bioclimáticas. Os espaços internos estudados foram às internações de pacientes, por apresentarem interface com o conforto ambiental. Foram examinadas a temperatura do ar e iluminação natural e, variáveis humanas subjetivas – níveis de satisfação dos pacientes quanto às condições ambientais. Foram utilizados monitoramentos da temperatura do ar e das iluminâncias naturais, os softwares Daylight e Luz do Sol e técnicas de avaliação pós-ocupação (APO), por meio de questionários e entrevistas, para conhecer o grau de satisfação dos usuários (pacientes) em relação aos espaços. Também foram estudadas as relações geométricas do edifício e a ventilação natural. A partir da discussão dos resultados pode-se considerar que a utilização dos princípios da arquitetura moderna na forma e nos incrementos propiciou estratégias bioclimáticas que beneficiaram a integração do meio ambiente com o conforto dos usuários.

LIMA, Lucimeire Pessoa de, analisou em 2005, a relação entre a forma urbana e o consumo de energia em climatização artificial de edificações, de modo que essas

apresentem níveis de conforto térmico satisfatórios. Concluiu-se, portanto, que a maior contribuição dessa pesquisa foi a análise dos métodos que estudaram as relações entre o ambiente urbano e o consumo de energia no interior dos edifícios. A partir desse conjunto de dados e análises, podem ser desenvolvidos trabalhos futuros nos quais se possam indicar parâmetros de desenho e ocupação urbanos mais adequados às exigências de racionalização de energia e à obtenção de climas urbanos de temperaturas mais amenas.

ARAÚJO, Bianca Carla Dantas de; **CARAM**, Rosana. Realizaram, em 2006, uma análise ambiental através do estudo bioclimático do centro histórico da Ribeira em Natal/RN, buscando a aplicação de metodologias próprias e, conseqüentemente, o conceito de desenvolvimento sustentável. Os procedimentos teórico-metodológicos foram baseados em **KATZSCHNER**, 1997; **OLIVEIRA**, 1989 e por **BUSTOS ROMERO**, 2001. Essa metodologia trata das constantes bioclimáticas quanto à conjugação dos elementos formais do edifício e do espaço urbano, sob enfoque do espaço público. Os resultados apontaram que a implantação do barro e a trama em xadrez, apenas no Centro Histórico, são as suas únicas características que são bioclimatologicamente, segundo os atributos analisados, corretas. Os demais atributos, como porosidade e rugosidade, por exemplo, revelam que o bairro, assim como as medições das variáveis ambientais, em termos bioclimáticos, deve ser melhor adequado para o conforto dos usuários.

NEVES, Leticia de Oliveira, em 2006 analisa as estratégias de ventilação natural adotadas pelo arquiteto Severiano Porto em suas obras, dada a importância deste tipo de solução para obtenção de conforto térmico em clima tropical quente e úmido. Realiza-se por meio de discussão e análise de três obras do arquiteto, localizadas na cidade de Manaus-AM, e as diferentes soluções propostas, quanto à sua adequabilidade e eficiência. A metodologia se divide em duas etapas: primeiramente a análise qualitativa e descritiva, baseada em leitura de projeto, onde é verificada a incorporação de conceitos bioclimáticos nas edificações e são identificadas as soluções de ventilação natural propostas, através do desenho e caracterização dos sistemas encontrados; seguida da análise quantitativa, realizada através de pesquisa de campo e medições das variáveis ambientais temperatura, umidade relativa e velocidade do ar. A análise dos resultados foi realizada com programas de computadores. Os resultados mostraram que a pesquisa contribui no aperfeiçoamento das soluções projetuais de ventilação natural, visando valorizar o uso de estratégias de energia passiva na arquitetura. Evidencia também a contribuição de Porto no desenvolvimento de uma arquitetura atenta aos princípios bioclimáticos.

STILPEN, Daniel Vasconcellos de Sousa, em 2007, analisa a eficiência energética de uma habitação unifamiliar, de interesse social, erguida na Ilha do Fundão, Rio

de Janeiro. Inicialmente descreve-se o Centro de Energia e Tecnologias Sustentáveis e avalia-se o comportamento térmico dos materiais não-convencionais utilizados em sua construção. Na seqüência há o tratamento destes dados experimentais coletados em mais de 300 (trezentas) entrevistas, em horários diferentes para verificar a aceitação da sensação térmica do edifício. Os resultados mostraram que o horário com maior aceitação foi a parte da manhã (76,0%), seguido da medição vespertina (60,8%). A única parte do dia na qual houve maioria de insatisfeitos foi ao meio-dia (52,0% de reprovação). Por fim apresenta-se sugestões Bioclimática de alternativas construtivas e pós-ocupacionais, com baixo custo de implementação e grandes benefícios gerados aos habitantes da casa popular, no que tange ao bem-estar climático.

CARMO FILHO, José Coutinho do, em 2008 levantou informações e dados coletados em livros, internet e entrevistas com arquitetos da cidade, bases de fundamentação para definir quais aspectos arquitetônicos são necessários ao conforto térmico em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), situados em regiões de clima tropical úmido, caso particular da cidade de Belém (Estado do Pará). Concluiu que os aspectos arquitetônicos mais importantes a considerar, em um projeto qualquer, em regiões de clima tropical úmido, são a orientação e o partido do edifício, a minimização dos efeitos da umidade e temperatura e a proteção do edifício e pessoas da precipitação pluviométrica (chuvas).

ANDREASI, Wagner Augusto; **VERSAGE**, Rogério de Souza estudaram, em 2010, a ventilação natural e sua importância para o conforto térmico no clima quente úmido predominante no Brasil. Através de revisão bibliográfica buscaram conhecer as questões do bioclimatismo, sensações térmicas e os processos de ventilação natural como uma estratégia eficiente na busca de conforto térmico. Subsidiada à revisão bibliográfica foram feitas análises nos ambientes do Restaurante Universitário da UFMS (Universidade Federal de Mato Grosso do Sul). Foram analisados termicamente seis dias de funcionamento normal no restaurante, sendo que em três foram feitas medições no refeitório e outros três na cozinha. Para tal foram utilizados uma estação de monitoramento ambiental BABUC e um sensor de umidade e temperatura HOBO. Ao final, apresentaram um parecer do comportamento diferenciado entre o ambiente salão e cozinha, onde ambos apresentam condições de conforto insatisfatórias. O estudo das sensações térmicas nesses ambientes acusa a temperatura radiante proveniente do telhado como principal fonte de calor.

ANA, Lanham; **GAMA**, Pedro; **BRAZ**, Renato, apuraram, em 2010, quais os benefícios deste tipo de construção (Arquitetura Bioclimática) que justificam o seu crescente interesse, com o intuito de perceber brevemente qual o quadro legal ou incentivos que promovem este tipo de construção, quais as barreiras ou entraves com que se deparam os

diversos intervenientes desta área e quais as medidas a tomar para que a situação em Portugal atinja o grau de “business as usual”. Concluíram que Portugal se encontra numa posição extremamente vantajosa em termos climatéricos para a prática da arquitetura Bioclimática, mas efetivamente os intervenientes no setor deparam-se com dois obstáculos de vulto: a falta de sensibilização da sociedade portuguesa para a temática da sustentabilidade; a falta de qualificação de todos os níveis da força de trabalho disponível.

FRANCISCO, Maíra do Lago; **INO**, Akemi, em 2010, avaliaram quais estratégias bioclimáticas podem ser adotadas na produção de habitações rurais em São Paulo. Onde coletaram-se dados por meio de observações feitas em visitas ao local e por registros escritos, fotográficos e vídeos. Obtiveram como resultado um levantamento de estratégias bioclimáticas que foram ou poderiam ter sido adotadas no processo de produção das habitações. Em que a viabilidade da aplicação das estratégias bioclimáticas na construção de habitações rurais pode ser verificada através da economia e benefícios provenientes da seleção e racionalização dos materiais e recursos empregados. Devem ser levados em consideração o consumo energético e os custos de manutenção, durante a vida útil da edificação. Para que a aplicação do conceito de estratégias bioclimáticas traga benefícios à construção e aos usuários é importante o gerenciamento adequado de todo o processo, do projeto à construção.

BARBOSA, Djean da Costa; **LIMA**, Mariana Brito de, em 2010, realizaram uma revisão de literatura a partir de normas técnicas, livros, teses, dissertações e outras publicações, buscando localizar as diretrizes e estratégias de projetos adequadas ao clima de Palmas - TO, com o objetivo de sistematizar diretrizes de projeto existentes que considerem as características específicas socioeconômicas, culturais, climáticas e tecnológicas desta região do Brasil. A partir deste estudo houve a possibilidade de elaborar recomendações para o Projeto Bioclimático em Palmas-TO. Concluíram que as edificações em geral devem tomar partido de soluções arquitetônicas, que a protejam da insolação forte, da alta temperatura e baixa umidade características do clima da região.

SILVEIRA, Ana Lucia R. C. da; **ROMERO**, Marta A. B. Em 2010, pesquisaram o microclima gerado no interior de conjuntos habitacionais destinados à população de média e baixa renda, a partir da avaliação das áreas externas de conjuntos habitacionais localizados em Teresina-PI, com o objetivo de propor parâmetros bioclimáticos para avaliação de conjuntos habitacionais na região tropical subúmida do Brasil. Foram selecionados nove conjuntos habitacionais, com até quatro pavimentos, onde foram realizadas medições dos elementos climáticos em duas épocas do ano. As variáveis climáticas coletadas nos conjuntos e na estação meteorológica de referência foram tratadas estatisticamente e os resultados foram

relacionados com as variáveis bioclimáticas, para avaliação do desempenho térmico dos conjuntos. A pesquisa conclui que os conjuntos habitacionais geram um microclima diferenciado, com alterações na temperatura do ar, na umidade relativa e na velocidade dos ventos. Contribuições da pesquisa: são propostos parâmetros bioclimáticos para a avaliação de conjuntos habitacionais na região.

1.3 JUSTIFICATIVA

A poluição do meio ambiente é assunto de interesse público em todas as partes do mundo. Não apenas os países desenvolvidos vêm sendo afetados pelos problemas ambientais, como também os países em desenvolvimento. Esses problemas ultrapassam as fronteiras territoriais e devem ser tratados de forma global, pois afetam a vida de todos no Planeta. Isso decorre de um rápido crescimento econômico associado à exploração de recursos naturais. (MS, 2010).

A gestão de resíduos sólidos no Brasil ainda encontra diversos obstáculos, principalmente nos grandes centros urbanos. Conforme os dados apresentados na Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE, no Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2010, os índices de geração e coleta de RSU por habitante de (2009-2010) aumentaram 6,8%, ou seja, bem mais do que o índice de crescimento populacional do país, que foi de 2,16% registrado pelo censo do IBGE 2010. Demonstrando, assim, a necessidade de adoção imediata de um sistema integrado e sustentável de gestão de resíduos. Esse aumento da produção de resíduos é reflexo do aquecimento da economia no Brasil, que devido o aumento do poder aquisitivo da população, a mesma passou a consumir mais e por conseqüência a gerar mais resíduos.

Os espaços existentes para a destinação final dos resíduos sólidos vêm diminuindo em face desse crescimento da produção. No Brasil, somente 57,6% dos resíduos domiciliares brasileiros vão para aterros sanitários, que ainda não é um dos melhores destinos finais. Apenas 85 municípios apresentam-se com aterro controlado, 107 com aterro sanitário e 257 com lixão. Em uma análise geral, observou-se que o Brasil produz em sua totalidade 195.090 mil toneladas de resíduos por dia. O índice per capita de geração de RSU passou de 1,152 em 2009, atingindo a marca de 1,213 kg por habitante por dia em 2010. Para a região Norte, região onde está inserida a cidade em estudo, revelou-se um crescimento de 5,4%, gerando 1,108 kg por habitante por dia. Um quadro que precisa ser revertido. (ABRELPE, 2010).

Com uma população urbana em 2010 de 600.561 habitantes o estado do Amapá, gerou 0,834(Kg/hab./dia), totalizando cerca de 501(t/dia) de Resíduos Sólidos Urbanos,

enquanto a coleta foi de apenas **0,808** (Kg/hab/dia), totalizando **485** (t/dia). Em específico para o município de Macapá, que apresentou uma população urbana, em 2010, de 380.957 Habitantes, a geração de RSU foi de 1,003(Kg/hab./dia), totalizando 382(t/dia). A coleta foi de apenas 0,907(Kg/hab./dia), totalizando 370,9 toneladas diárias. (ABRELPE, 2010 e IBGE-Censo 2010).

Este cenário apresenta a necessidade de expansão e aprimoramento nos sistemas de coleta e tratamento dos resíduos urbanos. Pois, para se ter uma noção da situação em nosso estado. Segundo a SEMUR (Secretaria municipal de manutenção urbanística - 2010), somente em Macapá no ano de 2010 foram coletados cerca de 92.770,96 toneladas de resíduos domiciliares, tendo seu destino o aterro controlado do município que vem se expandindo, requerendo maiores quantidades de áreas para sua operação (SEMUR, 2010).

As novas disposições trazidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010), exigem por parte dos municípios uma postura muito diferente da que vem sendo adotada. A nova política determina que todos os municípios brasileiros têm um prazo até 2014 para apresentarem um gerenciamento digno dos resíduos, de forma que tudo aquilo que puder ser reciclado, deverá ter incentivo à sua implementação.

A modernização do setor por meio de novos sistemas e tecnologias se faz necessária para que os objetivos da lei sejam alcançados. Obviamente, o sucesso também está vinculado a uma política clara de incentivos e estímulos, tanto do governo federal como dos governos estaduais, para os municípios que, por sua vez, deverão buscar soluções conjuntas e regionalizadas, por meio dos consórcios públicos. Estabelecendo também o fechamento de todos os chamados lixões – locais em que o lixo é depositado sem tratamento ou separação até o ano de 2014. Isso vai obrigar a sociedade e o Poder Público a buscar alternativas para o lixo produzido nas cidades.

Nesse contexto, a reciclagem (que nos termos da lei, é o processo de transformação dos resíduos que envolvem a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas a transformação em insumos ou novos produtos), foi inserida dentre as ações prioritárias a serem executadas nesse processo de gestão de resíduos. (ABRELPE, 2010, p. 121).

Dessa forma, a importância da reciclagem para o meio ambiente possui dimensões relevantes, pois: reduz a quantidade de resíduos encaminhados ao aterro sanitário com conseqüente aumento da sua vida útil; reduz a exploração de recursos naturais; incentiva a participação da comunidade na solução de problemas; reduz os impactos ambientais durante a produção de novas matérias primas; reduz o consumo de energia elétrica; reduz a poluição ambiental; amplia o desenvolvimento econômico pela geração de novos empregos e renda na

operacionalização dos materiais recicláveis e na expansão dos negócios relativos à reciclagem.

De acordo com Cohen, (2004) há necessidade de uma gestão urbana que incentive ações de reaproveitamento e reciclagem de materiais, da implantação de sistemas alternativos de energia, que ao mesmo tempo contribuirá para combater a miséria de nossas cidades, com atitudes sustentáveis. Em suma, o estudo da implantação de uma usina de tratamento de resíduos com aplicação de uma arquitetura voltada ao atendimento das condições climáticas locais, procura resgatar os aspectos positivos da relação entre a morfologia urbana e o meio ambiente.

Essa realidade, cada vez mais, têm nos impulsionado para uma tomada de consciência no sentido de adotarmos práticas e processos produtivos que visam a sustentabilidade. Fazendo assim, com que a aplicabilidade desse conceito possa, gradativamente, estar presente em nossas edificações. Implicando em construções que promovam integração com o meio ambiente, adaptando-a para as necessidades de uso, produção e consumo humano, sem esgotar os recursos naturais, preservando-os para as gerações futuras; além da adoção de soluções que propiciem edificações econômicas e o bem-estar social. (FIEMG, 2008).

A proposta de implantação de uma usina de reciclagem surge em face da necessidade de maior atenção em relação à destinação do resíduo urbano produzido no município – resíduos atualmente destinado ao aterro sanitário, que atualmente funciona como aterro controlado ou simplesmente chamado de lixão, com os resíduos despejados à céu aberto no meio ambiente.

A configuração de uma arquitetura com abordagem no conforto térmico se apresenta de grande importância para que se tenham boas condições de trabalho no interior do edifício, uma vez que a região amazônica possui grande índices de insolação por estar situada na linha do equador. A proposição configura sua relevância no fato de adequar-se aos condicionantes climáticos locais e pela utilização, ao máximo possível, dos recursos naturais existentes, para proporcionar um bom condicionamento térmico da edificação; além da necessidade de estudos sobre as diretrizes para uma arquitetura bioclimática, uma vez que as fontes de pesquisas referentes ao tema são escassas.

Essa proposta visa o desenvolvimento econômico regional, redução dos impactos ambientais e dos transtornos sociais causados pela destinação inadequada dos resíduos. Inserindo o espaço no âmbito de uma arquitetura de transformação e inclusão social. Sendo, uma iniciativa de estudos pioneiro em Macapá, apresenta-se ainda como um diferencial tecnológico para a cidade.

1.4 OBJETIVOS:

1.4.1 Geral

Este trabalho tem por objetivo elaborar uma proposta arquitetônica de uma Usina de reciclagem dos resíduos urbanos domiciliares que tenha como enfoque a arquitetura bioclimática e o conforto térmico; atendendo os interesses ambientais, sociais e econômicos de acordo com a dinâmica real do município de Macapá – AP.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Estudar as condições dos catadores do aterro controlado de Macapá;
- Estudar a demanda dos resíduos gerados no município de forma a possibilitar melhores proposições para seu destino final, de modo que seja mais correto ambientalmente. Viabilizando o seu reaproveitamento, considerando a situação atual do município e suas projeções para os próximos 10 anos;
- Definir programa de necessidades para usina de reciclagem;
- Estudar as diretrizes da arquitetura bioclimática para aplicação em uma proposta de usina;
- Realizar uma análise quanto aos requisitos de conforto exigidos pelas normas e pela própria arquitetura bioclimática na proposta;
- Desenvolver o projeto de usina de reciclagem que apresente racionalização, conforto térmico, funcionalidade, além de possibilitar ao usuário da edificação um convívio mais humanizado.

1.5 METODOLOGIA

A pesquisa apresentada nessa monografia baseia-se na classificação proposta por Gil (2010), afirmando que a tendência à classificação é uma característica de racionalidade humana, visto que possibilita melhor organização dos fatos e conseqüentemente o seu entendimento, podendo significar sua realização em tempo mais curto e a obtenção de resultados mais satisfatórios. Dessa forma apresenta-se a seguinte classificação, exposta no quadro 1.1.

As pesquisas podem ser classificadas de diferentes maneiras, de acordo com as ciências, a abordagem e o objeto de estudo. Mas para que a classificação seja coerente, é necessário definir previamente o critério adotado. Assim, é possível estabelecer múltiplos

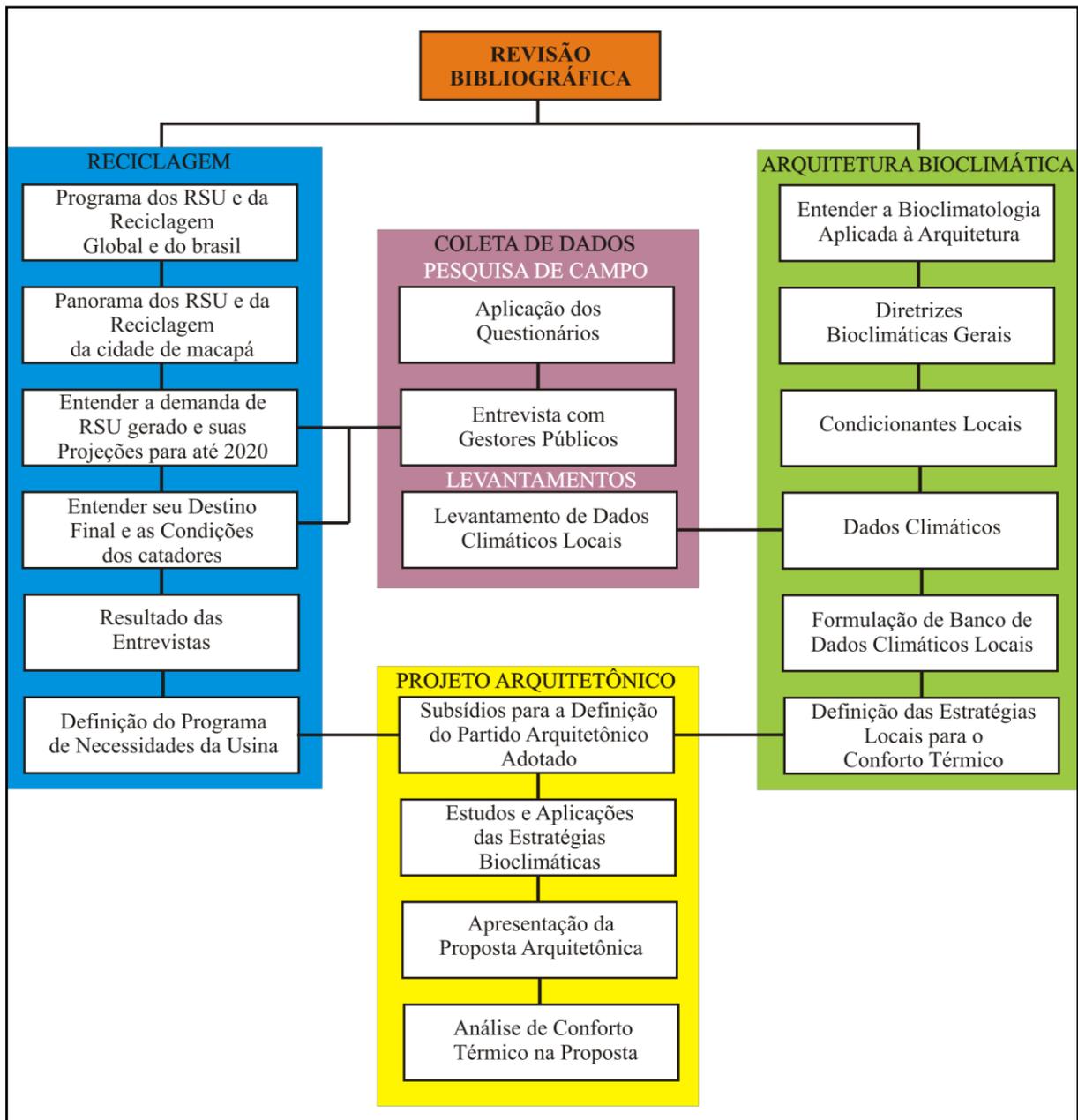
sistemas de classificação e defini-las segundo a área de conhecimento, a finalidade, o nível de explicação e os métodos adotados (Quadro 1.1).

Quadro 1.1 - Classificação da pesquisa desenvolvida nessa monografia

Critérios de pesquisa		Classificação adotada nesta pesquisa
Nome do critério	Variedades e Descrição	
Área do conhecimento	Classificação das ciências segundo o CNPq: Ciências exatas e da terra; biológicas; engenharias; da saúde; agrárias; sociais aplicadas e ciências humanas.	Ciências sociais aplicadas
Sua finalidade	<p>Pesquisa básica pura: destinadas unicamente à aplicação do conhecimento.</p> <p>Pesquisa básica estratégica: voltadas à aquisição de novos conhecimentos direcionados à amplas áreas com vistas à solução de reconhecidos problemas práticos.</p> <p>Pesquisa aplicada: voltadas à aquisição de conhecimentos com vistas à aplicação numa situação específica.</p> <p>Desenvolvimento experimental: trabalho sistemático, que utiliza conhecimentos derivados da pesquisa ou experiência prática com vistas à produção de novos materiais.</p>	Pesquisa aplicada
Objetivos mais gerais	<p>Pesquisas exploratórias: proporciona maior familiaridade do pesquisador com o problema.</p> <p>Pesquisas descritivas: descrição das características de determinada população, e identifica relações entre variáveis.</p> <p>Pesquisas explicativas: identificar fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de fenômenos.</p>	Pesquisa explicativa
Métodos empregados	Considera o ambiente de pesquisa, a abordagem, teórica e as técnicas de coleta e análises de dados. Apresentando a classificação de pesquisas: bibliográfica; documental; experimental; ensaio clínico; estudo-caso-controle; estudo de coorte; etnográfica; fenomenológica; ação; e participante: levantamento de campo e teoria fundamentada nos dados;	Estudo de caso
Forma de abordagem do problema	<p>Pesquisa Quantitativa: considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las.</p> <p>Pesquisa Qualitativa: considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números.</p>	Pesquisa Quantitativa

Fonte: produção dos autores, (2011).

Para facilitar a compreensão das etapas de execução do método de pesquisa adotado, como requisito para o alcance dos objetivos da pesquisa elaborou-se um esquema das principais atividades desenvolvidas (Figura 1.1).

Figura 1.1 - Etapas do método da pesquisa desenvolvida

Fonte: produção dos autores, 2011.

A fim de detalhar melhor essas etapas, organizou-se uma descrição de cada atividade realizada no decorrer da pesquisa:

1.5.1 Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica foi realizada a partir da definição do tema da pesquisa, sendo o primeiro procedimento adotado, como subsídios para melhor compreensão do tema, com isso se obteve a agregação dos conceitos, teorias e, os principais estudos realizados referentes, proporcionando amplos conhecimentos aos pesquisadores. Pode-se destacar três

abordagens centrais nessa revisão: Uma referente aos resíduos sólidos e reciclagem; outra se refere à arquitetura bioclimática; e por último, a proposta projetual.

1.5.2 A Reciclagem

A princípio realizaram-se pesquisas em meios bibliográficos, digitais e periódicos acerca do atual situação dos resíduos sólidos nos contextos mundial, nacional e local. Efetuaram-se os mesmos procedimentos para a reciclagem e suas dinâmicas, buscando maior compreensão sobre seus problemas relacionados. Tendo como referencia básica: (ABRELPE, 2010; PAIS, 2009; DELMONT, 2007; MEDINA, 2007; PONTES E CARDOSO, 2006; JUNKES, 2002;).

O levantamento dos dados referentes à demanda dos resíduos gerados no município, de forma a possibilitar melhores proposições para que seu destino final seja o mais correto ambientalmente, foram realizados a partir dos panoramas da ABRELPE de 2007 a 2010. Além de entrevistas com gestores públicos relacionados ao tema, em busca de soluções que possam viabilizar o seu reaproveitamento, considerando a situação atual do município e suas projeções para os próximos 10 (dez) anos. Considerou-se até 2020 um tempo suficiente para que a nova Política Nacional de resíduos sólidos tenha repercutido seus efeitos, uma vez que são apresentados novos parâmetros de gestão de resíduos sólidos para os municípios brasileiros.

Para melhor compreensão da situação dos catadores do aterro controlado municipal, foi realizada uma visita prévia, como primeiro contato entre pesquisador e campo de pesquisa. Em seguida foram aplicados questionários fechados junto a 26 catadores em uma população total de 40. Esses dados foram tabulados e interpretados, a fim de se entender sua dinâmica diária.

O programa de necessidades foi definido considerando a demanda de resíduos gerados na cidade e com as perspectivas de crescimento. O dimensionamento considerou a reciclagem dos seguintes materiais: plásticos, papel ou papelão, vidros e metais. Após os resíduos orgânicos¹, esses são os mais gerados pela população brasileira, conforme ABRELPE, (2010).

Para atingir as dimensões adequadas dos setores de armazenagem (entrada da produção) e do depósito de produtos finais (saída da produção), procederam-se os cálculos

¹ Os resíduos orgânicos não foram incluídos nessa proposta, devido sua complexidade de tratamento, o que sugere estudos específicos, uma vez que seu tratamento deve apresentar soluções, considerando um grau de contaminação do ar e do solo, elevado. Uma vez que o terreno escolhido para implantação situa-se em frente a um bairro em crescimento.

para dimensionamento utilizando-se dos dados referentes a composição gravimétrica dos resíduos fornecidas pelo departamento de gestão sustentável de resíduos - SEMUR, segundo estudo realizado em 2008. E utilizando-se dos dados das densidades desses resíduos, mostrada em estudos realizados por Silva e Santos, (2009). Foi atingida a cubagem necessária. E fixou-se uma altura de 4m de pé-direito para armazenamento, de modo a se obter a área do ambiente. (ver 4.1.1).

1.5.3 A Arquitetura Bioclimática

As diretrizes se referem aos condicionantes a serem considerados para arquitetura com estudos quanto ao conforto térmico no contexto geral e para as regiões com clima quente e úmido. Para tanto, foram utilizados como base os seguintes autores: (FROTA E SCHIFFER, (2003); LAMBERTS, (1997; 2011); NEVES, (2006); GIVONI, (1992); OLGAYAY, (1963) e a NBR15220- Projeto 02:135.07-001/3- Desempenho térmico de edificações).

Os dados climáticos locais foram obtidos nas Normais Climatológicas do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária (1992). Esses dados se referem às médias das temperaturas que foram medidas ao longo de 29 anos de observação e estudo (de 1961-1990). A partir desses dados e dos condicionantes locais foram definidas as estratégias bioclimáticas ideais.

Quanto aos parâmetros de conforto, se optou pelos índices de conforto térmico de GIVONI (1992), que considera o intervalo de temperaturas entre 18°C a 28°C dentro da zona de conforto. Contudo, até 29°C o conforto térmico é garantido desde que se tenha ventilação adequada.

Além disso, se utilizou as diretrizes descritos na norma NBR15220 - Projeto 02:135.07-001/3 (Desempenho térmico de edificações), que estabelece parâmetros para Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação Externa.

Com o intuito de avaliar a edificação quanto ao desempenho térmico, utilizou-se o método CSTB (*Centre Scientifique et Technique du Batiment*- de Paris), apresentado por Borel (1967) e Croiset (1972), que consiste no calculo do balanço térmico dos ganhos e das perdas de calor. Conforme Frota e Schiffer (2003, p.139) “é o mais aplicável, pois, baseia-se no regime térmico permanente e utiliza-se de dados climáticos disponíveis, e das características dos materiais numa abordagem acessível”. Este método já considera em seus cálculos, o atraso térmico (através da avaliação da inércia da construção) e o fator de calor solar admissível. Da norma se utilizou apenas a análise da Transmitância térmica.

1.5.4 A Proposta Projetual

A proposta arquitetônica teve como subsídios os parâmetros, tanto da dinâmica dos resíduos e da reciclagem, quanto os de conforto térmico para o desenvolvimento do projeto de usina de reciclagem, apresentando racionalização, conforto térmico, funcionalidade, além de possibilitar ao usuário um convívio mais humanizado.

1.6 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA

Este documento encontra-se dividido em 5 (cinco) capítulos, que são sucintamente descritos a seguir:

Capítulo 1 - Esta Introdução com uma breve apresentação do tema, suas considerações iniciais, revisão bibliográfica, justificativa, seus objetivos e metodologia.

Capítulo 2 – Referencial teórico apresentando as principais diretrizes para uma Usina de reciclagem de resíduos sólidos urbanos domiciliares, da arquitetura bioclimática, do contexto mundial ao local.

Capítulo 3 – Estudo da área de intervenção como subsídio a uma proposta que apresente as configurações ideais para tal empreendimento na cidade de Macapá.

Capítulo 4 – Apresentação da proposta de intervenção, através de uma arquitetura sustentável com conceitos bioclimáticos, de uma usina de reciclagem de resíduos sólidos Urbanos domiciliares para o município.

Capítulo 5 – Conclusões apresentando os resultados alcançados, de acordo com os objetivos especificados e a metodologia adotada.

CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 BREVE HISTÓRICO DA RECICLAGEM

O ser humano, desde seus primórdios, sempre viveu em função da retirada de seu sustento da natureza, utilizando seus recursos e sempre devolvendo à mesma, o que não mais lhe serve. Do ponto de vista histórico, “o lixo surgiu no dia em que os homens passaram a viver em grupos, fixando-se em determinados lugares e abandonando os hábitos de andar de lugar em lugar à procura de alimentos ou pastoreando rebanhos”. A partir daí, processos para eliminação do lixo passaram a ser motivo de preocupação, embora as soluções visassem unicamente transferir os resíduos produzidos para locais afastados das aglomerações humanas primitivas. (JUNKES, 2002, p.24).

A palavra vem do inglês *recycle* (*re* = repetir, e *cycle* = ciclo). Na Idade Média, por exemplo, as armaduras e armas dos vencidos eram recicladas pelos vencedores por razões econômicas. Mas “a noção de economizar os recursos naturais do Planeta só surgiu no último quartel do século XX. E, em menos de 20 anos, passou a ser uma atividade industrial com vantagens econômicas, ambientais e sociais” (MEDINA, 2007, P. 279).

Há muito tempo, o lixo não era visto como um problema, pois ele era gerado em menor quantidade, e sua maior parte era composta por materiais biodegradáveis, facilmente transformados pela natureza. No entanto, nos últimos tempos a população cresceu acentuadamente, migrando da área rural para as cidades, seus hábitos mudaram, passando a consumir mais produtos industrializados e, com isso, passaram a existir no lixo as embalagens longa vida, sacos plásticos, isopor, latas, dentre outros; materiais esses que demoram muito para serem degradados, mas que, por outro lado, podem ser reciclados. (ATHAYDE; NOBREGA; ONOFRE, 2009).

O processo de industrialização gerou, sobretudo, a partir da segunda metade da década de 1950, uma crescente produção de bens de consumo duráveis e não duráveis, tornando as cidades centros cada vez mais concentradores de produtores, consumidores e distribuidores e, conseqüentemente, o aumento de diversos tipos de resíduos sólidos. Então, o crescimento populacional em áreas urbanas, em concomitância com o aumento da produção e do consumo, constitui, em seu conjunto, fatores que engendram diariamente significativas quantidades de lixo.

Essa “evolução” tem causado impactos nunca vistos até então. Nesta perspectiva, não somente o lixo, como também, a sua gestão, tornou-se um desafio para a qualidade de vida das populações urbanas. (DELMONT, 2007; OLIVEIRA,2007).

De acordo com Cavalcanti et al. (2007, p.100), “os avanços tecnológicos trouxeram importantes contribuições que possibilitaram o desenvolvimento globalizado da sociedade atual”. Este desenvolvimento resultou numa marcha desenfreada do sistema capitalista ocasionando um distanciamento da relação homem/natureza. Pois,

Ao longo dos anos, a civilização foi se tornando mais complexa, se comportando como se o divórcio com o mundo natural fosse possível. A preocupação primeira era com a construção de um mundo extremamente racional, planejado, controlado e manufaturado. À medida que essa complexidade foi aumentando, nós nos distanciamos das nossas raízes com a terra e perdemos o elo de integração com o restante da natureza. Machado et al., (2004, p.82).

A partir do final da década de 70 segundo Wells (1997) as primeiras ações de reciclagem de lixo associadas a programas de coleta seletiva começaram a surgir no país, sendo que a prefeitura de Pindamonhangaba, no Estado de São Paulo foi pioneira com uma experiência implantada em 1978, e a coleta era realizada com apoio de charretes a tração animal.

Nesse contexto a reciclagem e o serviço de limpeza Urbana vêm se tornando aliadas, pois:

No Brasil, o beneficiamento do lixo é um processo que teve início há cerca de 30 anos, e vem se tornando um aliado muito importante na gestão do Sistema de Limpeza Urbana (SLU). Dessa forma, torna-se assim importante, hoje, conhecer o processo de uma usina de reciclagem e compostagem de lixo urbano (URCL), inserida no sistema de gestão e seu comportamento. Pontes e Cardoso (2006, p.06).

Atualmente a reciclagem é importante para economizar o nosso planeta, gerar empregos e renda e melhorar a qualidade dos processos de produção industriais. Ela é uma atividade em franca expansão em todo o mundo e, como tal, vem sendo bastante supervisionada, em termos técnicos, e regulamentada, em termos ambientais, até mais do que as empresas de ramos tradicionais da produção de matérias-primas, como a siderurgia, a metalurgia e a petroquímica. O mercado de reciclados, ou matérias-primas secundárias, sofre a pressão da concorrência dos preços das matérias-primas primárias. Esse mercado precisa então se organizar garantindo um material competitivo em qualidade e preço. Medina, (2007, p. 278).

Segundo Pereira (2005) a reciclagem já é utilizada no Brasil e em várias partes do mundo pelas indústrias de transformação, sendo que um programa bem conduzido tende a desenvolver na população uma nova mentalidade sobre questões que envolvem a economia e a preservação ambiental, o cidadão acondicionando corretamente o lixo de sua residência passa a se colocar como peça integrante de todo um sistema de preservação do meio ambiente

bem maior e mais concreto do que um mero espectador de todas as campanhas comumente veiculadas em favor da preservação de sua própria espécie.

2.2 A RECICLAGEM E SUA IMPORTÂNCIA

A questão do tratamento dos resíduos sólidos já vem sendo trabalhada há bastante tempo. Como dizia o cientista francês Lavoisier, do século XVIII: “Na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”.

Conforme (DELMONT, 2007, p.25), a reciclagem é resultado de atividades que visam minimizar ou desviar os resíduos de seu destino final para serem utilizados como matéria-prima secundária na manufatura de bens, que antes eram produzidos com matéria-prima virgem.

Este conceito é reforçado com Alencar (2005, p.101) afirmando que a reciclagem é o resultado de uma série de atividades pelas quais os materiais que se tornariam lixo ou que estão no lixo sejam desviados, coletados, separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de novos produtos. O autor afirma, ainda, que a reciclagem pode ser considerada também como um processo de separação e transformação do lixo para sua posterior reutilização.

Para entendermos melhor o objeto em questão, será necessário mostrar alguns conceitos teóricos, apresentados por pesquisadores do tema. A princípio, podemos mostrar as definições de Pontes e Cardoso (2006, p.02), afirmando que “lixo é tudo aquilo que sobra de uma atividade”. Pode ser resultado de uma atividade realizada nas nossas residências (Varrição, restos de comida, de embalagens), nas comunidades e na empresa (Papéis jogados no chão, chicletes, copos descartáveis, palitos de picolé, guimbas de cigarro, folhas e galhos) ou em processos industriais (Borrachas, papel, papelão, madeiras, sucatas, cabos elétricos, finos industriais, restos de construções civis, refratários, etc.). Contudo, o lixo conceitualmente se diferencia dos resíduos:

Existe uma diferença fundamental entre os termos Lixo e Resíduo Sólido; enquanto que o primeiro não possui qualquer tipo de valor, sendo necessário o seu descarte, o segundo pode possuir valor econômico agregado, havendo possibilidade de se estimular o seu aproveitamento dentro de um processo produtivo apropriado. Mas esta comparação só pode ser levada em consideração se o lixo for encarado como um material sem nenhuma utilidade, o que, sem dúvida nenhuma ocorria há algumas décadas atrás, Demajorovic (apud PONTES e CARDOSO, 2006, p.02).

Definições semelhantes são encontradas, como por exemplo: “lixo é um conjunto heterogêneo de resíduos provenientes das atividades humanas, tem importância sanitária, uma

vez que, está envolvido na transmissão de várias doenças”. Por conter em sua distribuição grande quantidade de matéria orgânica, o lixo serve de abrigo e alimento para diversos organismos vivos, tais como: vermes, bactérias, moscas, baratas, ratos e mosquitos (FRITSCH, 2001).

De acordo com Charnock e Wells (1985 apud MUNÓZ, 2002, p.07), existem três formas básicas adotadas pela sociedade urbana para disposição e tratamento dos resíduos sólidos: lixão ou vazadouros, aterro controlado e aterro sanitário. Dando continuidade, Munóz (2002, p.10) aborda que outra forma de tratamento é a reciclagem. Por fim, a Fundação Nacional de Saúde (BRASIL, 2006, p.266) aborda que também deve abranger a incineração.

Basicamente, as diversas bibliografias consultadas (BRITO, 2001; FONSECA, 1999; MANSUR, 1991), apresentam a seguinte definição para o “lixo” doméstico, servindo apenas para fins didáticos, a saber: “Lixo Doméstico ou Residencial – São os resíduos gerados nas atividades de todas as edificações residenciais”.

A classificação quanto à natureza física é muito utilizada quando se trata de reciclagem, compostagem ou coleta seletiva. Sendo agrupados nas duas classes, conforme (FRITSCH, 2006, p. 17):

1- Resíduo Úmido ou Lixo Orgânico – constituído pela matéria orgânica presente no lixo, como restos de comida, folhas de árvores e outros.

2- Resíduo Seco ou Lixo Inorgânico – representado pela fração dos demais componentes do lixo, normalmente constituída de materiais recicláveis e rejeitos inertes.

Os vários resíduos gerados são normalmente encaminhados, sob a responsabilidade do poder municipal, para a disposição em aterros, tais como os resíduos de origem domiciliar ou aqueles com características similares, como os comerciais e os resíduos da limpeza pública (CASTILHOS Jr, 2003).

A questão de melhor tratamento dos resíduos sólidos urbanos vem ganhando importância no mundo e no Brasil. Isso porque não se pode admitir seu tratamento inadequado contribuindo mais ainda com a poluição do meio ambiente. Dessa forma houve a necessidade de definir quem é responsável por tal gerenciamento em nosso país.

A competência legal para organizar, administrar e prestar os serviços públicos de interesse local, segundo a Constituição Federal do Brasil de 1988, em seu artigo 30 é do Município, porém a própria legislação federal prevê situações em que a responsabilidade de deposição final e tratamento fica a cargo do gerador, como é o caso dos resíduos comerciais, industriais hospitalares, etc.

A contribuição da arquitetura está em propor espaços adequados para a atividade da reciclagem. Projetos de Usinas de Reciclagem ainda são recentes no país. Esses projetos

devem receber atenção especial em sua concepção, por tratar de atividades insalubres, dessa forma deve-se estudar a melhor configuração para atender aos seus objetivos.

Segundo Junkes, as usinas de triagem e compostagem, muitas vezes qualificadas como galpões de triagem, podem variar bastante seu *layout* de acordo com o esquema de recebimento e separação dos recicláveis. Como não existe um padrão estático, as etapas clássicas, são: recebimento/estocagem, separação (em esteiras, silos ou mesas/bancadas) e prensagem/enfardamento, podendo ser incluída a coleta seletiva (JUNKES, 2002, p.48).

Pontes e Cardoso (2006) relatam que se pode definir uma Usina de Reciclagem e Compostagem de Lixo¹ urbanos (URCL) apresentando as seguintes vantagens:

A implantação de uma “URCL²” possibilita a geração de empregos diretamente proporcional ao total da demanda de lixo gerada no município, minimiza o envio de lixo para aterro sanitário devido aproveitamento de materiais recicláveis existentes, minimiza a contaminação do Meio Ambiente, minimiza a transmissão de doenças relacionadas com o lixo, minimiza a necessidade de retirada ou extração de matéria prima da natureza em função do aproveitamento de materiais recicláveis e a minimização de enchentes com quedas de barreiras em função de uma maior normalidade na coleta do lixo em ruas e encostas (PONTES e CARDOSO, 2006, p.07, grifo nosso).

De acordo com (MARTINS, 2005, p.29), esse processo de reciclagem de materiais abrange, em geral, três etapas:

I - A COLETA SELETIVA - que pode ser do tipo porta a porta, isto é, o recolhimento de materiais recicláveis pelos serviços de limpeza pública municipal, por empresas privadas, por catadores de rua, ou por outras entidades, diretamente nos domicílios. A coleta pode ocorrer, alternativamente, com participação direta da população; nesse tipo de coleta, conjuntos de contêineres são instalados em diversos pontos da cidade pelo poder público municipal, para que a população deposite ali os recicláveis.

II - A TRIAGEM - é o pré-beneficiamento do material reciclável em galpões, usinas; nessa etapa — pós-coleta — faz-se a seleção dos materiais inorgânicos, de acordo com o tipo de material, e um beneficiamento preliminar, com atividades como lavagem, prensagem e enfardamento. Os materiais considerados sem potencial de reciclabilidade, como alguns inorgânicos que ainda não são vendidos para indústrias recicladoras por questões de viabilidade, ou mesmo materiais orgânicos que vêm misturados aos

¹ Atualmente o lixo se refere apenas aos resíduos sem nenhuma utilidade e que não podem ser reaproveitados. Esses dejetos são encaminhados para serem descartados. Essa diferença entre lixo e resíduo foi apresentada por Demajorovic , (1995), ressaltando que muitos autores ainda utilizam o termo “Lixo”, por isso essa designação aparecerá nas citações desses autores.

²Termo utilizado apenas para fins didáticos. Nossa proposta tratará apenas da reciclagem desses resíduos e não da compostagem.

“recicláveis”, constituem os rejeitos não aproveitáveis, que são, em geral, descartados nos aterros após a seleção;

III - O BENEFICIAMENTO DO MATERIAL - Em uma indústria recicladora, modificando suas características físicas e resultando na fabricação de um novo produto. Quanto à questão da insalubridade dos ambientes de despejo de resíduos. Um dos principais desafios políticos e sociais do fechamento do lixão refere-se à questão dos catadores que vivem em torno do local, ou dependem destes para sobrevivência. A organização destes trabalhadores em cooperativas pode auxiliar na racionalização da coleta seletiva e triagem, reduzindo custos e aumentando o fluxo de materiais recicláveis. O incentivo para formação de cooperativas pode partir da Prefeitura Municipal ou outras instituições sem interesses lucrativos. E que segundo (PAIS, 2009, P. 30; SANTOS, et all, 2006, p. 14). “Os catadores são os principais agentes da coleta seletiva, que infelizmente vivem de forma nômade, vivendo nas ruas”.

De acordo com Pereira (2005, p.19), “a importância da realização de estudos e discussões sobre a problemática dos resíduos sólidos indica avanços na forma de tratamento e no destino final adequado desses rejeitos”. Apesar dos esforços realizados, entende-se que a questão é bastante complexa, exigindo atuação em diversas áreas de atuação e conhecimento que contemplem as questões ambientais, sociais e econômicas, de forma interdisciplinar, que integre a urbanização, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no contexto da sociedade.

Os serviços de limpeza pública, sem o devido acondicionamento do lixo, sem coleta regular e organizada e sem um destino final que atenda aos mínimos parâmetros sanitários, representam um permanente foco transmissor de doenças e degradação ambiental, afetando a qualidade de vida da população. Dar ao lixo uma solução adequada significa melhorar a qualidade do meio ambiente, do solo, do ar e das águas de superfície e subterrâneas, ampliando, inclusive, a possibilidade de exploração da reciclagem (SEPURB, 2001).

Segundo (JUNKES, 2002, p.29), o correto manejo dos resíduos sólidos é certamente um dos principais desafios neste início de milênio. Soluções isoladas e estanques que não contemplam a questão dos resíduos desde o momento de sua geração até a destinação final, passando pelo seu tratamento, mesmo sendo boas, a princípio, não conseguem resolver o problema como um todo. Os principais benefícios da reciclagem são expostos e detalhados no quadro 2.1 a seguir:

Quadro 2.1 - Os principais benefícios proporcionados pela reciclagem

BENEFÍCIOS	PRINCIPAIS BENEFÍCIOS DA RECICLAGEM
	CARACTERÍSTICAS
CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS	Recuperação dos materiais passíveis de serem utilizados nos processos industriais de reprocessamento, incluindo-se aí a reciclagem de nutrientes da fração orgânica pela compostagem para utilização agrícola.
CONSERVAÇÃO DE ENERGIA	Pela recuperação de produtos de uso imediato (reutilizáveis) e de produtos que demandem pouca energia para seu reaproveitamento.
REDUÇÃO DO VOLUME DO LIXO	Pela recuperação do material reciclável volumoso, presente no lixo urbano através de transformações de matéria prima reutilizável.
REDUÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	Na exploração de novas matérias primas os impactos continuariam aumentando. Enquanto com a reciclagem não haverá mais a necessidade de grandes degradações, através de desmatamentos, escavações, aplicação de produtos químicos, etc.
REDUÇÃO DA POLUIÇÃO AMBIENTAL	Incentiva as pessoas a realizarem a seleção e separação por tipos de resíduos. Contribui para a ampliação da educação ambiental e conseqüentemente na diminuição da quantidade de resíduos despejados à céu aberto nas áreas de ressacas, rios, lagos, etc.
AMPLIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO	Apresenta oportunidades de novos empregos. Principalmente para os atuais catadores que podem ser remanejados para a usina de reciclagem como mão de obra. Esses ganhos vão desde os catadores até aos proprietários das fábricas de reciclagem. Além disso, há os ganhos na economia da gestão e transporte de resíduos por parte do poder municipal. Isso configura melhores ganhos e condições de trabalho mais dignas.
ABRE NOVO CICLO ECONÔMICO PARA AS MATÉRIAS-PRIMAS	aqueles produtos que seriam descartados, agora podem apresentar valor agregado, e com isso, conservando de forma sustentável, produtos que seriam extraídos como matéria prima.

Fonte: Junkes, 2002, p.29.

Junkes (2002 p.36) Considera que o maior objetivo de um programa de reciclagem é o componente ambiental por meio da exploração em menor escala dos recursos naturais diante do aproveitamento de materiais recicláveis como matéria- prima de um novo processo de industrialização, além de diminuir o lixo acumulado. Os indicativos mostram o tempo que a natureza leva para decompor materiais recicláveis como: jornais de 2 a 6 semanas; embalagens de papel de 1 a 4 semanas; sacos e copos de plásticos 200 a 450 anos; latas de alumínio 100 a 500 anos; garrafas e vidros por tempo indeterminado, somando prejuízos incalculáveis se ficarem na natureza.

D'Almeida (2000), exemplifica que para cada tonelada de papel reciclado são poupadas aproximadamente 20 árvores que além da preservação das florestas proporcionam

uma economia de energia em torno de 70%, com o plástico chega-se a 50%, portanto, além do retorno em termos ecológicos temos também uma considerável economia de energia e água na produção industrial; também tem vários materiais recicláveis que geram atividade artesanal, possibilitando que inúmeras pessoas tenham o sustento por meio da confecção e comércio desses adornos, brinquedos, acessórios feitos, por exemplo, com plásticos de garrafas reaproveitadas.

A reciclagem se apresenta como uma das melhores alternativas aos grandes impactos causados pelo aumento da geração dos resíduos sólidos Urbanos. Isso porque apresenta a reutilização de materiais que iriam causar danos ao meio ambiente tanto por sua deposição em locais inadequados, quanto pela necessidade de aumento de áreas para sua destinação. Além disso, apresenta oportunidades para os catadores que vivem em condições desumanas nos aterros sanitários. Apresenta condições, em parcerias com órgãos públicos, de funcionarem com investimento relativamente baixo favorecendo principalmente a população com menor qualificação profissional.

De acordo com Nardin; Prochnik e Carvalho (1987) em um estudo para implantação de usinas de reciclagem em municípios pequeno e médio porte aponta o resultado seguinte: A solução encontrada consta de uma usina de reciclagem de lixo, que separa todo o material inorgânico (papel, plástico, metais, vidros) e mói; fermenta o material orgânico, produzindo adubo ou composto orgânico.

Um estudo de caso em Planaltina – DF realizado por Pais (2009) demonstrou que o projeto de uma Usina de Triagem e Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos Domiciliares são tecnicamente viáveis. Apontando que apesar da exigência de grande infraestrutura e equipamentos específicos, o estudo da demanda e o preço do mercado de recicláveis apresentaram indicativos do retorno financeiro satisfatório para a implantação do empreendimento. Afirmando que nesse caso, a pequena distância do centro fornecedor dos resíduos sólidos urbanos até a usina e a existência de coleta seletiva são fatores determinantes para o sucesso do projeto. Além disso, a ausência de usinas de triagem e compostagem deste porte na região, concebidas de forma industrial, também é fator decisivo na implementação do projeto.

Portanto, a questão da disposição final dos resíduos sólidos urbanos é urgente e necessita de providências imediatas, e o maior problema está no fato de que o tratamento e a disposição final destes resíduos envolvem vários agentes (poder público, sociedade civil e setor produtivo), bem como a necessidade de vultosos investimentos para aquisição de equipamentos, treinamento, capacitação e controle de todo o sistema de manejo de resíduos sólidos (MESQUITA, 2007).

2.3 A RECICLAGEM NO CONTEXTO MUNDIAL E BRASILEIRO

As informações apresentadas a seguir mostram um interessante cenário que permite visualizar, pela primeira vez, dados em caráter mundial, os quais possibilitam análises comparativas com a situação brasileira, facilitando o desenvolvimento e o aprimoramento de soluções para o país. (ABRELPE, 2007 p. 01).

No mundo, o lixo é uma das grandes preocupações em função da grande produção de lixo e com cada vez menos locais para se depositar o mesmo, frente aos prejuízos ambientais e sociais provocados pela sua deposição a céu aberto ou aterros sanitários sem controle efetivo. (PONTES E CARDOSO, 2006, P.01).

As quantidades de materiais reciclados na Europa e nos Estados Unidos estão mostradas na Tabela 2.1. Baseado em estatísticas relativas às quantidades de papel, plásticos e vidros recuperados de RSU coletados estima-se que atualmente existam na Europa mais de 50 milhões de toneladas de materiais destinados à reciclagem, 75% dos quais, na Alemanha, França, Grã-Bretanha, Espanha e Itália. (ABRELPE, 2007).

Tabela 2.1 – Quantidades de Materiais Reciclados na Europa e Estados Unidos

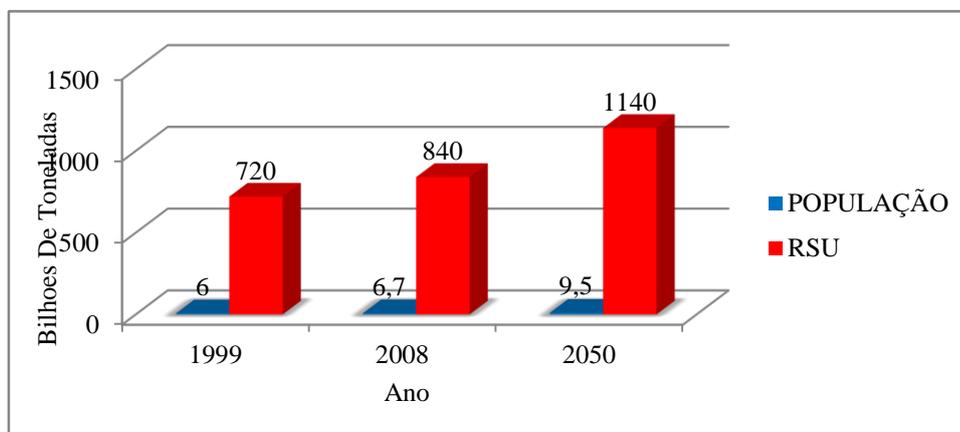
Materiais Reciclados na Europa e Estados Unidos (toneladas x 1000)								
Material	Alemanha	França	Grã-Bretanha	Itália	Espanha	Restante da Europa Ocidental+ Noruega e Suíça	Total Europa	Estados Unidos
Papel e papelão	8.500	5.200	3.700	2.000	3.500	9.800	32.700	40.000
Plásticos	3.850	350	450	350	310	1.200	6.500	1.930
Vidro	3.300	2.000	1.500	1.000	510	1.690	10.000	2.350
Metais	1.204	1750	75	278	121	797	3.975	1.750
Total	16.854	9.300	5.725	3.628	4.441	13.487	53.175	46.030

Fonte: adaptação pelos autores, do Panorama dos Resíduos Mundial (ABRELPE, 2007).

O gerenciamento dos resíduos é um dos grandes desafios dos governos no mundo. Tratar essa questão, principalmente no que diz respeito à disposição final dos resíduos, é um problema tanto dos países desenvolvidos como dos países em desenvolvimento. A figura 2.1, mostra uma estimativa conservadora realizada pela UNEP (United Nations Environment Programme), calculada a partir dos dados de 1999 para 2008 e 2050, mantendo a média

mundial de 0,33kg/habitante/dia (720 bilhões de toneladas de lixo -produzido anualmente - divididas por 06 bilhões de pessoas - população mundial em 1999 - e divididas por 365 dias no ano).

Figura 2.1 - Estimativa de Crescimento Demográfico Mundial versus Resíduos Sólidos Urbanos no Mundo (em bilhões de pessoas e bilhões de toneladas/ano)



Fonte: adaptado de (NALINI, 2008) e Crescimento Demográfico Mundial, SEBRAE - Palestra sobre Desenvolvimento Sustentável da Professora Sílvia Maria Sartor no Sebrae-SP, 2008. Estimativa do lixo produzido foi calculada com base no relatório da UNEP (United Nations Environment Programme, 2008).

A estimativa nos leva de 720 bilhões de toneladas de lixo urbano em 1999 para 1140 bilhões em 2050, ou um crescimento de aproximadamente 60%. Porém sabemos que à medida que os países se desenvolvem, cresce o volume de resíduos gerados. A China atualmente com 1,3 bilhão de habitantes e crescendo a uma taxa aproximada de 10% ao ano, pode causar um grande impacto nessa média de 0,33kg/habitante/dia, elevando ainda mais a estimativa de lixo gerado para 2050. (NALINI, 2008 p. 32).

Os Estados Unidos em 2001 se apresenta como a nação que mais gera resíduos sólidos urbanos por habitante, porém, não é o primeiro em termos de reciclagem. De maneira geral, países como a “Alemanha, França, Itália, Suécia e Reino Unido diminuíram a destinação de seus resíduos sólidos para aterros ou incineração com recuperação de energia, e ampliaram a participação da reciclagem”. (NALINI, 2008 p. 33).

O maior crescimento do índice de reciclagem foi da Suécia que investiu em novas técnicas que utilizam materiais recicláveis e pesquisas alternativas para materiais reciclados. Vale destacar, também que o Japão reciclou 15% dos resíduos sólidos urbanos gerados em 2001. Já no modelo Alemão cerca de 50% dos resíduos sólidos produzidos são reciclados; e a China, que definiu um plano plurianual (2001 a 2005), no qual metas de reciclagem por tipo de produto foram estabelecidas e cumpridas.

Na América Latina (AL), a geração de resíduos sólidos é um dos principais problemas ambientais enfrentados pela sociedade. Considerando que a humanidade utiliza

cerca de 40% de todos os recursos primários do planeta, tem-se que uma parcela significativa de resíduos sólidos é gerada diariamente, como resultado da conversão desses recursos. O processo de urbanização, aliado ao consumo crescente de produtos menos duráveis e/ou descartáveis, também vem provocando um aumento do volume e diversificação dos resíduos sólidos gerados. No ano de 1995, a população urbana da AL produziu cerca de 330.000 toneladas de resíduos sólidos diariamente. As três maiores cidades - Cidade do México, São Paulo e Buenos Aires – produzem juntas 50% desse total. (NALINI, 2008 p. 34).

A quantidade de resíduos sólidos gerada per capita mais que dobrou nos últimos 30 anos, passando de 0,2 a 0,5 kg/dia para 0,5 a 2 kg/dia, com uma média na região de 0,92 kg/dia. A maior parte das cidades de maior densidade demográfica apresentam valores acima dessa média, por exemplo: São Paulo (1,35), Caracas (1,17), Cidade do Panamá (0,96) e San José (0,96). (NALINI, 2008 p. 35).

Vale também destacar que, dos mais de 06 bilhões de habitantes do planeta (em 2008), cerca de 420 milhões vivem em países que não dispõem mais de terras agrícolas per capita suficientes para cultivar seus alimentos. Esta situação coloca os países mais pobres deste grupo em condições de dependência bastante preocupantes, o que força estas nações a importar alimentos.

Quanto à questão ambiental, o Relatório Planeta Vivo, publicado pela WWF (World Wild Foundation)³ em 2002, utiliza o conceito de “pegada ecológica” para qualificar a pressão populacional sobre o ambiente natural. Desenvolveu-se um método para medir o uso de recursos naturais. Constatou-se a partir deste instrumento que, devido ao tamanho da população mundial e de suas necessidades de alimentação básica, em nível de consumo de recursos, das tecnologias utilizadas e da quantidade de resíduos gerados, já foi ultrapassada em 20 por cento a capacidade de suporte da Terra. Ou seja, as sociedades estão usando mais recursos naturais do que o planeta é capaz de repor.

A reciclagem de resíduos sólidos tem crescido cada vez mais e assumido um papel estratégico para os países que a praticam. No Brasil este reconhecimento pôde ser observado pelo fato de que o IBGE, desde 2003, já ter atribuído em sua Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) o 37º ramo da atividade industrial referente à reciclagem. Segundo o Cadastro Central de Empresas do IBGE, existem no país **3.544** empresas que praticam a reciclagem de materiais. Desde 1996, quando havia apenas 899 empresas, houve um crescimento de 394% no número de estabelecimentos que efetuam este tipo de transformação.

³Relatório Planeta Vivo, 2002. Disponível em <http://www.wwf.org.br>.

Ao observar a Pesquisa Industrial Anual (PIA) – Empresa, estas unidades representavam em 1996 0,1% do total de empresas existentes no país, saltando em 2004 para 0,43% do total, apresentando um forte crescimento nessa direção. Tais empresas, em conjunto, chegam a empregar aproximadamente 24,5 mil pessoas. Conforme este levantamento pioneiro observado na PIA Empresa, verifica-se ainda uma grande concentração dessa atividade na região sudeste. Contudo, diante do grande dinamismo do setor, essa situação pode sofrer alterações em menor período de tempo do que são atualizadas as pesquisas do IBGE. (DELMONT, 2007).

Essa distribuição revela que 90% das recicladoras estão localizadas do centro-oeste para o sul do país, com forte participação na região sudeste. Essa regionalização pode, inicialmente, ser compreendida, pois, estas regiões apresentam a maior participação no PIB brasileiro. Porém, quando se compara a distribuição da população pelo território nacional com as indústrias que praticam a reciclagem evidencia-se que o Sul apresenta uma forte participação, com 32% das empresas contra 15% da população. Com menos força relativa está a região nordeste com quase 30% da população e 13% das empresas de reciclagem. Já a região sudeste possui uma posição considerada mediana, pois apresenta 43% da população contra 45% das empresas.

Segundo Medina (2007), o sul do país apresenta essa forte participação devido ao pioneirismo que esta região possui nas questões relacionadas à elaboração de políticas públicas para a melhoria do meio ambiente. A cidade de Curitiba, capital do Paraná, é pioneira em implantar a coleta seletiva através do programa “lixo que não é lixo”. Esta iniciativa foi seguida pelos estados da região sudeste, que, pelo seu peso econômico na economia nacional, logo passou a assumir uma posição vantajosa em relação à região sul. Em relação à reciclagem total, no ano de 2004 foram recicladas cerca de 27,7 toneladas de resíduos que, em termos monetários, apresentam um resultado na transformação industrial de R\$ 302 milhões, representando cerca de 1% do valor da transformação industrial constante nos 37 setores da PIA Empresa e Produto para o referido período.

Atualmente, há no país 135 fabricantes recicladores - a maioria atua nos estados de São Paulo, Santa Catarina, Minas Gerais e Paraná. Conforme estimativas da Associação Nacional dos Aparistas de Papel/ ANAP, somente nas regiões Sul e Sudeste, mais de 1 milhão de empregos estão direta ou indiretamente ligados ao setor. Com esse desempenho, o Brasil continua figurando entre as dez nações com maior taxa de reciclagem de papel no mundo. E ficando em primeiro lugar, na escala mundial, de reciclagem de Latas de alumínio apresentando 98,2% de reciclagem do consumo desse material. E o volume de energia poupada em 2004 – cerca de 1.700 GWh - é suficiente para abastecer uma cidade de mais de 1

milhão de habitantes como Campinas, no interior de São Paulo. Com a reciclagem, deixou-se de extrair 600 mil toneladas de minério em 2005. (DELMONT, 2007).

A destinação final dos resíduos sólidos vem diminuindo em face do crescimento da produção dos resíduos. Pois, no Brasil, em 2009 cerca de 43,2% de resíduos apresentavam destino final inadequado. E em 2010 esse percentual passou para 42,4%, caindo 0,8% em 1 ano. Enquanto o índice per capita de geração de RSU passou de 1,152 Kg/hab./dia, em 2009, para 1,213 kg por habitante por dia, em 2010.

Numa análise geral, observou-se que o Brasil produz aproximadamente 195.090 mil toneladas de resíduos por dia. E que somente 57,6% vão para aterros sanitários, o que ainda não é um dos melhores destinos finais. Desse total são reciclados: aproximadamente **98%** do alumínio, (principalmente as Latas); **55%** do plástico (principalmente o PET); **45%** do papel e **47%** do vidro consumido. Mas, considerando todas as categorias de resíduos urbanos – domiciliares, comerciais, hospitalares, industriais, orgânicos, etc. - Apenas **2%** dos mesmos de todo o Brasil é reciclado. Um quadro que precisa ser revertido. (ABRELPE, 2010-grifos nossos).

A gestão de resíduos sólidos no Brasil ainda encontra diversos obstáculos, principalmente nos grandes centros urbanos. No Brasil os índices de geração e coleta de RSU por habitante de (2009/2010) aumentaram 6,8%, enquanto o crescimento populacional do foi de 2,16% ou seja, a população brasileira o está produzindo num índice mais de três vezes mais do que o crescimento populacional, demonstrando a necessidade de adoção imediata de um sistema integrado e sustentável de gestão de resíduos, a fim de frear esse percentual. Esse aumento da produção é reflexo do aquecimento da economia no Brasil, que devido o aumento do poder aquisitivo da população, a mesma passou a consumir mais e por consequência a gerar mais resíduos.

Como observado, a reciclagem se apresenta como uma excelente forma de solucionar os problemas relacionados à má disposição de resíduos sólidos urbanos, na medida em que apresenta soluções que possuem em seu teor impactos diretos nos três pilares da sustentabilidade; social, ambiental e econômico.

Com a chegada da Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei Federal nº. 12.305/2010 - no ordenamento jurídico brasileiro, e sua integração à Política Nacional de Meio Ambiente e à Política de Saneamento Básico, completou-se o arcabouço regulatório necessário para propiciar o desenvolvimento da gestão de resíduos no Brasil. Porém, implicará, necessariamente, na exigência, por parte dos municípios, de posturas muito diferente das que vem sendo adotadas. O Brasil possui agora um sistema de regulação que estabelece de maneira ampla os princípios, os objetivos e as diretrizes aplicáveis à gestão

integrada e ao gerenciamento dos resíduos sólidos, e que disciplina as responsabilidades dos geradores e do poder público. (ABRELPE, 2010, p. 15).

2.4 CONTEXTO LOCAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A partir dos dados dos Panoramas de 2007 à 2010, foi elaborada a tabela 2.2 resumo com adaptações desses dados para o Brasil, Região Norte, Amapá e Macapá:

Tabela 2.2 - Crescimento Populacional Urbana e da Geração e Coleta De RSU no Brasil, Região Norte, Amapá e Macapá 2010

GERAÇÃO E COLETA DE RSU AMAPÁ E MACAPÁ						
Local	Ano	População Urbana (Hab.)	RSU Gerado(kg/h ab./dia)	RSU Coletado (kg/hab./dia)	RSU Gerado (T/dia)	RSU Coletado (T/dia)
Brasil	2007	152.496.807	1,106	0,924	168.653	140.911
	2008	157.037.300	1,080	0,950	169.658	149.199
	2009	158.657.883	1,152	1,015	182.728	161.084
	2010	160.879.708	1,213	1,079	195.090	173.583
Região Norte	2007	10.935.406	0,992	0,730	10.846	7.978
	2008	11.314.869	1,002	0,788	11.333	8.919
	2009	11.482.246	1,051	0,842	12.072	9.672
	2010	11.663.184	1,108	0,911	12.920	10.623
Amapá	2007				353	
	2008	565.073	0,703	0,68	397	385
	2009	577.072	0,773	0,753	446	435
	2010	600.561	0,834	0,808	501	485
Macapá	2007	343.271	0,82	0,80	283	275
	2008	358.100	0,76	0,74	273	263
	2009	365.545	0,775	0,752	283	274,8
	2010	380.937	1,003	0,974	382	370,9

Fonte: Pesquisa ABRELPE 2007-2010 e IBGE (Censos 2007-2010), adaptado pelos autores 2011.

Nessa estimativa de crescimento mostra que a geração de RSU é bem maior que o crescimento populacional, o que demanda de melhores proposições e maiores áreas para seu tratamento. Isso mostra o quanto ainda precisa ser expandido e aprimorado os sistemas de coleta e tratamento dos resíduos urbanos. Pois, para se ter uma noção da situação em nosso estado: somente em Macapá no ano de 2010 foram coletados cerca de 92.770,96 toneladas de resíduos domiciliares. (SEMUR, 2010).

Em relação ao destino desses resíduos para os lixões, em Macapá, até o ano de 1998 apresentava um lixão à céu aberto situado ao longo da Rod BR156, Km 05. Esse lixão não apresentava de controle ou monitoramento desses resíduos, funcionando de forma precária.

Com o avanço da cidade em direção à Zona Norte, houve a transferência desse lixão, pois, já estava bastante próximo da Zona urbana Habitada, tornando-se um problema de

saúde pública. Dessa forma o lixão passou a funcionar no Km 14 da mesma Rodovia. Só a partir de 1998, passou para a categoria de aterro controlado (Figuras 2.2 e 2.3).

Figura 2.2: Situação atual do aterro controlado de Macapá situado na Rod BR156, Km 14



Fonte: Produção dos autores, 2011.

Figura 2.3: Abrigo para os catadores



Fonte: Produção dos autores, 2011.

Atualmente esse aterro se encontra em obras de ampliação e adaptação para receber um maior número de resíduos e apresentar um tratamento mais adequado com controle e monitoramento.

Nesse espaço há a presença de catadores que sobrevivem em busca de restos de resíduos. Essas pessoas vivem de forma desumana, sem nenhuma estrutura para desempenharem seus trabalhos. Atuam homens, mulheres, jovens, adultos, onde a estrutura familiar se volta à essa atividade “econômica”. Além disso, há a questão da insalubridade desse local, onde essas pessoas ficam expostas a adquirirem doenças por vetores (pragas, roedores, etc.) e por resíduos contaminados; bem como a alta exposição às radiações solares a qual esses catadores estão submetidos. Essa configuração requer medidas emergenciais, tanto em relação à questão da saúde pública, quanto para melhores condições de sobrevivência. Há a necessidade de um espaço adequado e humanamente digno, que apresente conforto e possibilidade de rendimento econômico à essas pessoas.

2.5 CONFORTO AMBIENTAL

O homem é um animal homeotérmico. Seu organismo é mantido a uma temperatura interna sensivelmente constante. Essa temperatura é da ordem de 37°C, com limites muito estreitos — entre 36,1 e 37,2°C —, sendo 32°C o limite inferior e 42°C o limite superior para sobrevivência, em estado de enfermidade. O organismo, através do metabolismo, adquire energia. Cerca de 20% dessa energia é transformada em potencialidade de trabalho. Então, termodinamicamente falando, a “máquina humana” tem um rendimento

muito baixo. A parcela restante, cerca de 80%, se transforma em calor, que deve ser dissipado para que o organismo seja mantido em equilíbrio. (FROTA & SCHIFFER, 2003 P.19).

A termoregulação visa evitar efeitos danosos causados pela temperatura e possibilita o funcionamento corporal nas mais diversas condições ambientais. O clima é diferente nas diversas regiões da Terra, mas o ser humano é biologicamente parecido em todo o mundo. No entanto, ele se adapta a diferentes condições climáticas se utilizando de mecanismos culturais como: Vestimenta, Arquitetura e Tecnologia. A exposição a temperaturas adversas pode levar à morte por um conjunto de fatores, tais como a desnaturação de proteínas; inativação de enzimas; suprimento insuficiente de oxigênio; efeitos em diferentes reações metabólicas; alteração na estrutura das membranas. (STILPEN, 2007 p. 57).

Daí a necessidade de melhores condições de trabalho, que apresente condições aceitáveis de conforto e qualidade em seus ambientes de trabalho, alcançado através de soluções arquitetônicas comprometidas com o bem-estar social de seus usuários. A oportunidade de reciclagem dos resíduos, além de apresentar imensuráveis ganhos ambientais, se mostra como alternativa para a reorganização social dos catadores de resíduos que vivem em condições desumanas nos lixões.

De acordo com (MIQUELIN, 1992), as pessoas devem se sentir satisfeitas nos ambientes onde se encontram. A arquitetura é responsável pela criação de espaços confortáveis. Quanto melhor a condição do ambiente, menor o esforço físico que o ser humano terá de fazer para se adaptar a alguma atividade.

O conforto ambiental está intimamente ligado ao ser humano, e por esta razão tem um papel decisivo na concepção de projetos arquitetônicos, que têm como objetivo, atender as necessidades referentes às condições de conforto térmico, luminoso, acústico e de ventilação, que são de fundamental importância à satisfação do homem. Dessa forma, neste trabalho foi abordada apenas a questão térmica como análise, devido à complexidade do projeto proposto, mas fica registrado que se devem utilizar todas as condicionantes citadas acima para projetar um recinto e oferecer dessa forma um lugar agradável aos usuários. Por isso, projetar um espaço arquitetônico, que tenha qualidades ambientais é essencial no mundo contemporâneo, com isso são abordados alguns conceitos referentes ao conforto ambiental. Teixeira, (2008).

A qualidade do espaço é medida pela sua temperatura, sua iluminação, seu ambiente, e o modo pelo qual o espaço é servido de luz, ar e som, e deve ser incorporado ao conceito de espaço em si. Desse modo, acredita-se na importância de se levar em consideração conceitos relacionados ao conforto e vinculá-los aos projetos no que refere à qualidade do espaço construído, tendo em vista que as condições climáticas estão presentes no

cotidiano das pessoas. Por isso, a arquitetura tem como objetivo principal oferecer as melhores condições de habitabilidade e permanência, para tanto, isto deve ser feito respeitando as condições naturais do local.

Deve ser considerada a relevância de se tirar proveito dos condicionantes naturais e não interpretá-las como empecilho na concepção do elemento arquitetonicamente construído, já que em um projeto não é exigido apenas a condição funcional do edifício, mas também se considera a estética e os níveis de conforto adequado à permanência do homem.

2.5.1 Acústica

A condição acústica interna e externa também é um elemento que influencia no conforto dos indivíduos, por isso deve haver uma preocupação sobre esse fator que depende do uso a que será destinado a edificação, como veremos abaixo.

Na arquitetura, a acústica deve garantir ao homem proteção contra ruídos, tendo em vista a tranquilidade, saúde e a capacidade de trabalho do indivíduo. Através de um bom condicionamento acústico do ambiente, visando uma boa audição. Com isso, o estudo do conforto acústico atualmente vislumbra um destaque considerável no trabalho do arquiteto. Uma vez que as cidades crescem fisicamente, os ruídos aumentam, na mesma proporção trazendo diversos males para saúde da população.

O Arquiteto que trabalha as questões acústicas tem como dever primordial apresentar para o seu cliente a importância e os benefícios do projeto acústico. Como os sons e as atividades internas e do entorno podem interferir no projeto, chegando até a serem prejudiciais a saúde. O arquiteto também terá que ser capaz de distinguir quais os sons que devem ser considerados ruídos ou não. Assim, já na fase preliminar de levantamento de dados do projeto, onde são analisadas às atividades e à ocupação do solo, à localização e às características do tráfego urbano, à conformação topográfica, o posicionamento e às características das edificações vizinhas, notando-se das áreas mais sensíveis ao projeto e das eventuais. A todos esses dados levantados são adquiridos observações e significados acústicos. Como justifica Souza, et al “[...] Chama-se atenção para a importância de o arquiteto desenvolver sua sensibilidade acústica para que possa tomar decisões projetuais acertadas. Ouvir a Arquitetura!” (SOUZA, et al, 2006, p.47).

Como já foi dito, com o crescimento do meio urbano e da mecanização da vida moderna, a tendência é de cada vez mais se agravarem os problemas acústicos. Por isso, acredita-se que também é necessário considerar medidas referentes ao planejamento

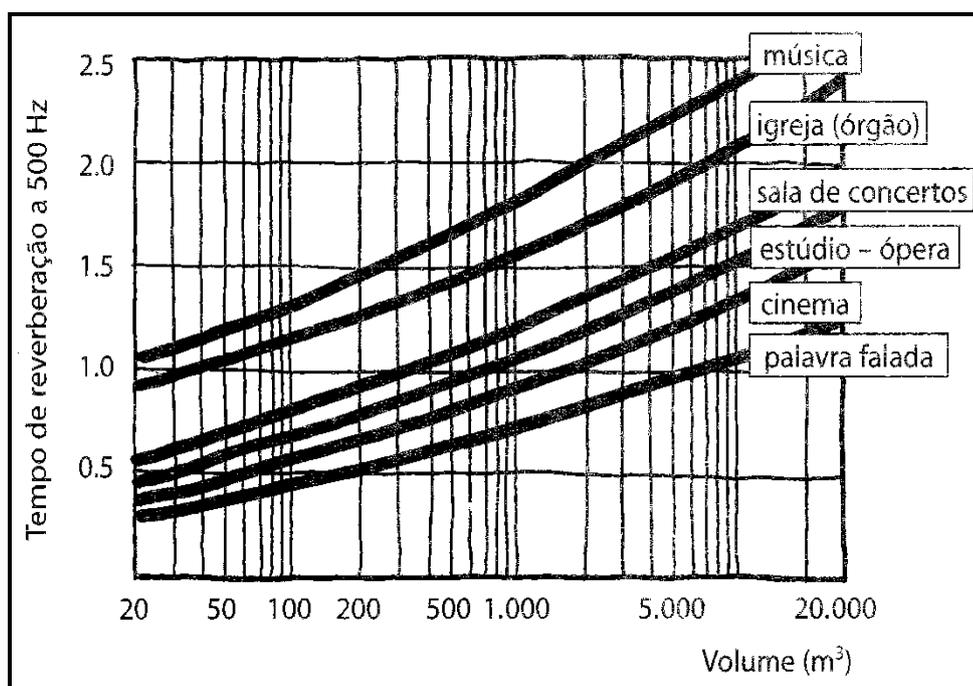
urbanístico para que sejam minimizados tais problemas. Como afirma Newman (1960, p. 1), que: A solução integral para tal problema, só pode ser conseguida mediante um planejamento orgânico, que implicaria na transformação radical da cidade. Com este pensamento nota-se o quanto é relevante analisar à acústica no meio urbano das cidades. Entretanto, essa é uma questão muito distante da realidade brasileira, visto que os investimentos voltados a acústica urbana são poucos, muitas vezes, quase inexistentes.

Outra variável que influencia na acústica do recinto é o volume, porque este estará diretamente ligado ao tempo de reverberação do local. Segundo Souza (ett all, 2006, p.134):

Para cada tipo de sala existe um tempo de reverberação (TR) apropriado, com base no volume da sala e nas frequências sonoras das fontes. Esse tempo é chamado de tempo ótimo de reverberação. [...] Toda vez que se tem o objetivo de adequar o ambiente acusticamente, deve-se procurar obter um Tempo de reverberação próximo aquele que é considerado ótimo para a função da sala. Souza, (ett all, 2006, p.134).

O tempo de reverberação ideal, segundo a norma ABNT - NBR 12179 de 1992 pode ser encontrado através de um ábaco ou gráfico do tempo de reverberação, apenas possuindo o volume da sala e o uso que este espaço é destinado. Entende-se com isso, que é preciso considerar o gráfico a seguir, para determinar o tempo de reverberação (Figura 2.4):

Figura 2.4 - Gráfico do tempo de reverberação para os diferentes usos



Fonte: NBR 12179 de 1992, adaptado por SOUZA ett all, (2006, P.134).

Como parâmetros para levantamento utilizam-se também as normas que regem tanto os índices ideais por ambiente (NBR 10152 - Níveis de ruído para conforto acústico) e o

procedimento de levantamento (NBR 10151 – Avaliação de ruídos em áreas habitadas visando o conforto da comunidade – procedimentos). Um exemplo que podemos dar é para auditórios (tabela 2.3), segundo a NBR 10152.

Tabela 2.3 - Tabela de índice de pressão sonora em Auditórios

LOCAL	db(A)	NC
Salas de concertos, Teatros	30 - 40	25 - 30
Salas de conferências, Cinemas, Salas de uso múltiplo	35 - 45	30 – 35

Fonte: NBR 10152.

O nível ideal para cinemas esta no intervalo de 35 a 45 decibéis, isso significa que qualquer valor muito distante deste prejudica gradualmente a exibição de filmes além de ser danosa a saúde do usuário.

No que se refere ao condicionamento acústico dos recintos fechados, visa-se a boa audição destes locais dependendo do tipo de uso como, nesses ambientes é preciso considerar os ruídos produzidos no interior dos edifícios que são provenientes da própria voz humana e de fontes sonoras como alto-falantes, entre outros. Com isso, o objetivo da acústica arquitetônica estar em dotar esses espaços por uma reverberação adequada, através da absorção de certa quantidade de sons que permanecem no ambiente por um longo período – sons esses ocasionados por reflexões sucessivas que se sobrepõem dificultando o entendimento, para que se obtenha um bom e satisfatório conforto acústico.

Para combater esse mal inevitável, que são os péssimos condicionamentos acústicos, diversos materiais, podem ser aplicados de modo a atenuar significativamente a percepção do ser humano em relação ao ruído. Mediante a uma cuidadosa seleção de materiais e procedimentos de construção. Vale ressaltar que embora esses materiais (absorvedores e isolantes) tenham sua eficácia comprovada, não se pode esquecer que com a simples decisões de partido se consegue atenuar os ruídos, muitas vezes sendo dispensáveis esses materiais, ou diminuindo bastante seu uso.

2.5.2 Geometria da Insolação

A correta escolha do elemento de proteção em um edifício tem como a consideração mais importante controlar a incidência de radiação solar direta para o interior dos ambientes, sobretudo, aqueles provenientes de aberturas com fechamento em vidro ou outros materiais que permitem a penetração dessas radiações. Por isso, é necessário levar em

conta a geometria da insolação, já que com a localização do sol na abóbada celeste é possível determinara posição deste em diferentes épocas do ano e em diferentes horários. Para tanto, será abordado aqui o contexto referente à questão da geometria da insolação em clima quente. Conforme Frota e Schiffer (2003):

Em regiões onde o clima é predominantemente quente, deve-se evitar que a radiação solar direta atinja as construções e penetre excessivamente nos ambientes, prevenindo-se, assim, ganhos demasiados de calor. Para proteger a envoltória de uma edificação, seja com elementos construídos, seja com vegetação, é necessário poder-se determinar a posição do Sol, para o local em questão, na época do ano em que se deseja barrar seus raios diretos. Dessa forma, para se que se tenham essas condições de proteção tem-se que recorrer a algumas noções básicas da Geometria da Insolação, a qual possibilitará determinar, graficamente, os ângulos de incidência do Sol, em função da latitude, da hora e da época do ano. (FROTA & SCHIFFER, 2003 p.75).

Evitar que uma parcela considerável de radiação solar penetre no interior da edificação é de fundamental importância para que diminua os ganhos de calor no local. Todavia, é preciso fazer um estudo criterioso do movimento aparente do sol para que sejam usadas da forma correta essas informações.

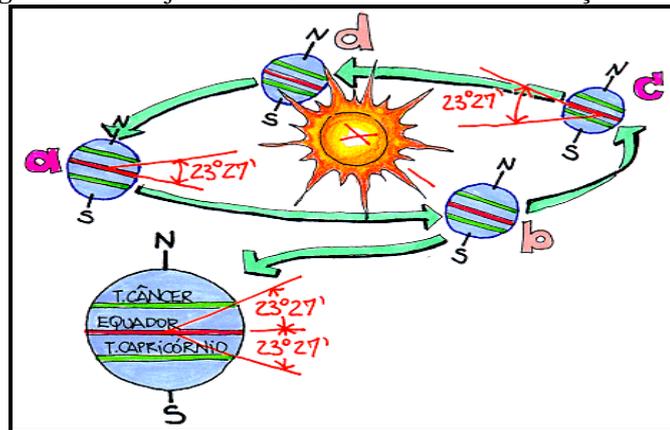
Essa trajetória percorrida pelo Sol varia ao longo do dia e do ano e possibilita o conhecimento da direção dos raios e da potência da radiação solar para cada orientação. “Esse movimento diário do Sol percebido na esfera celeste como circunferência é denominado *trajetória aparente do Sol*”. Por conseguinte, pode-se conhecer a quantidade de radiação exposta em cada fachada, e com isso seja dimensionada e calculada a forma das proteções (beirais, brise soleil, etc.). Mas para que isso ocorra é necessário compreender a geometria da insolação. Frota e Schiffer, (2003, p.81).

De acordo com (LAMBERTS et al, 2011, p.23), “a radiação solar é uma onda eletromagnética curta, responsável pela energia no planeta por ser sua principal fonte”. A trajetória elíptica da Terra ao redor do Sol, em conjunto com o movimento de rotação da terra determinam as variações na intensidade da radiação ao longo do ano e durante o dia, respectivamente.

A radiação solar, quando atinge a atmosfera terrestre, é dividida entre a porção direta e difusa. A radiação direta, como diz o próprio nome, é a parcela que atinge diretamente a terra. A radiação difusa é a parcela que sofre um espalhamento pelas nuvens e pelas partículas da atmosfera, sendo refletida na abóbada celeste e nas nuvens e re-irradiada para a terra. Um céu muito nublado pode apresentar uma parcela de radiação difusa maior que a parcela direta, enquanto o céu claro, sem nuvens, apresenta uma parcela maior da radiação direta. (LAMBERTS et al, 2011, p.24).

Dessa forma, as estações do ano são definidas pelo movimento de translação da terra ao redor do sol. A trajetória elíptica diferencia o outono (d) e primavera (b) do inverno (a) e verão (c), enquanto a inclinação do eixo de rotação da terra em relação ao plano do equador ($23^{\circ}27'$) diferencia o verão do inverno (Figura 2.5). As regiões que mais recebem a radiação solar localizam-se entre os trópicos: Câncer, no hemisfério norte e Capricórnio, no hemisfério sul. Sob o ponto de vista do observador, o sol se movimenta entre estas regiões, limitado pelos solstícios de verão e inverno. (LAMBERTS et al, 2011, p.23)

Figura 2.5 - Trajetória do Sol diferenciando as estações do ano



Fonte: Lamberts, 2011, p.24.

Segundo Frota e Schiffer (2003, p.81) “No solstício de verão tem-se sempre o dia mais longo do ano e no de inverno, o mais curto, menos no plano do Equador. Equinócio é a denominação que se dá àquelas datas do ano onde o dia tem a mesma duração que a noite”.

Em climas frios, a penetração da radiação direta nos ambientes internos é desejável para promover aquecimento, ao contrário de climas quentes, onde a porção direta deve ser evitada, sendo somente a radiação difusa desejável para promover a iluminação do ambiente. (LAMBERTS et al, 2011, p.24)

Na prática, para um determinado observador na Terra, o movimento aparente do Sol é descrito como uma série sucessiva de circunferência na esfera celeste, paralelas ao equador celeste, com inclinações sobre o plano do horizonte variando em função da latitude deste observador.

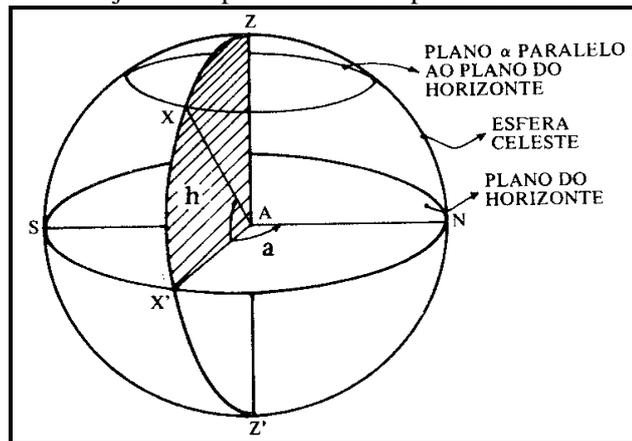
2.5.2.1 Altura e Azimute Solar

Para um observador em uma dada latitude da Terra, a posição de um corpo celeste em relação ao seu plano do horizonte pode ser perfeitamente determinada a partir de dois ângulos: a altura e o azimute. Ilustrado na Figura 2.6, por ela se pode passar um plano, que

contém o observador A e que é perpendicular ao seu plano do horizonte. A linha AX' corresponde à projeção AX no plano do horizonte do observador. A altura (h) é medida a partir do plano do horizonte do observador, indicando, assim, quantos graus acima deste plano o corpo celeste é visível ao observador (arco XX'). (FROTA E SCHIFFER 2003, p.79).

O azimute (a) é medido no plano do horizonte, a partir da direção norte (arco NX'). Deste modo indicará quantos graus, à direita do norte do observador, passa o plano perpendicular ao do horizonte, que contém a estrela X e o observador A.

Figura 2.6 - Trajetórias aparentes do Sol para latitude 0° no Equador



Fonte: Frota e Schiffer (2003, p.79).

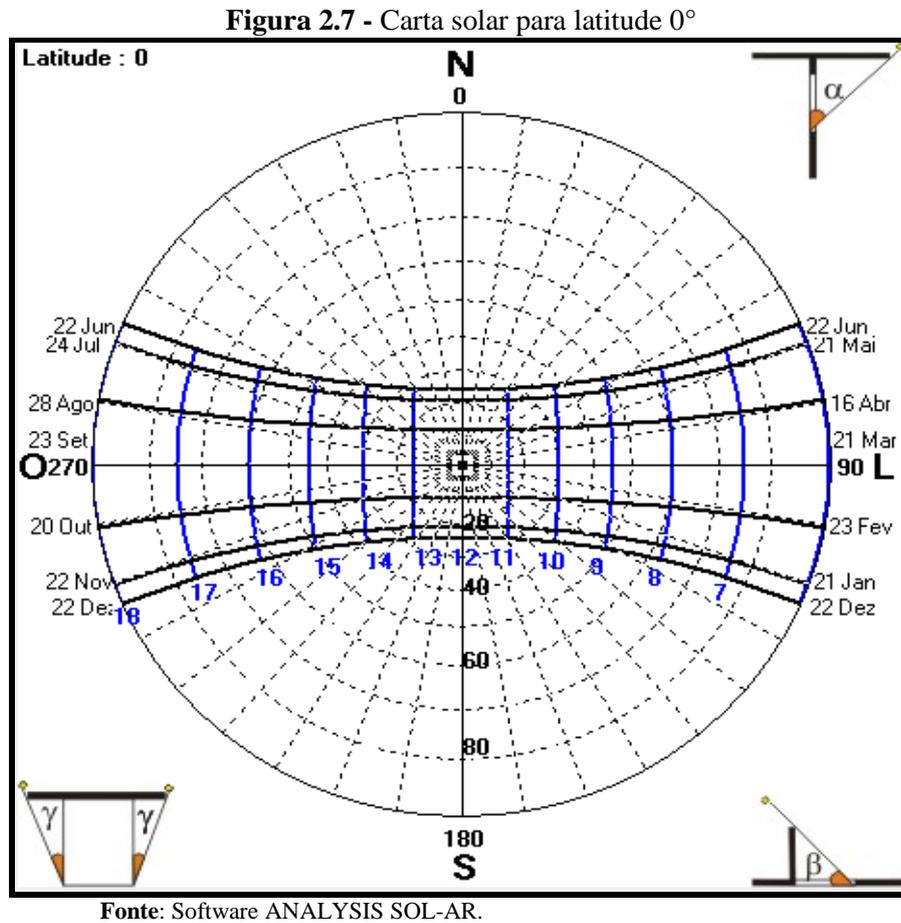
A posição horária do Sol é também determinada a partir de ângulos azimutais e das alturas, em função da latitude do observador. A latitude, como foi visto, determinará a posição dos pólos celestes e, conseqüentemente, das direções norte-sul e Leste-Oeste do observador. O azimute solar (a) é a medida angular tomada a partir da orientação norte do observador. A altura solar (h) se relaciona com a hora do dia. Ao nascer do sol, sua altura é igual à zero, aumentando esse valor até atingir um máximo ao meio-dia. Após esse horário, a altura solar passará a decrescer de valor até igualar-se a zero. (Op cit. 2003, p.79).

Assim, para efeitos práticos imagina-se que o Sol localiza-se, ao longo do dia, em planos sucessivos, paralelos ao plano do horizonte do observador. O valor da altura solar será então dado pelo ângulo h, indicado na Figura 2.6, como sendo aquele entre o plano do horizonte e o plano α , que contém o Sol em um determinado instante.

2.5.2.2 Diagramas Solares

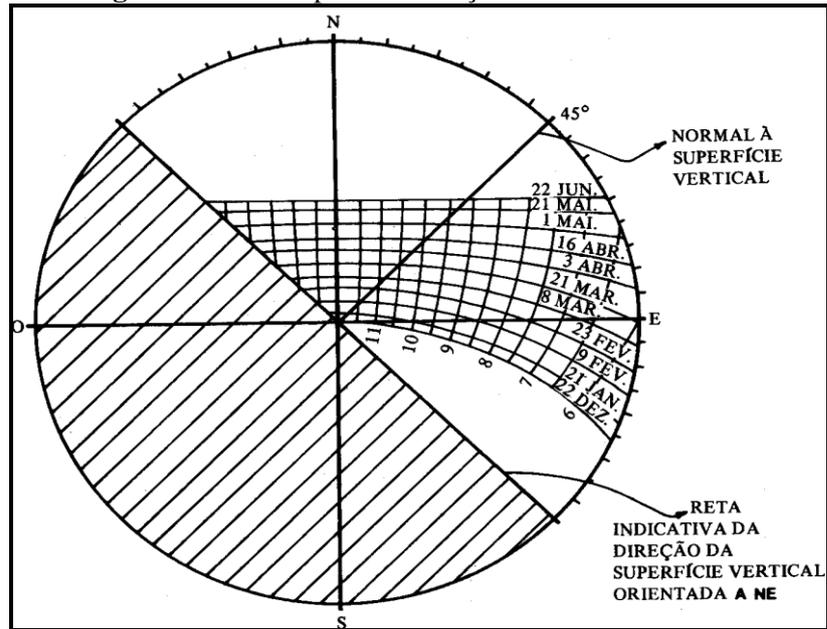
Diagramas Solares ou Cartas Solares, na prática, é uma projeção do céu em que se pode determinar o ângulo de incidência do Sol sobre uma determinada superfície, o percurso do Sol no céu é desenhado nestes diagramas no plano do horizonte do observador, para cada

latitude específica do local analisado (Figura 2.7). Esses diagramas auxiliam na escolha adequada de proteções solares para janelas e painéis. Através deles, é possível extrair informações importantes referentes ao horário de incidência de radiação sobre as superfícies horizontais e verticais. Com isso, toma-se como referência a carta solar para latitude 0° (Equador), que é a latitude da cidade de Macapá, estado do Amapá, cidade em estudo para implantação do projeto em questão, apresentada na Figura 2.7.



Para o observador localizado na linha do Equador, onde a latitude é 0° , a duração dos dias é igual à das noites, pois os círculos determinados pelas trajetórias aparentes do Sol são perpendiculares ao plano do horizonte do observador. Desse modo, a parte visível da trajetória aparente solar é justamente a metade (FROTA e SCHIFFER, 2003), conforme indicado na Figura 2.7 acima.

Um exemplo de aplicação desta carta, para verificação de fachadas ensolaradas consiste em: posicionar corretamente a edificação na carta de acordo com as orientações Norte-Sul, Leste-Oeste, assim pode-se verificar a área sombreada que ficará na carta solar, correspondente a área em que o Sol não atingirá esta superfície. Como apresentado e ilustrado como exemplo na figura 2.8.

Figura 2.8 – Exemplo de insolação da fachada Nordeste

Fonte: Frota e Schiffer (2003, p.89).

Através de leitura direta na carta solar representada na Figura 2.8, vê-se que a superfície voltada para Leste, se estiver livre de obstáculos externos, receberá radiação direta do Sol, das 6hs da manhã às 15hs da tarde. Com isso conclui-se que: “Para impedir que a radiação solar direta atinja em demasia principalmente as superfícies transparentes ou translúcidas e as aberturas, podemos utilizar dispositivos de proteção solar”. (FROTA e SCHIFFER, 2003).

Existem diferentes métodos e tecnologias para a proteção das fachadas ensolaradas, por isso, FROTA e SCHIFFER, 2003 afirmam que: “A determinação do tipo e da dimensão de um dispositivo de proteção solar será feita em função da eficácia desejada”. Um dispositivo de proteção solar será eficaz quando for capaz de barrar a radiação solar direta sobre uma dada superfície ou abertura no período que se julgar conveniente.

2.5.2.3 Proteção Solar através do Mascaramento

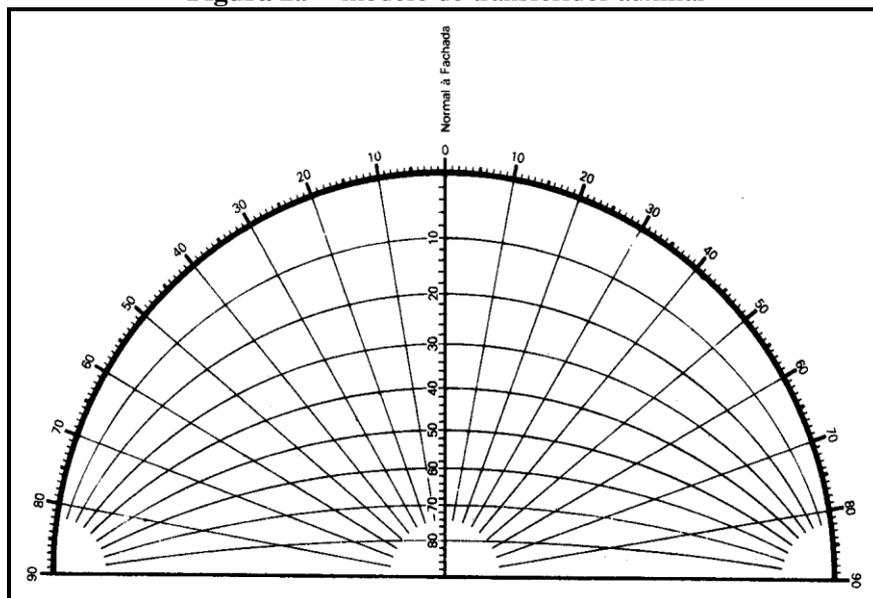
E para que sejam determinadas as dimensões desses elementos ou dispositivos de proteção solar, torna-se indispensável à utilização de métodos gráficos de avaliação das mesmas para o conhecimento de sua eficácia. Esses métodos são denominados de *traçado de máscaras*, nos quais os ângulos de sombreamento - resultantes de um dispositivo externo de proteção solar - em uma determinada data e hora são marcados, gerando assim as áreas que certos momentos do dia, as aberturas receberam incidência direta de radiação solar e as áreas que em outros momentos, não ocorrerá isto.

Quando uma pessoa está ao ar livre em um local descampado ela pode ver toda a abóbada celeste. Mas em várias situações determinadas partes da abóbada celeste são obstruídas por diversos tipos de barreiras (vegetação, relevo, edificações vizinhas, saliências da própria edificação, etc). A máscara de sombra representa graficamente, nos diagramas solares, obstáculos que impedem a visão da abóbada celeste por parte de um observador (ou elemento) fixo em algum ponto.

Segundo FROTA e SCHIFFER, 2003: “Para uma determinada posição do Sol, apenas parte da abertura pode estar sendo sombreada”. Nesses casos, diz-se que para este horário a eficiência do dispositivo de proteção solar é parcial. Do mesmo modo que se toda a abertura estiver à sombra como consequência da existência do dispositivo, diz-se que sua eficiência é total, naquele momento. Se, ao contrário, o dispositivo não produzir sombra em nenhum ponto da abertura, sua eficiência será nula, no período em que isto acontecer.

Por isso, os ângulos de sombreamento, formados pelos elementos de proteção solar, dependem da latitude e da orientação da abertura. E através dos ângulos formados entre um brise, por exemplo, e uma abertura, α (ângulo da altitude solar) e β (ângulo corresponde ao ângulo do azimute solar), encontram-se demarcados no transferidor auxiliar (Figura.2.9), onde obtém-se o traçado final da máscara correspondente a cada brise.

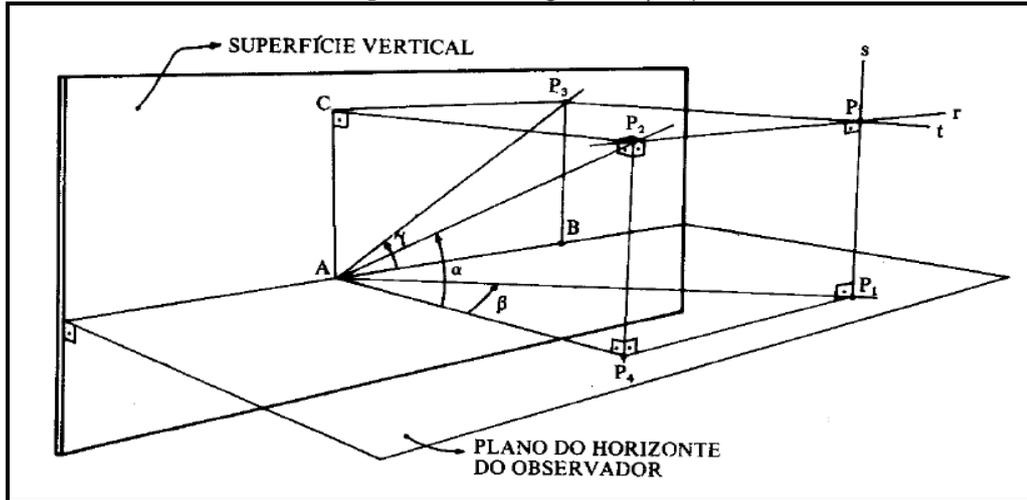
Figura 2.9 - modelo de transferidor auxiliar



Fonte: FROTA e SCHIFFER, 2003, p. 94.

Logo, para um observador A, os ângulos α determinarão a posição de retas horizontais paralelas ao seu plano do horizonte; os ângulos β , retas verticais, perpendiculares a seu plano; e os ângulos γ , retas horizontais perpendiculares à superfície vertical, conforme mostrado na figura 2.10.

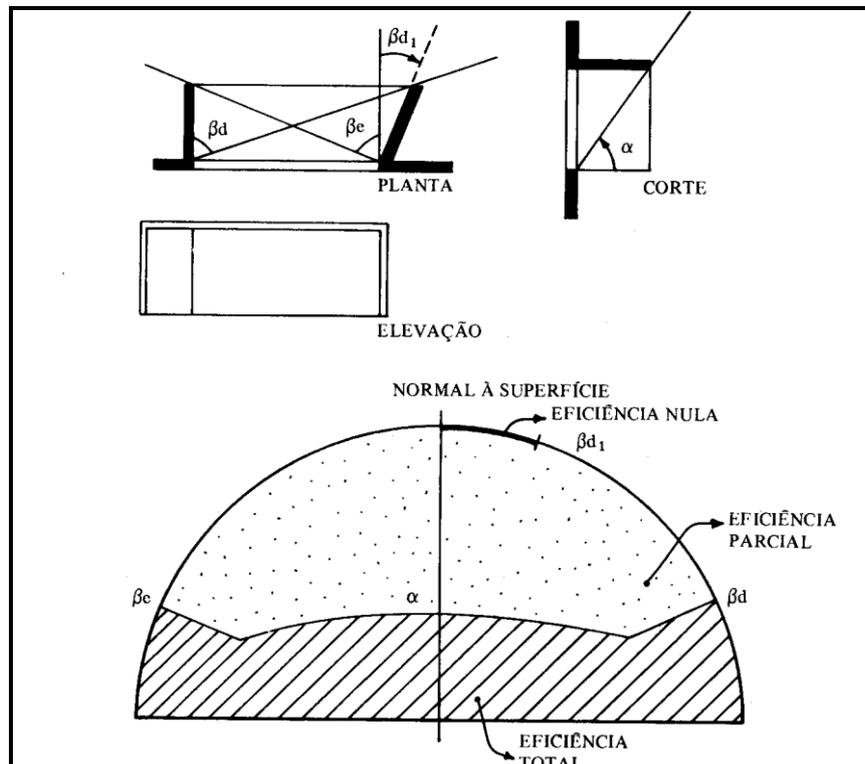
Figura 2.10 - Ângulos α , β e γ



Fonte: FROTA e SCHIFFER, (2003, p. 92).

FROTA e SCHIFFER, (2003, p. 92) mostram um exemplo de mascaramento na figura 2.11. Tendo-se um dispositivo de proteção solar que seja composto por mais um tipo de placa, para determinar a máscara produzida por este dispositivo com relação a uma abertura, deve-se marcar o mascaramento de cada placa individualmente, observando-se a possível característica de infinita que cada uma das placas pode ter. É o caso do exemplo a seguir, em que a área total mascarada será a soma das áreas mascaradas pelas placas individuais.

Figura 2.11 - Máscara produzida por dispositivo de proteção solar, composto de placas verticais e horizontais



Fonte: FROTA e SCHIFFER, (2003, p. 102).

2.5.3 Ventilação Natural

Muitos problemas técnicos dos quais resulta o conforto interior do edifício são resolvidos apenas pelos projetistas, que são os arquitetos, engenheiros e planejadores urbanos. Quando um projetista escolhe a orientação do prédio, localiza e dimensiona as aberturas e seleciona os materiais que vão construir o invólucro do edifício, está dando (ou não), em caráter definitivo, uma solução aos problemas de ventilação natural, de conforto térmico, de iluminação natural e de isolamento de ruídos aéreos externos.

Para a qualidade do ambiente construído a ventilação natural é essencial, porque está intimamente ligada à higiene e a saúde do local, em razão de proporcionar a renovação do ar nos ambientes e o conforto térmico em climas quente e úmido. Assim, a utilização da ventilação natural é indispensável em qualquer projeto arquitetônico.

De acordo com Frota e Schiffer (2003, p.124) “A renovação do ar dos ambientes proporciona a dissipação de calor e a desconcentração de vapores, fumaça, poeiras, [...]”. Fica evidente, portanto, a importância da ventilação na arquitetura. Pois, conforme Hertz (1998, p.80):

A falta de ventilação nas zonas urbanas, com uma alta densidade de população, tem sido uma causa fundamental na transmissão de doenças, além de provocar desconforto e tensão. Sem uma boa circulação do ar dentro dos edifícios, existe um aumento no nível de umidade produzido, por exemplo, na cozinha, no banheiro, e pela própria transpiração dos corpos. Nos climas quentes e úmidos, a ventilação é vital para o conforto, e o aproveitamento das brisas é absolutamente necessário. Hertz (1998, p.80)

Com o crescimento dos centros urbanos, a ventilação natural está sendo prejudicada causando assim vários problemas para população que vive na cidade. Por isso devem-se criar alternativas e encontrar soluções para minimizar ou até mesmo mudar essa situação, porque em climas quente-úmidos são mais visíveis as conseqüências da falta da ventilação natural devido esta influenciar diretamente no conforto térmico e na saúde das pessoas que residem nessa região.

Conceitualmente, Segundo Frota e Schiffer (2003) afirmam que:

A ventilação natural é o deslocamento do ar através do edifício, através de aberturas, umas funcionando como entrada e outras, como saída. Assim, as aberturas para ventilação deverão estar dimensionadas e posicionadas de modo a proporcionar um fluxo de ar adequado ao recinto. O fluxo de ar que entra ou sai do edifício depende da diferença de pressão do ar entre os ambientes internos e externos, da resistência ao fluxo de ar oferecido pelas aberturas, pelas obstruções internas e de uma série de implicações relativas à incidência do vento e a forma do edifício. Frota e Schiffer (2003, p. 124).

A diferença de pressões exercidas pelo ar sobre um edifício pode ser causada pelo vento ou pela diferença de densidade do ar interno e externo, ou por ambas as forças agindo simultaneamente. A força dos ventos promove a movimentação do ar através do ambiente, produzindo a ventilação denominada ação dos ventos. O efeito da diferença de densidade provoca o chamado efeito chaminé.

O corpo humano emite, através da exsudação e da respiração pelos pulmões, vapor de água para o ambiente, aumentando o teor de umidade do ar. Sendo também fonte de calor, a presença humana representa interferência nas condições termo-higrométricas ambientais. Considera-se adequado em um projeto arquitetônico adotar o correto dimensionamento e posicionamento das aberturas para que haja um fluxo de ar que atenda as exigências de salubridade e para que isso aconteça é necessário que exista uma diferença de pressão entre o interior e o exterior do recinto. Outra variável que influencia no aproveitamento dos ventos é referente à forma do edifício.

Uma importante função da ventilação é a remoção do excesso de calor dos ambientes. Os excessivos ganhos de calor solar, principalmente no verão, assim como o calor gerado no próprio ambiente, devido à presença de fontes diversas, podem provocar o desconforto térmico. A ventilação desses ambientes pode promover melhorias nas condições termo-higrométricas, podendo representar um fator de conforto térmico de verão ao incrementar as trocas de calor por convecção e evaporação entre o corpo e o ar interno do recinto.

O movimento do ar exterior é mais importante que o fluxo de ar no interior dos ambientes e em climas quente e úmido, a utilização da ventilação cruzada é indispensável, não só em cômodos de um edifício, mas também na disposição do edifício em meio urbano de uma cidade (orientação). Assim, é preciso antes de tudo, avaliar o movimento do ar ao redor do edifício para que se tenha um aproveitamento satisfatório da ventilação cruzada e com isso, chegar a um ambiente saudável, tanto internamente quanto externamente no edifício. (HERTZ, 1998).

No entanto, deve-se tentar, ainda nesses casos, garantir à edificação um ganho de calor solar mínimo. O dimensionamento do equipamento necessário à climatização artificial interna dos ambientes será realizado em função das diferenças entre as temperaturas do ar externa e interna. Deste modo, a potência do equipamento, bem como o seu conseqüente consumo mensal de energia, será tão menor quanto menor for esta variação das temperaturas interna e externa. Porém, há que se observar que cada caso deve ser analisado de acordo com as condições socioeconômicas e culturais dos ocupantes, além do estágio de aclimação dos indivíduos particulares.

2.5.4 Conforto Térmico

Conforto térmico é a condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico. De forma geral, o estudo do conforto térmico está baseado em 03 fatores:

- a) A satisfação do homem ou seu bem estar em se sentir termicamente confortável;
- b) O desempenho humano - as atividades intelectuais, manuais e perceptivas, geralmente apresentam um melhor rendimento quando realizadas em conforto térmico;
- c) A conservação de energia - devido à crescente mecanização e industrialização da sociedade, as pessoas passam grande parte em ambientes com climas artificiais e/ou condicionados.

A Arquitetura deve servir ao homem e ao seu conforto, deve oferecer condições térmicas compatíveis com o conforto térmico humano no interior dos edifícios, sejam quais forem às condições climáticas.

Como as condições de conforto térmico são função de uma série de variáveis climáticas, atividades desenvolvidas e vestimentas, podendo ainda considerar sexo, idade, raça, hábitos alimentares, etc. pesquisadores desenvolveram índices de conforto térmico. Estes índices tentam englobar o efeito dessas variáveis em um parâmetro, geralmente fixando uma atividade e uma vestimenta. (CARMO FILHO, 2008).

As principais variáveis climáticas de conforto térmico são:

- Temperatura
- Umidade
- Velocidade do Ar
- Radiação Solar Incidente
- Precipitação (Chuvas)

Estas por sua vez guardam estreitas relações com regime de chuvas, vegetação, permeabilidade do solo, águas superficiais e subterrâneas, entre outras características locais que podem ser alteradas pela presença humana.

O estudo da térmica aplicada às construções é essencial para a redução do grande gasto de energia elétrica em edificações climatizadas artificialmente, assim como para os que preferem a utilização da climatização natural. Pretende-se com isso alcançar níveis de temperaturas e umidade compatíveis com o bem-estar dos usuários, garantindo assim um bom desempenho de suas atividades. Constata-se que a térmica é uma ciência baseada em características psicofuncionais e termofísicas do ser humano. (TEIXEIRA, 2008, p. 27).

Segundo Frota e Schiffer (2003, p.41) “O Sol, importante fonte de calor, incide sobre o edifício representando sempre determinado ganho de calor, que será função da intensidade da radiação incidente e das características térmicas dos parâmetros do edifício.” Por isso, se apresenta de grande importância, a escolha de materiais adequados para minimizar os efeitos nocivos do desconforto térmico causado pela incidência de radiação.

Outra forma de atenuar as trocas de calor em um recinto é fazer o controle da insolação através de elementos de proteção solar. Onde a presença de brises nas paredes opacas ocasionará uma diversidade de mecanismos de troca térmica. Nesse sentido pode-se afirmar que:

À inércia térmica estão associados dois fenômenos de grande significado para o comportamento térmico do edifício: o amortecimento e o atraso da onda de calor, devido ao aquecimento ou ao resfriamento dos materiais. A inércia térmica depende das características térmicas da envolvente e dos componentes construtivos internos. (FROTA E SCHIFFER, 2003, p.124).

A inércia térmica está diretamente associada às propriedades e características dos materiais empregados na construção do edifício e isso influenciará na temperatura interna do recinto. De acordo com Frota e Schiffer (2003) para a avaliação da inércia térmica em uma construção, deve-se utilizar o conceito de superfície equivalente pesada que corresponda à somatória das áreas das superfícies de cada uma das paredes interiores, até mesmo piso e teto, essas superfícies serão multiplicadas por um coeficiente que será em função do peso da parede e da resistência térmica de seus revestimentos em relação à área do piso do local.

Pontua-se que “Uma parede apresenta maior ou menor inércia segundo seu peso e sua espessura. Mas os revestimentos desempenham importante papel, pois os revestimentos isolantes reduzem as trocas de calor com a parede e reduzem sua inércia.” (op. cit. p.49). A intenção desse discurso, por sua vez, é propor como procedência, a forma mais adequada para ser seguida em um projeto arquitetônico, visando à qualidade térmica para o indivíduo que frequenta, trabalha ou vive em determinado ambiente. Por isso, a escolha de materiais apropriados para a construção de edifícios depende das condições climáticas a que ele estará submetido.

Os materiais utilizados nas vedações externas em nossa região devem ter baixa inércia térmica, devido ao regime térmico pouco variável deste clima, onde o acúmulo de calor durante o dia pode elevar a temperatura interna durante a noite, já que o calor não se dissipa, podendo originar desconforto.

Para o clima quente e úmido, a umidade elevada é o fator primordial que ocasiona desconforto térmico, pois a sensação de calor aumenta, apesar das temperaturas externas não

serem muito altas – em torno de 25 a 30°C. Portanto, a arquitetura nesta zona deve, basicamente, responder de forma adequada à ação das chuvas, do sol e do alto nível de umidade. Estratégias básicas a serem adotadas consistem em reduzir a absorção da radiação solar através do sombreamento e da refletância, favorecer a penetração dos ventos dominantes através da ventilação natural, prover máxima proteção contra as chuvas e seu escoamento rápido. (NEVES, 2006, p. 31).

No estudo do microclima, devem ser levados em consideração os fatores que afetam diretamente a área de intervenção, como a topografia, presença de rios ou massas d'água próximas, grau de exposição ao sol e aos ventos, obstruções do entorno natural e construído e suas características (forma, volume, altura, tipo de revestimento) a fim de não impedir a circulação dos ventos, presença de cobertura vegetal natural. O grau de refletância solar das superfícies próximas (tanto do terreno como de edificações adjacentes) também é um importante determinante da natureza do microclima.

Estes fatores podem significar diferenças de temperatura e umidade, variando de uma região para outra. Por isso, deve-se aproveitar ao máximo as características naturais do terreno, a vegetação e as estruturas circundantes para favorecer a ventilação e a criação de áreas sombreadas.

De acordo com (NEVES, 2006, p. 32) deve ser observado desde o projeto inicial, na configuração geral do edifício – a volumetria, altura, orientação, forma do telhado, projeções e outros detalhes arquitetônicos. Devem ser evitadas fachadas maiores mais expostas ao sol, principalmente fachada Oeste, e é importante o uso adequado de mecanismos de sombreamento para proteger as aberturas da radiação solar, tanto interna como externamente.

Estes elementos podem ser fixos, ajustáveis ou retraíveis e de uma grande variedade de formas arquitetônicas e configurações geométricas, ficando isto a critério do arquiteto. Os elementos externos são mais eficientes do que os internos, pois barram a radiação antes de atingir o interior, prevenindo a dissipação de calor. São eles os brise-soleil, cobogós, muxarabis, pergolados, beirais amplos, etc.

2.5.5 Arquitetura Bioclimática

A bioclimatologia estuda as relações entre o clima e o ser humano. Como forma de tirar partido das condições climáticas para criar uma arquitetura com desempenho térmico adequado, OLGYAY (1973) criou a expressão Projeto Bioclimático, que visa a adequação da arquitetura ao clima local. Fonte: Lambert, et al (2011, p.23).

Dessa forma, as condições físico-ambientais que satisfaçam o mais amplamente possível as exigências humanas, quanto a um ambiente atmosférico saudável e confortável, têm sido avaliadas por meio de estudo que tem sido feito através da Biometeorologia ou Bioclimatologia Humana, que é o ramo da Ecologia que estuda as interações dos fatores químicos e físicos do ambiente atmosférico e o homem.

É o enfoque Bioclimático em arquitetura, através do qual procura-se associar e interagir com a biologia, climatologia e arquitetura, buscando um objetivo comum de forma equitativa. Envolve também, estudos do sistema no qual o organismo humano e o meio ambiente atmosférico interagem, buscando satisfazer as exigências e necessidades fisiológicas do homem. Portanto, um ambiente físico, conceitualmente é uma estrutura composta formada por muitos elementos distintos que interagem e podem ser vistos como sub-ambientes completos, definindo como fatores que agem diretamente sobre o corpo humano e que podem ser modificados pelos edifícios: térmico, atmosférico, aquoso, luminoso, sônico, os objetos e o espaço gravitacional.

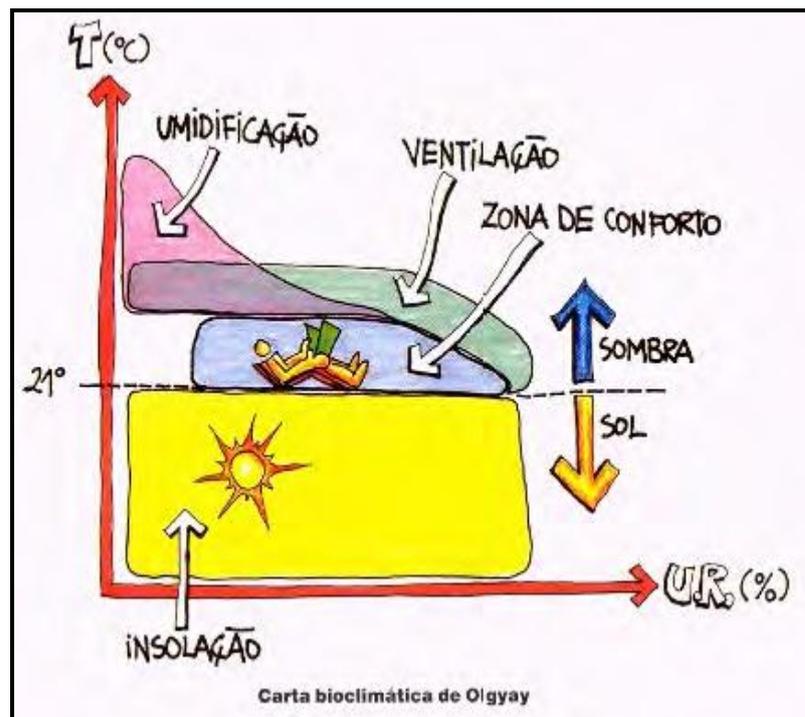
Chama-se arquitetura bioclimática o estudo que visa harmonizar as construções ao clima e às características locais, pensando no homem que habitará ou trabalhará nelas, e tirando partido da energia solar e de micro climas criados por vegetação apropriada. A chamada arquitetura bioclimática estuda as formas de efetuar eficientemente a interface entre o ser humano e os rigores do clima. (SANTOS, 2007).

A arquitetura bioclimática não se restringe somente na adoção de características arquitetônicas mais adequadas. Preocupa-se, também, com o desenvolvimento de equipamentos e sistemas que são necessários ao uso da edificação – aquecimento de água, circulação de ar e de água, iluminação, conservação de alimentos, etc. – e com o uso de materiais de conteúdo energético tão baixo quanto possível (como é o caso da iluminação e ventilação natural). (SANTOS, 2007).

No que tange aos primórdios da bioclimatologia, a primeira carta bioclimática surge na década de 1960, elaborada por Olgyay. Onde propôs estratégias de adaptação da edificação ao clima, a partir de dados do clima externo. Aplicou a bioclimatologia na arquitetura, considerando o conforto térmico humano e criando a expressão projeto bioclimático.

Também desenvolveu um diagrama Bioclimático (Figura 2.12) que indica estratégias de adaptação da arquitetura ao clima. Com isso, (OLGYAY, 1963, p.18), afirmou que “La franja de confort no tiene limites reales; a partir de su zona central la neutralidade deriva sutilmente hacia um cierto grado de tensión y de este pasa directament a alcanzar la situación de incomodidad”.

Figura 2.12 - Carta bioclimática de Olgay



Fonte: Lambert et al., (1997).

Os limites da zona de conforto, segundo Olgay, baseiam-se em suposições relativamente arbitrárias. Sua carta bioclimática foi elaborada para a zona temperada dos Estados Unidos, em altitude inferior a 300m, supondo que o habitante está usando vestimenta comum (índice Clo = 1,0) e exercendo atividade leves ou sedentárias. Menezes, (2006).

Mas, com isso, surgiram outros autores que discordavam da aplicabilidade da carta bioclimática de Olgay como parâmetro de avaliação de conforto térmico. Entre um destes, temos Givoni que em 1969 concebeu uma carta bioclimática para edifícios que corrigia algumas limitações do diagrama de Olgay.

A primeira grande modificação que a carta de Olgay sofreu foi feita por GIVONI (1969), foi nas orientações de seu diagrama, pois na carta de Olgay, o eixo horizontal indicava a escala de umidade relativa, enquanto que o eixo vertical a temperatura de bulbo seco. Podendo-se resumir, da original até as revisadas, as cartas foram consideradas inadequadas, por serem limitadas quanto à estratégia de massa térmica para correção do clima externo. Givoni, por sua vez, resolveu desenhar seu diagrama Bioclimático sobre uma carta psicrométrica. Permitindo uma melhor consistência e qualidade nas informações, que por sua vez possibilitou que fossem delimitadas zonas de atuação, por meio de estratégias, para alcançar o conforto térmico.

Outra mudança significativa foi no cenário de análise. Pois, a carta de Givoni se baseia em temperaturas internas do edifício, propondo estratégias construtivas para adequação

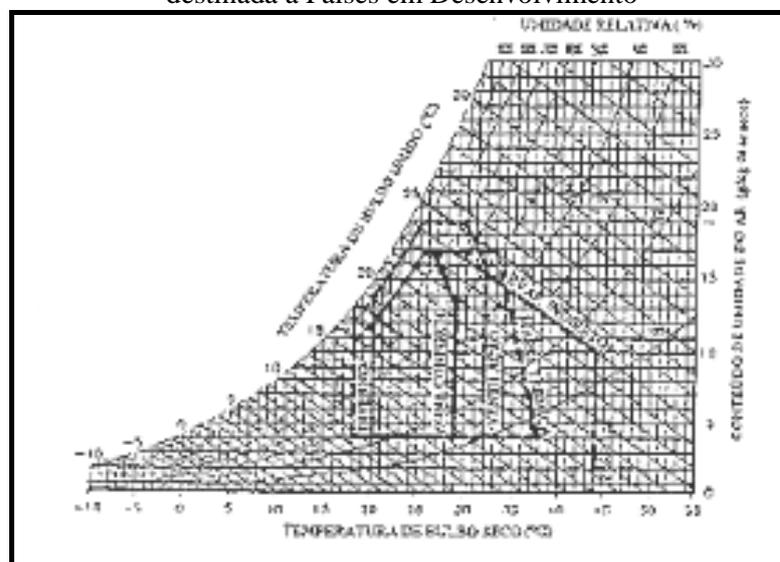
da arquitetura ao clima, enquanto que Olgyay aplicava seu diagrama estritamente as condições de temperatura externas da edificação.

Em uma revisão do diagrama feita por GIVONI e MILNE, 1979, para tentar corrigir a limitação de aplicação da mesma para climas quentes, como mediterrâneos e tropicais. Eles, e o próprio GIVONI (1992) procuraram adaptar a carta original, ampliando os limites, tanto da zona de conforto quanto das demais estratégias, principalmente das estratégias de ventilação e massa térmica. Mas em seu trabalho de 1992, Givoni, realizou uma nova modificação devido a pesquisas baseadas em questionamentos e observações de pesquisadores, que mostraram que pessoas que vivem e trabalham em cidades de países em desenvolvimento, situadas em regiões úmidas e quentes, relatam conforto térmico para valores superiores de temperatura.

Assim, foi constatado por Givoni, 1992 a necessidade de uma diferenciação nas diretrizes para projeto de edificações, fundamentadas em diagramas de conforto. Com isso, propôs duas cartas bioclimáticas, uma para países desenvolvidos, que possuem o clima temperado, e outra carta para os países em desenvolvimento, com clima quente e úmido.

A figura mostra o diagrama de Givoni (Figura 2.13), ele é dividido em 12 partes. Trata-se de 9 estratégias bioclimáticas e 3 áreas híbridas, que abrangem duas ou mais estratégias, de forma individual ou simultaneamente. Sendo a carta bioclimática adotada para o Brasil.

Figura 2.13 - Carta Bioclimática de GIVONI (1992), destinada a Países em Desenvolvimento



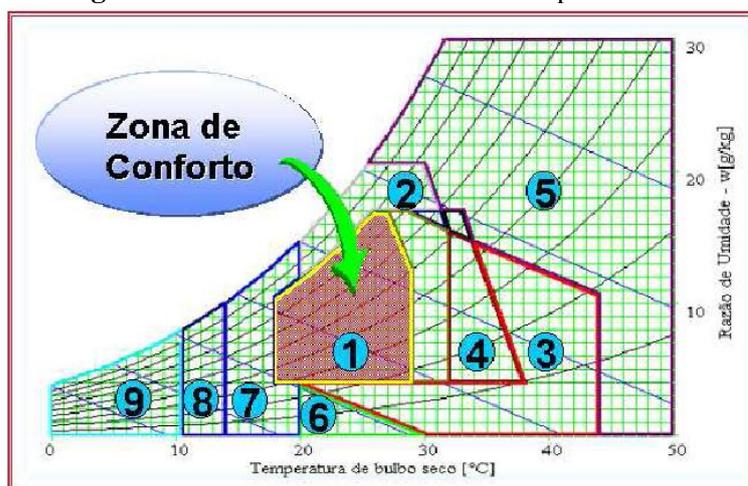
Fonte: GIVONI (1992).

Analisando todas as possibilidades de adoção de diagramas bioclimáticos para o Brasil, para avaliar a questão bioclimática de uma determinada região conclui-se que a opção

mais adequada é a carta de Givoni de 1992. Pois, essa carta contém informações a respeito de estratégias bioclimáticas que foram utilizadas como base para o zoneamento bioclimático brasileiro.

A carta bioclimática concebida a partir do diagrama psicrométrico, que relaciona a temperatura do ar e a umidade relativa. Com os valores destas variáveis para os principais períodos do ano climático da localidade, o arquiteto poderá ter indicações fundamentais sobre a estratégia bioclimática a ser adotada no desenho da edificação. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar exterior podem ser plotados diretamente sobre a carta, onde são observadas nove zonas de atuação na carta, conforme a seqüência. A figura 2.14, melhor ilustra a carta de Givoni, 1992.

Figura 2.14 - Carta bioclimática adotada para o Brasil



LEGENDA	
As nove principais são as seguintes:	6. Zona de Umidificação;
1. Zona de Conforto;	7. Zona de Massa Térmica para Aquecimento;
2. Zona de Ventilação;	8. Zona de Aquecimento Solar Passivo;
3. Zona de Resfriamento Evaporativo;	9. Zona de Aquecimento Artificial.
4. Zona de Massa Térmica para Resfriamento;	
5. Zona de Ar-condicionado;	

Fonte: GIVONI, 1992, adaptado por Lambert, 2011.

Para condições climáticas que resultem em pontos delimitados por esta região existe uma grande probabilidade das pessoas perceberem a sensação de conforto térmico. Desta forma, pode-se verificar que a sensação de conforto térmico pode ser obtida para umidade relativa variando de **20 a 80%** e temperatura entre **18° e 29°C**, segundo Givoni (1992). (LAMBERTS et all, 2011). De acordo com Lamberts,

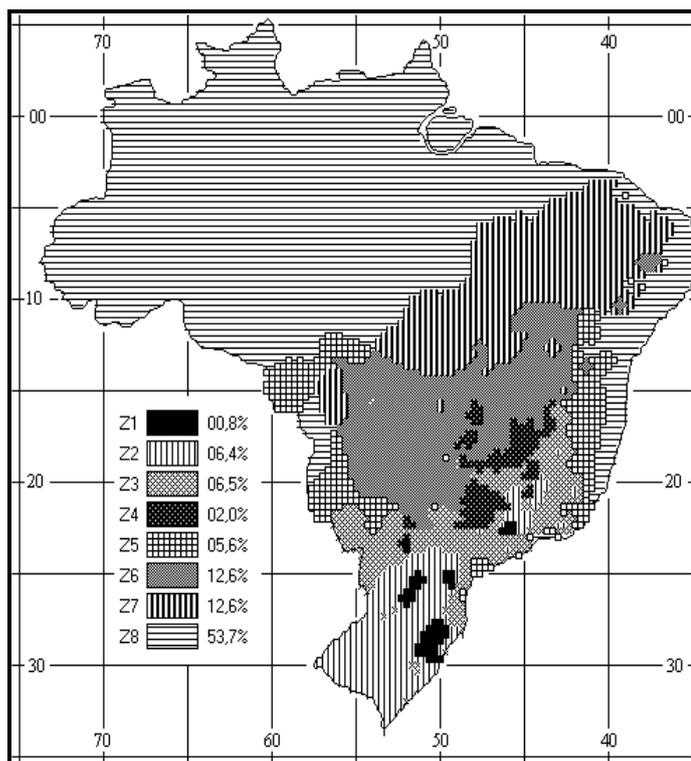
Em situações de temperatura próxima a 29°C é importante controlar a incidência de radiação solar sobre as pessoas, evitando assim o excesso de calor. [...] o conforto

térmico só é possível próximo aos 29°C se as pessoas estiverem vestindo roupas leves e submetidas a pequena quantidade de ventilação. Isto vem reforçar a idéia de Givoni de que em países em desenvolvimento estes costumes permitem a aclimação das pessoas até limites de temperatura e umidade relativa mais amplos em relação aos países desenvolvidos. (LAMBERTS, 2011)

Se a temperatura do interior ultrapassar os 29°C ou a umidade relativa for superior a 80%, a ventilação pode melhorar a sensação térmica. No clima quente e úmido, a ventilação cruzada é a estratégia mais simples a ser adotada, fazendo, porém, que a temperatura interior acompanhe a variação da temperatura exterior. Em todos os casos, os espaços exteriores devem ser amplos, evitando barreiras edificadas para favorecer a boa distribuição do movimento do ar. (LAMBERTS, 2011)

O Projeto de Norma (NBR15220, Projeto 02:135.07-001/3 (2003) sobre Desempenho Térmico de Edificações, adotou a Carta Bioclimática adaptada a partir da sugerida por Givoni, (1992). Onde, o território brasileiro foi dividido em oito diferentes zonas relativamente homogêneas quanto ao clima (Figura 2.15). Para cada uma destas zonas, formulou-se um conjunto de recomendações técnico-construtivas, objetivando otimizar o desempenho térmico das edificações, através de sua melhor adequação climática.

Figura 2.15 - Zoneamento Bioclimático brasileiro

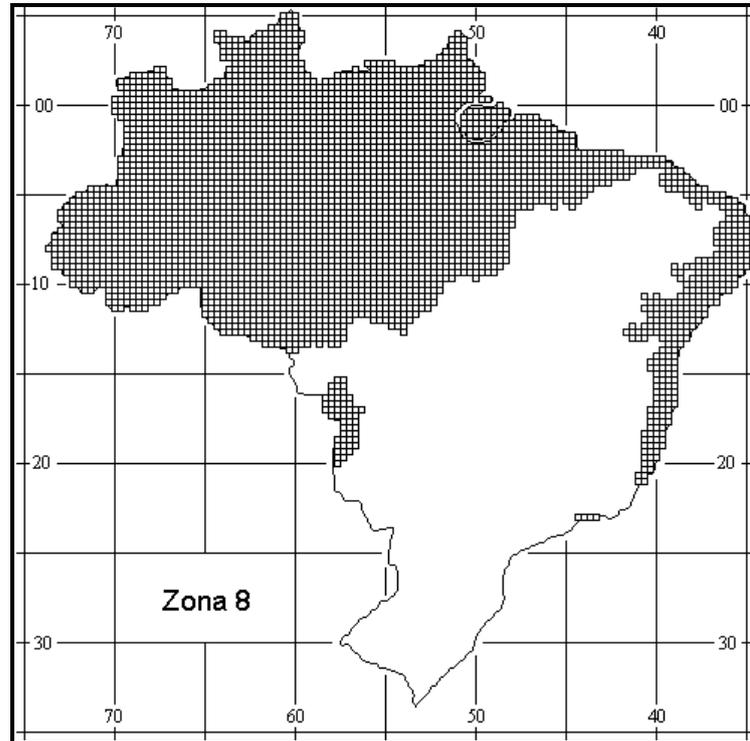


Fonte: NBR15220-Projeto de Norma 02:135.07 -001/3,.

Portanto para a realização da análise de conforto de uma edificação, inicialmente é preciso consultar a referida norma, e verificar em qual zona estar inserido o projeto para que

se saibam quais são suas diretrizes para a região em questão. Dessa forma, constatou-se que a cidade na qual será implantado o projeto se encontra na zona bioclimática 08 (Figura 2.16).

Figura 2.16 - Zona bioclimática 08, da cidade de Macapá



Fonte: NBR15220-Projeto de Norma 02:135.07 -001/3,.

E para que se tenha um desempenho térmico aceitável é preciso alcançar os seus requisitos. A norma apresenta sugestões para melhor condicionamento térmico em edificações descrita na tabela 2.4.

Tabela 2.4 - Aberturas para ventilação e sombreamento das aberturas para a Zona Bioclimática 8

Aberturas para ventilação	A (em % da área de piso)
Pequenas	$10\% < A < 15\%$
Médias	$15\% < A < 25\%$
Grandes	$A > 40\%$
Sombreamento das aberturas	Sombrear aberturas

Fonte: NBR15220 - parte 3, adaptado pelos autores.

Apresenta também diretrizes construtivas relativas às aberturas para ventilação, bem como, diretrizes construtivas para à transmitância térmica, atraso térmico e fator solar aplicadas em paredes externas e coberturas, Tabela 2.5.

Tabela 2.5 - Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação Externa

Vedações externas		Transmitância térmica - U W/m ² .K	Atraso térmico -φHoras	Fator solar – FSo %
Paredes	Leve	$U \leq 3,00$	$\phi \leq 4,3$	$FSo \leq 5,0$
	Leve refletora	$U \leq 3,60$	$\phi \leq 4,3$	$FSo \leq 4,0$
	Pesada	$U \leq 2,20$	$\Phi \geq 6,5$	$FSo \leq 3,5$
Coberturas	Leve isolada	$U \leq 2,00$	$\phi \leq 3,3$	$FSo \leq 6,5$
	Leve refletora.	$U \leq 2,30$	$\phi \leq 3,3$	$FSo \leq 6,5$
	Pesada	$U \leq 2,00$	$\Phi \geq 6,5$	$FSo \leq 6,5$

Fonte: NBR15220 - parte 3, adaptado pelos autores.

Portanto, para se atender aos requisitos de uma arquitetura voltada ao clima. Deve-se se ter, segundo Santos, (2007), como preocupações fundamentais: A escolha do sítio; A utilização de materiais de construção adequados; A orientação da edificação; A eficiência das aberturas; O estudo da ventilação e da insolação; As influências do micro clima e do macro clima; O impacto ambiental; A vegetação, e os aspectos culturais.

Assim, pode-se inferir que uma solução bioclimática bem adequada para as edificações deverá tirar o maior proveito possível de sistemas para soluções bioclimáticas, apresentado por Santos, (2007) de acordo com o Quadro 2.2:

Quadro 2.2 - Sistemas para soluções bioclimáticas

SISTEMAS	UTILIZAÇÃO
Ventilação Natural	explorando as propriedades de deslocamento do ar – ventos, brisas – e sua condução por meio da aplicação de aberturas de captação e saída de ar nos ambientes apropriando-se dos princípios de zonas de alta e baixa pressão.
Iluminação Natural	por meio da maior captação possível da luz natural – luz do sol – providenciando aberturas em dimensão e posição suficientes nas faces das edificações mais sujeitas a incidência dos raios solares, tomando o cuidado de protegê-las quando necessário de excessiva exposição.
Sombreamento	em ambientes muito sujeitos a exposição aos raios solares, especialmente aqueles do período pós 10:00hs até por volta de 16:00 hs no hemisfério sul, quando a intensidade da incidência e dos ganhos calóricos são maiores, por meio de anteparos – brise soleil - e varandas.
Umidificação natural dos ambientes	por meio do emprego de espelhos de água, cascatas, aspersões, etc. em posições estratégicas em relação aos ventos predominantes e aberturas para se obter tanto a elevação da umidade relativa do ar quanto o resfriamento “natural” do ambiente. Porém para a região amazônica, onde o clima apresenta níveis elevados de umidade essa alternativa não será necessária.
Captação dos raios solares	para usa conversão em energia de aquecimento das águas e até dos ambientes, por meio de painéis equipamentos industrializados e disponíveis no mercado.
Utilização da energia eólica	sempre que possível e viável
Captação da água de chuva	por meio de calhas, condutores e reservatórios para emprego em usos que não exijam sua potabilidade, tais como descargas em vasos sanitários; rega de jardins; lavagem de carros, pisos e calçadas, etc.

Fonte: Santos (2007), adaptado pelos autores, 2011.

Sendo assim, pode-se dizer então que a Arquitetura Bioclimática é um procedimento lógico que estuda, analisa, aprende e busca a adotar soluções arquitetônicas e urbanísticas adaptadas às condições específicas – clima e hábitos de consumo – de cada lugar, utilizando, para isso, a energia que pode ser diretamente obtida das condições locais. Harmonizando as edificações ao clima, explorando e manipulando dessa maneira, os elementos arquitetônicos, que aperfeiçoarão as relações entre homem e natureza, tanto na redução dos impactos ambientais quanto na melhoria das condições de vida do ser humano. Assim, dar-se conta da grande importância de se ter consciência dos determinados conceitos e diretrizes que tratam e debatem essas questões. Neves (2006, p.21), afirma isso, dizendo que:

[...] a arquitetura bioclimática reapareceu como uma forma de produzir uma arquitetura adequadamente inserida no clima e contexto sociocultural locais, em harmonia com a topografia e o entorno, que se aproveita dos materiais disponíveis e dos recursos naturais da região, e atenda ao conforto térmico, acústico, luminoso e procura reduzir ao máximo possível a necessidade de sistemas mecânicos [...].

A escolha de estratégias que levam em consideração o período de ocupação dos ambientes ao longo do dia e das estações é importante, uma vez que, em um projeto de arquitetura bioclimática no que se refere à organização dos ambientes em função da orientação solar e da definição de beirais e espessura das fachadas, o fator clima será decisivo, uma vez que esse irá interferir na concepção do projeto.

2.6 CONDICIONANTES REGIONAIS

Conhecer a região para a qual pretende se elaborar um projeto arquitetônico ou até mesmo urbanístico é de extrema importância. Seu relevo, sua geografia e suas condições climáticas são elementos que devem estar sempre agregados na hora de se projetar. Assim, torna-se mais fácil encontrar materiais diferenciados, que relacionam se entre si, e que muitas vezes, são indispensáveis no processo construtivo e melhor se adaptam as necessidades do projeto em questão.

2.6.1 Dados Físicos

Macapá a capital do Amapá fica localizada à 345 km de Belém do Pará. O nome é de origem tupi, com uma variação de macapaba, que quer dizer lugar de muitas bacabas, um fruto de palmeira nativa da região. Antes de chamar-se Macapá, o primeiro nome dado oficialmente a essa terra foi Adelantado de Nueva Andaluzia, em 1544, por Carlos V, então

Rei da Espanha, numa concessão a Francisco Orellana navegador espanhol que esteve por aqui.

Limita-se ao norte com os municípios de Ferreira Gomes, Cutias, Itaubal e Amapá, ao sul com o município de Santana, a oeste com o município de Porto Grande e a Leste com o Oceano Atlântico. Macapá é a única cidade brasileira que está à margem esquerda do rio Amazonas, e que é cortada pela linha do Equador.

Apresenta as coordenadas geográficas (Latitude: 00°03' N, Longitude: 51°04'W e Altitude: 17m) e com as seguintes Características geográficas: Área 6.563 km² Densidade demográfica de 52,4 hab./km² Altitude 17 metros Clima Equatorial quente e úmido Fuso horário UTC-3. E população em 2010 de 387.539 habitantes, de acordo com o IBGE.

2.6.2 Clima

O Estado do Amapá está inserido no clima tropical, que apresenta duas categoriais: quente-secas e quente-úmidas. Que em relação aos seus aspectos climáticos, se definem por estar entre duas linhas limites: temperatura de 20°C como média anual e temperatura máxima de 43°C na estação mais quente.

Macapá encontra-se na segunda categoria, quente-úmida, que apresenta elevada umidade, muitas vezes alcançando os 90%. E tem temperatura média de 18°C e temperatura máxima de 38°C. O que pode se perceber é que a característica mais notável da arquitetura desta região é a influência da ventilação. Os projetos são feitos de modo a aproveitar qualquer brisa, com janelas bem grandes, entre outros. Por isso, deve se ter maior cuidado na execução das aberturas para a ventilação natural.

Assim, o clima nada mais é que um conjunto de elementos que – em sua sucessão habitual no curso de um período determinado – caracterizam a atmosfera e concorrem para dar a cada ponto da terra sua individualidade. O clima se define pela composição diária das condições do tempo e dos elementos atmosféricos, numa área determinada e por longo período.

Portanto, o clima é diferente de região para região, graças as grandes diferenças de distribuição e intensidade dos elementos climáticos como energia solar, temperatura, umidade, precipitação, ventos e influência dos controles climáticos exercidos pela latitude, entre outros.

O clima, específico do município de Macapá, em sua totalidade, é equatorial quente-úmido, com temperatura máxima entre 32,6 °C e a mínima entre 20 °C. A primeira ocorre principalmente no fim da tarde e o segundo acontece no alvorecer. A sensação térmica

no verão pode passar dos 45 °C. O clima local apresenta duas estações bem definidas, denominadas de verão e inverno.

As chuvas ocorrem nos meses de dezembro a agosto, não chegando a atingir 3.000 mm. A estação das secas se inicia no mês de setembro e vai até meados de dezembro, quando se registram as temperaturas mais altas.

Devido ao clima de Macapá ser extremamente quente, os trabalhos ou qualquer atividade que requeira gasto de energia se torna mais cansativa e desgastante. Com isso, um tratamento térmico nas edificações ou espaços públicos se torna indispensável, pois, sem ele há grandes dificuldades em alcançar condições confortáveis e favoráveis a execução de atividades tanto durante o dia e na maior parte da noite. Uma vez que os cuidados com o conforto térmico na cidade de Macapá são quase inexistentes.

Conforme Mascaró (1983, p.175) “Os indicadores mostram que é indispensável o movimento do ar para amenizar as condicionantes climáticas durante o ano todo”. Sendo assim, analisar corretamente a melhor posição para a implantação de uma edificação no terreno, observar o traçado das plantas, suas aberturas e um layout satisfatório, são de fundamental importância para o desenvolvimento do projeto.

Uma das principais funções de uma construção é a atenuação das condições negativas e aproveitar os aspectos positivos oferecidos pela localização e pelo clima. Devem-se neutralizar as condições climáticas desfavoráveis e potencializar as favoráveis, tendo em vista o conforto dos usuários. (MENEZES, 2006).

Deve-se levar em conta que o clima afeta o corpo humano pela interação de cinco elementos: temperatura do ar, radiação solar, vento, umidade e as precipitações (variáveis climáticas e/ou ambientais). Pode-se melhorar o nível de comodidade nas regiões tropicais, com uma boa ventilação e com uma redução da absorção da radiação solar. Menezes, (2006).

A Arquitetura deve servir ao homem e ao seu conforto, deve oferecer condições térmicas compatíveis com o conforto térmico humano no interior dos edifícios, sejam quais forem às condições climáticas (FROTA, & SCHIFFER 2003).

A sensação de conforto térmico se dá, quando as trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente ocorrem sem maior esforço. Se a condições térmicas ambientais causam sensação de frio ou calor, é porque nosso corpo esta perdendo mais calor ou menos calor que o necessário para a manutenção da homeotermia. (MENEZES, 2006)

Mas a temperatura, somente torna-se vantajosa quando um edifício goza de técnicas de conforto durante 24 horas do dia, de tal maneira que se mantenham nivelados os níveis de aquecimento e esfriamento. Pois é desvantajosa quando é demasiadamente alta ou baixa. O problema do clima quente-úmido não é somente a umidade ou a alta temperatura,

mas sim a combinação de ambos. A falta de umidade é muito mais suportável do que o seu excesso. Apesar das condições climáticas representarem um problema, em contrapartida também significa que ocorre uma grande quantidade de calor e umidade que favorecem a propagação da biodiversidade.

No clima quente úmido, o vento é uma solução para aumentar o conforto. A manipulação do vento natural e a criação do movimento do ar por convecção são as mais eficazes para promover conforto neste clima. Em qualquer lugar o sol é útil como fonte de luz natural. Mas nas zonas quente-úmidas o aproveitamento da luz natural para a iluminação não deve criar condições de super aquecimento no espaço interior. (MENEZES, 2006).

O controle sobre as desvantagens climáticas é indispensável para a criação de um ambiente confortável. E o aproveitamento das vantagens e a neutralização das desvantagens são à base da aplicação das Ecotécnicas. Cada vantagem pode ser potencializada no projeto, levando-se em conta tanto o lugar, como a orientação, a ventilação, a construção e os materiais a serem utilizados. (MENEZES, 2006)

2.6.3 Morfologia e Solos

Existe a predominância de latossolos amarelos nos terrenos terciários detrítico-argilosos. Mas, “os solos do Amapá, de forma geral, são ácidos e de baixa fertilidade, e as classes de maior representatividade são: Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Vermelho-Amarelo e Gleissolos” (ALVES; ALVES; MOCHIUTTI, 1992).

Geomorfológicamente pode-se definir a região como uma vasta planície onde predominam os terrenos planos e que por encontrar-se próximo ao nível do Mar e ser transpassado por diversos canais que irão desembocar no rio Amazonas. O solo é, em determinados pontos, alagado com áreas de ressacas, e em determinados locais são encontrados solos firmes o que faz necessário m estudo do solo local para escolher qual o melhor tipo de fundação.

2.6.4 Ventos

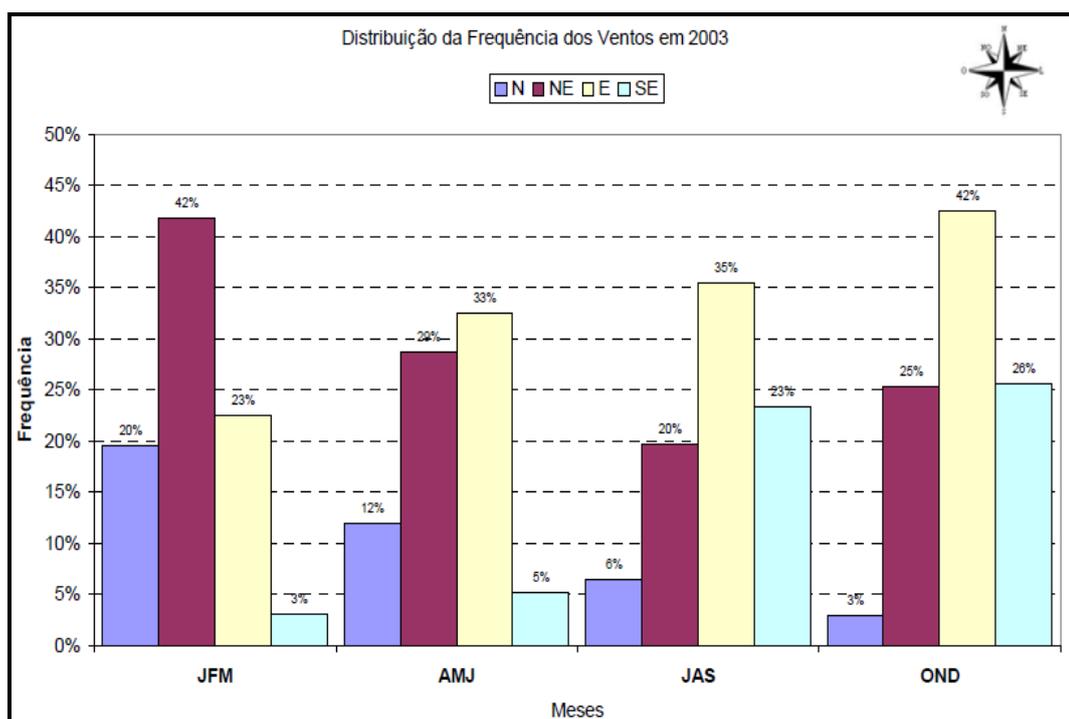
A caracterização do vento em qualquer ponto da atmosfera requer duas variáveis meteorológicas importantíssimas: a direção e a velocidade. Ambas são grandezas instantâneas e pontuais, pois o fluxo do ar depende das condições atmosféricas. Na interface superfície-atmosfera o vento é altamente influenciado pelas características geométricas e pelo estado de aquecimento da própria superfície subjacente (VAREJÃO, 2005).

Os dados climáticos sobre o vento apresenta um excelente instrumento para que se possa aproveitar o máximo possível da ventilação natural, a fim de proporcionar o maior conforto nas edificações. Pois,

Conhecer o predomínio do vento para uma determinada localidade é de grande importância, pois este influencia na agricultura, no transporte, na navegação aérea e marítima e principalmente na arquitetura e na construção civil, dispersão de poluentes dentre outros (LYRA, 1998).

De acordo com Jesus & Neves (2006) em uma análise de distribuição da frequência do vento para a cidade de Macapá. Foram utilizados os dados meteorológicos de direção (em graus) e velocidade (m/s) de vento e confeccionados gráficos e tabelas com esses dados horários e os quais foram agrupados de três em três meses (período trimestral), a saber, Janeiro-Fevereiro-Março; Abril-Maio-Junho; Julho-Agosto-Setembro; Outubro-Novembro-Dezembro. Com relação às frequências da direção dos ventos, as maiores variações de predomínio foram registradas no ano de 2003 (Figura 2.17), com destaque para o primeiro trimestre (JFM) com 42% na direção NE, 20% N (norte), 23% (E) e 3% na direção SE (sudeste). (JESUS& NEVES 2006, p.04).

Figura 2.17 - Distribuição da frequência dos ventos no ano de 2003



Fonte: Jesus& Neves, (2006, p.3).

A maior predominância na direção dos ventos em Macapá é de NE (Nordeste), com uma grande concentração, vindos, também do E (Leste). Com esses dados há a

possibilidade de locação e orientação adequada das edificações na cidade permitindo melhorias no conforto térmico.

O estudo revelou que as direções de vento mais relevantes na capital do Estado estiveram em N (norte), NE (nordeste), E (leste) e SE (sudeste). A velocidade média dos ventos em Macapá está apresentada na tabela 2.6.

Tabela 2.6 – Velocidade Média (m/s) no período trimestral anual

Ano/Trimestre	JFM	AMJ	JAS	OND
2003	6,2	5,5	6,6	7,8
2004	5,7	7	6,4	8,2
2005	5,8	5,3	6,6	7,8

Fonte: Jesus & Neves (2006).

2.6.5 Vegetação

O estado do Amapá tem como cobertura a floresta Amazônica, que se expande por uma imensa área ao Norte e Oeste do Brasil e em alguns países vizinhos. A maior parte do território do estado do Amapá, cerca de 73 % do total, que corresponde a aproximadamente 97.000 km², é coberta pela Floresta Amazônica ou Hiléia Brasileira. Que se divide em floresta Tropical Aberta e Floresta Tropical Densa. Como o clima do Estado é quente e úmido a cobertura vegetal é bastante diversificada, com diferentes tipos de Florestas, classificadas em Floresta de Várzea, Floresta de Terra Firme, além de campos e cerrados. São também encontradas árvores de grande porte como a Samaumeira, Acariquara, Angelim, Maçaranduba, etc. Sendo que nas áreas próximas ao litoral a vegetação encontrada é o mangue ou manguezal. Toda essa riqueza natural, somente é encontrada onde o desmatamento provocado pela ação do homem ainda é pouco acentuado.

Por ser um estado de grandes proporções em termos de terra, a maior parte da vegetação natural ainda é existente, apenas nos centros urbanos, grandes áreas verdes já desapareceram por completo, ou mesmo nas áreas densamente ocupadas, como as áreas de ressaca, a vegetação está totalmente prejudicada, pela poluição.

No que diz respeito à capital Macapá, e mais especificamente em frente ao bairro Amazonas – área de intervenção – o que se observa é uma grande área ainda preservada, mas em contradição ao lado desta área, encontra-se uma total falta de consciência dos benefícios

que essas áreas verdes trazem para a melhoria das condições climáticas da região, na amenização da temperatura.

Para melhorar a qualidade de vida e a sensação térmica em climas úmidos, a observação da direção dos ventos é um fator importantíssimo no desenvolvimento dos projetos, pois, não se deve impedir a passagem dos mesmos para que não se prejudique a ventilação, dando limitações quanto à altura mínima de árvores e à largura de suas copas. Produzindo sombra, mas não servindo com barreira para a entrada e circulação do ar.

2.7. ESPAÇOS ARQUITETÔNICOS PARA A RECICLAGEM

Conforme os levantamentos teóricos realizados nessa pesquisa, percebe-se que os Projetos de Usinas de Reciclagem ainda são recentes no país. Além disso, esses projetos devem receber atenção especial em sua concepção, por tratar de atividades insalubres, nos casos onde é realizada a triagem do resíduo, que é a separação manual, podendo chegar sujo. Através da concepção arquitetônica, das decisões de partido, pode-se atender os trabalhadores dessas usinas fornecendo ganhos imensuráveis, para a natureza, e para os próprios trabalhadores. Dessa forma, há a necessidade de compreensão de espaços que sejam adequados à essa atividade.

2.7.1 Conforto Ambiental em Indústrias

Desde o início da sua história, o homem sentiu a necessidade de se defender das hostilidades climáticas do meio. Uma vez que o ser humano decide construir uma envolvente – espaço onde possa desenvolver suas atividades – para satisfazer seus propósitos, sendo que “um projeto arquitetônico terá de resolver múltiplos problemas funcionais e formais dentro de complexas solicitações socioeconômicas, culturais e tecnológicas” (RIVERO, 1986).

A redução da jornada de trabalho resultou em uma maior intensidade do trabalho, produzindo um aumento da tensão nervosa e do stress emocional. Com isso, em muitas operações industriais o maior problema não é a carga física, mas sim o stress mental e o ambiente de trabalho desconfortável.

De modo geral, os ambientes de trabalho nas indústrias não estão adequados às Normas Regulamentadoras, devido à falta de conhecimento dos administradores e do acesso às informações sobre os procedimentos adequados (SILVA, 1999). Onde, a aplicação da ergonomia torna-se importante para garantia da saúde e bem-estar do trabalhador, propiciando melhores condições de trabalho e segurança, conservando sua integridade física e mental.

Conforme Barbiero (2004, p.43), “Trabalhos de pesquisa sobre conforto térmico em indústria no Brasil ainda são insuficientes”. Contudo, Hackenberg (2000) pesquisou as sensações térmicas dos trabalhadores de indústria em duas regiões com climas distintos, utilizando a metodologia proposta pela ISO. A análise mostrou como diferentes ambientes, vestimentas e atividades influenciam a sensibilidade térmica do ser humano. Reiterou a necessidade de se rever normas relativas ao ambiente térmico, condizentes com a realidade cultural e regional brasileira, bem como a utilização das diretrizes da arquitetura bioclimática para a melhoria das condições de conforto.

Para satisfazer as condições de conforto, é necessário conhecer o funcionamento do corpo, as condições do local e de trabalho, o trabalho em si e o grupo de trabalhadores que será atendido por este programa, para então criar os critérios de avaliação do conforto para o ambiente, tais como: conforto térmico, acústico, lumínico e qualidade do ar. Respeitando as normas vigentes. (SALVINI et all, 2010, p. 06).

Dessa forma, há uma necessidade de maiores preocupações com o conforto ambiental em ambientes industriais, pois, “a atividade do trabalhador em indústria está diretamente relacionada à segurança, satisfação e bem-estar”. O local de trabalho, além de ser um espaço físico, representa a expectativa de realização profissional e pessoal que deve ser alimentada em benefício do próprio trabalhador, da empresa e da sociedade. (BARBIERO, 2004, p.13).

A saúde, a satisfação, a segurança e a produtividade são quesitos que estão diretamente ligados a um ambiente de trabalho saudável, termicamente neutro, que permita que a produção de calor metabólico se equilibre com as perdas de calor sensível (convecção, radiação, condução) e com as perdas de calor respiratório, sem que haja a necessidade de lutar nem contra o calor e nem contra o frio.

A resposta humana ao ambiente térmico depende de fatores que são fundamentais para a sensação de conforto: fatores ambientais (temperatura do ar, temperatura das superfícies circundantes, velocidade e umidade do ar), fatores fisiológicos (circulação sanguínea junto à pele, produção de suor e tremores dos músculos), fatores pessoais (a vestimenta, a carga de trabalho), fatores subjetivos (preferências térmicas). A arquitetura (forma, orientação solar das fachadas, aberturas, tipos de materiais, divisórias internas, iluminação etc.) também influencia nos fatores ambientais.

A complexidade do programa para um arranjo industrial e a necessidade deste ser enxuto e objetivo, para que se viabilize o lucro do negócio, faz com que procure sempre o balanço perfeito das três dimensões (ambiental, social e econômica) em que se baseiam o Desenvolvimento Sustentável. (SALVINI et all, 2010, p. 03).

Portanto, o projeto deve fornecer as soluções necessárias para a melhoria do Ambiente interno e externo não só da área de propriedade como também deve informar como será sua interação com o externo. São consideradas as opções do projeto paisagístico que procure beneficiar as soluções que minimizem os impactos de radiação solar sobre a carga térmica da edificação. (SALVINI et all, 2010, p. 06).

Quanto ao desperdício e o consumo, há uma forte tendência de que as tecnologias disponíveis comercialmente permitam a redução pela metade do consumo de energia dos edifícios já construídos ou em construção, prevendo que custo líquido poderá ficar negativo, quando são levadas em conta as economias geradas na manutenção desses edifícios, uma vez que o consumo industrial representou, em 2009, 42,6% do total brasileiro. De forma geral, as medidas mais recomendadas são: melhores sistemas de ventilação, implantação de um sistema de isolamento térmico nas janelas, uso da iluminação natural, projetar espaços fluidos, construir áreas gramadas ou arborizadas junto às edificações, construção de aberturas direcionadas e protetores solares. (LAMBERT, 1997; EDP, 2009).

De acordo com Salvini et all (2010, p. 08), Para iniciar um projeto é necessária uma análise do Espaço antes da edificação, como ele está, como vive, quem o usa, quem depende dele, etc. É o levantamento do Ambiente Existente, do relevo, do clima, do potencial hídrico, dos ventos, da insolação e seu contexto com a vizinhança. Tudo deve ser analisado quando se concebe o projeto de urbanização, assim como o de paisagismo.

Sabe-se que não se pode prever as consequências das mudanças climáticas com total certeza; mas hoje sabemos o bastante para compreender os riscos. A mitigação, com a tomada de ações firmes para reduzir os impactos no Meio Ambiente, deve ser vista como um investimento, onde o custo de implantação é viável visto que evitam consequências graves no futuro. Se esse investimento for feito de forma consciente e responsável, o custo será administrável, e haverá um grande leque de oportunidades de crescimento e desenvolvimento a nível local e empresarial. Isso não é um desafio somente para governos, empresas, ONGs ou indivíduos, mas algo que exige um esforço global.

2.7.2 Ambientes Climatizados

Nos dias atuais, ambiente climatizado tornou-se sinônimo de ambiente refrigerado, ou ambiente com ar condicionado. Mas, ambientes climatizados, podem ser classificados de duas maneiras distintas em: ambientes climatizados artificialmente e em ambientes climatizados naturalmente. Sendo o primeiro, um ambiente que proporcione conforto ambiental, proporcionado pela ventilação natural, levando em consideração as

variáveis locais, como clima, temperatura, direção dos ventos etc. E o segundo, climatizado através de um resfriamento artificial. Os índices cada vez mais elevados da utilização do ar condicionado alertam para o fato de que quanto mais o utilizamos, mas estamos contribuindo, ativamente, para o aquecimento global, devido a despreocupação da população com as questões de proteção ambiental.

Em ambientes em que se pretende um isolamento, para manter o ambiente livre dos agentes da poluição externa, é sim interessante a utilização do ar condicionado, mas se os filtros do mesmo, não forem limpos periodicamente e rigorosamente, nada estão protegendo. Diversas doenças respiratórias são relatadas em ambientes climatizados artificialmente, devidos aos fungos, bactérias e ácaros que podem se acumular no aparelho se este estiver sujo, e se proliferarem no ar, causando inúmeras doenças, além das respiratórias.

Vale ressaltar que, nos casos em que a caixa onde se encontra a ventoinha e o motor da central de ar, esteja voltada diretamente para parte externa da edificação, totalmente expostos a poluição. Nem a limpeza do filtro da parte externa é suficientemente segura.

Com isso, percebesse a real importância de se projetar ambientes climatizados, com ventilação natural. Principalmente, em ambientes industriais, comerciais, etc., com ocupação de grande número de pessoas diferentes, passíveis de contaminação. E no caso em estudo, para uma Usina de Reciclagem, com ambientes destinados a atividades de limpeza e descontaminação de resíduos, a renovação do ar é de extrema importância para manter a salubridade dos mesmos. Favorecendo também a diminuição dos consumos de energia pela edificação.

De acordo com o Bittencourt e Cândido, 2008, o ideal seria a utilização da ventilação natural, que além de aproximar a temperatura ambiente da temperatura externa, diminuem o consumo de energia e favorecem a renovação do ar. Uma adequada ventilação pode ser conseguida através da correta implantação de aberturas de entrada e saída de ar.

Enfatizado assim, que proporcionar melhores condições de trabalhado, aliadas a identificação de possíveis perigos, e analisando os riscos a saúde que podem oferecer aos trabalhadores de uma Usina, que em contato mesmo que indireto com resíduos contaminados, devido às proteções, em seu dia-a-dia, encontra-se numa cidade com temperatura elevada, que é a cidade de Macapá, podem-se estimar os prejuízos causados por um ambiente desconfortável termicamente, ocasionando perda de produtividade. Daí a necessidade de se desenvolver alternativas de melhorias nas condições de trabalho, aumentando assim a capacidade produtiva dos trabalhadores.

Por isso, Barbieiro, 2004, afirma que: “A atividade do trabalhador em indústria está diretamente relacionada à segurança, satisfação e bem-estar”. O local de trabalho, além

de ser um espaço físico, representa a expectativa de realização profissional e pessoal que deve ser alimentada em benefício do próprio trabalhador, da empresa e da sociedade.

Rivero (1986) afirma: “Na medida em que um meio é termicamente mais hostil, aumenta a preocupação do indivíduo sobre esse problema, afastando sua atenção da atividade específica que está realizando, favorecendo a distração e a conseqüente perda de eficiência e segurança no trabalho”.

E a partir, dessas observações pode se inferir que alterações projetuais, são capazes de gerar ganhos significativos na saúde e produtividade do trabalhador. Pois,

[...] o desempenho do trabalho humano sofre a influência de fatores ambientais, organizacionais e psicológicos, que interferem no seu relacionamento com o ambiente de trabalho. [...] O homem, quando obrigado a suportar altas temperaturas, apresenta baixo rendimento, o seu grau de concentração e a velocidade na realização de tarefas diminuem, as pausas se tornam mais freqüentes e a freqüência de erros e acidentes tende a aumentar significativamente. (IIDA, 1990).

Para melhor explicar, o porquê de se projetar edificações preocupadas e adequadas as variações de temperatura de cada região, Lambert, 1997 afirma que: Contradizendo esta diversidade, as edificações brasileiras vêm sendo construídas de forma quase sempre padronizada, incorporando muitas vezes linguagens de outras culturas ou espalhando uma mesma tipologia por cidades de comportamentos climáticos distintos como Curitiba e São Luís, por exemplo. (LAMBERT, 1997).

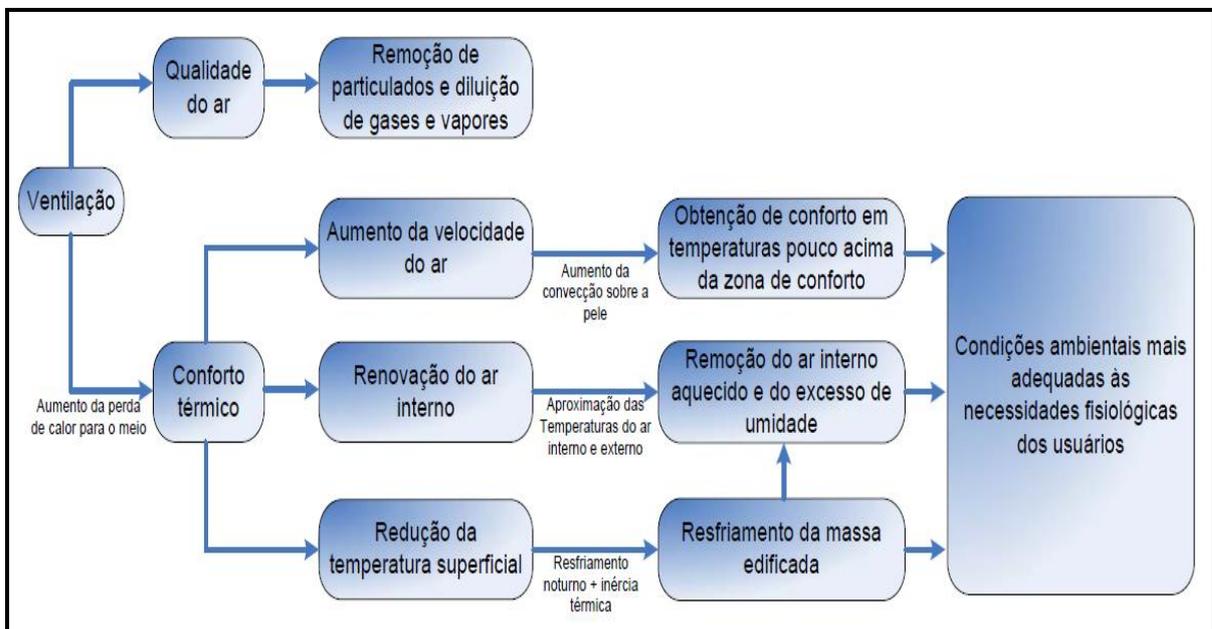
Para Hackenberg, Pereira e Lima Filho (2001) que desenvolveram um estudo sobre a influência das variáveis ambientais e pessoais nas sensações térmicas dos trabalhadores fabris e as recomendações da bioclimatologia, em duas regiões do Brasil com climas distintos. O resultado mostrou que, em ambientes não climatizados (tanto artificialmente quanto naturalmente), as condições físico-ambientais e pessoais, como a atividade e a vestimenta, exercem grande influência na insatisfação térmica dos trabalhadores. Dessa forma, concluíram que as edificações estudadas, deveriam ter suas condições de conforto amenizadas, na fase de concepção do projeto, seguindo e aplicando alternativas bioclimáticas.

Como afirma Cunha, 2010, quando diz que: a despreocupação com a qualidade ambiental, as incertezas envolvidas no fenômeno e a popularização dos sistemas artificiais de climatização costumam servir de argumento para os que negligenciam os benefícios do condicionamento passivo. As incertezas podem ser reduzidas quando a ventilação é contemplada em todas as etapas de processo projetual, principalmente nas fases iniciais, na qual as decisões têm grande impacto no desempenho da edificação.

A partir dessas observações, a arquitetura deveria ser conduzida de forma diferente. O repertório do arquiteto deve ser mais amplo, permitindo que as especificidades de cada local aflorem como condicionantes a ser respeitadas em uma linguagem arquitetônica adequada, e enriquecendo a arquitetura brasileira com tipologias diferenciadas e próprias. (LAMBERT, 1997)

Dessa forma, para se obter conforto térmico, salubridade e resfriamento de uma edificação, através de uma estratégia bioclimática, pode se utilizar a ventilação natural. De forma, que tal estratégia, deveria ser mais recorrente para se ter níveis de conforto satisfatórios para se tratar espaços construídos, em cidades com clima quente e úmido. Pois, com a ventilação natural temos a renovação do ar, o que assegura a higiene e a saúde dos ocupantes de uma edificação, por isso é recomendada para todos os tipos de clima. Cunha, (2010), apresenta as principais funções da Ventilação natural.

Figura 2.18 – Fluxograma das funções da ventilação natural



Fonte: Cunha, 2010.

A ventilação cruzada ocorre quando há aberturas em paredes distintas e preferencialmente em faces opostas. Assim, a ventilação natural promove ambientes saudáveis capaz de: dificultar o surgimento de mofo, dispersar partículas provenientes das atividades humanas e reduzir a concentração de gases nocivos e dos compostos orgânicos voláteis. A umidade em níveis elevados e por longos períodos, situação característica do clima quente e úmido, favorece o surgimento de mofo pela condensação do vapor de água nas paredes e nas demais superfícies. Contudo, pequenas taxas de renovação, inferiores a 2 trocas/hora, - pois ambientes naturalmente ventilados alcançam facilmente esse índice - são

suficientes para impedir o crescimento da colônia de fungos (EST, 2006). Porém, o mesmo pode não ocorrer em edificações artificialmente climatizadas, que normalmente possuem as esquadrias seladas para impedir a infiltração de ar. (CUNHA, 2010)

Em Macapá, como o clima é quente e úmido, diversas particularidades devem ser levadas em consideração na hora de projetar, para garantir o conforto dos usuários. Pois, nessas condições climáticas, a evaporação do suor é lenta, devido a elevada umidade do ar, o que dificulta ainda mais o processo de resfriamento do corpo, provocado pelo movimento do ar sobre a pele, contribuindo com a sensação de conforto. Considerando que a temperatura em Macapá é demasiadamente alta em diversas horas do dia, é que se percebe a dimensão da importância de promover ambientes termicamente confortáveis.

Por outro lado, a baixa latitude favorece o ganho térmico pela envoltória, principalmente pela cobertura, que pode resultar em uma carga térmica considerável por radiação. O sombreamento reduz significativamente os ganhos térmicos, enquanto que a ventilação resfria a massa edificada e o corpo humano. A soma destas duas estratégias é capaz de proporcionar conforto na maior parte do ano, e por isto, são apontadas como as recomendações projetuais mais adequadas para o clima quente e úmido.

A ventilação natural apresenta vantagens frente aos sistemas mecânicos: o custo de instalação é bem menor, não consomem energia e a manutenção é mínima. Contudo, ao fazer uso da ventilação natural, deve-se atentar para a qualidade do ar externo, que em função da ocupação do entorno e do tráfego de veículos, pode apresentar níveis elevados de poluentes. Em casos específicos, é recomendada cautela ao adotar a ventilação natural como recurso único para uma ventilação contínua e eficiente (COSTA, 2005).

Parece que há consenso entre a comunidade científica, quanto ao fato do Ar Condicionado trazer inúmeros malefícios para a saúde e sobretudo para o planeta. É prejudicial à saúde, é dispendioso, contribuindo para o envelhecimento precoce da pele, pode ser uma fonte de contaminação dos espaços, e contribui, em muito, para o aquecimento global.

Contudo, entre a população geral continua a ser percebido como o “bom samaritano”, que refresca no verão e aquece no inverno, como um indicador de riqueza e símbolo de qualidade de vida e de desenvolvimento. Mas a realidade é que o Homem tem de sair do seu entorpecimento de confortabilidade imediata e começar a agir corretamente face a este vilão.

De acordo com (TRENTINE, 2011), qualidade de vida não é ter a possibilidade de ligar o ar condicionado todos os dias, qualidade de vida é abrir uma janela e cheirar a terra, as árvores, saber encher os pulmões com ar puro, limpo.

2.8 REFERENCIAIS ARQUITETÔNICOS

Com relação, aos conceitos de Arquitetura para concepção de projeto, percebe-se que é necessário utilizar como subsídio, alguns referenciais arquitetônicos, para deixar claras as qualidades que se almejam agregar ao projeto e sendo destacada a importância de cada arquiteto escolhido: Willy Muller, que traz uma vasta produção arquitetônica pública e de usinas de reciclagem e Severiano Mário Porto que representa o maior ícone na produção arquitetônica com enfoques bioclimáticos para a região Amazônica. Outros arquitetos que se dedicaram a arquitetura bioclimática foram Lambert e Anésia, mas produziram obras apenas no campo científico, ficando somente Norman Foster, como outro arquiteto que se utiliza da arquitetura bioclimática na concepção de seus projetos. Dessa forma, pretende-se pontuar e interpretar alguns conceitos, significados que estão interligados diretamente à questão projetual.

2.8.1 Willy Muller

Nascido em 1961, graduou-se em arquitetura em 1984. Estudou na FAU da Universidad Nacional de La Plata, na Argentina. Logo depois foi para a Espanha fazer doutorado em Arquitetura, na Escola Técnica Superior de Arquitetura de Barcelona, a ETSAB, na “Universidad de Barcelona”. No início, trabalhou no escritório do arquiteto japonês Arata Isozaki, no desenvolvimento do projeto do “Palau de Sant Jordi” e, posteriormente, com o arquiteto catalão Emílio Donato. Foi uma experiência importante para sua formação profissional e que serviu como base para montar seu próprio escritório, em 1996.

Em 1998 fundou com Manuel Gausa e Vicente Gualart o grupo Metápolis, que já mereceu na Bienal de Veneza, em 2000, a exposição Metápolis-Barcelona, no Pavilhão Central. Participou da V Bienal Internacional de Arquitetura de São Paulo, em 2003, dentro da Exposição Espanhola. Foi dos organizadores do "Hipercat" (exposição e livro), em Barcelona. Foi premiado em diversas oportunidades, com destaque para o Concurso Nacional de Desenho com o "Contenedor Cuore" (Valencia 1987), Concurso de Projetos para o Novo Mercado das Flores, Mercabarna, Barcelona (em fase de projeto), Concurso de Projetos 39 viviendas en Berga, Incasol, Generalitat de Catalunya (em fase de projeto), todos em primeiro lugar. Tem dado numerosas conferências na Espanha, Brasil, Argentina e México.

Uma de Suas Principais Obras é a usina de reciclagem PuntVerd localizada em Barcelona, em uma área industrial (figura 2.19).

Figura 2.19 - Usina de reciclagem Punt. Verd em Barcelona, projetada pelo arquiteto Willy Muller



Fonte:<http://www.google.com.br/search?q=IMAGENS+f%C3%A1brica+de+reciclagem+Punt+Verd+arquiteto+Willy+Mulle>.

Na concepção desse edifício o arquiteto foge à idéia de galpão industrial, apresentando formas diferentes das usualmente encontradas no Brasil e no mundo. O empreendimento integra-se ao seu entorno com formas simples e com responsabilidade social, conforme a figura 2.20.

Figura 2.20 - Entorno da Usina de reciclagem Punt Verd em Barcelona



Fonte:<http://www.google.com.br/search?q=IMAGENS+f%C3%A1brica+de+reciclagem+Punt+Verd+arquiteto+Willy+Mulle>.

Para o argentino Willy Müller, projetar é como fazer experiências científicas. "Mais do que uma construção física, um projeto comporta uma construção intelectual", afirma o arquiteto que faz de cada trabalho uma oportunidade para testar suas crenças sobre arquitetura e urbanismo. Foi com esse espírito que criou o projeto de um modelo urbanístico para Baracaldo, município no nordeste da Espanha. Apesar de não ter se concretizado, a proposta rendeu frutos. Desenvolvida com base no projeto para Baracaldo, uma unidade habitacional chamada Casa na Floresta foi erguida, em 2002, em Sant Cugat de Vallés, Barcelona (Figuras 2.21 e 2.22).

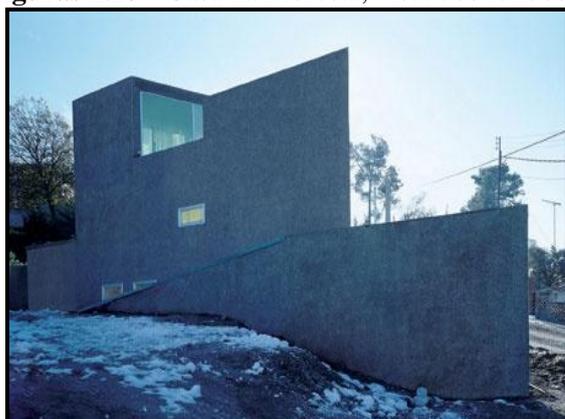
Figuras 2.21 - Casa na Floresta

Fonte: <http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/140/imprime22254.asp>

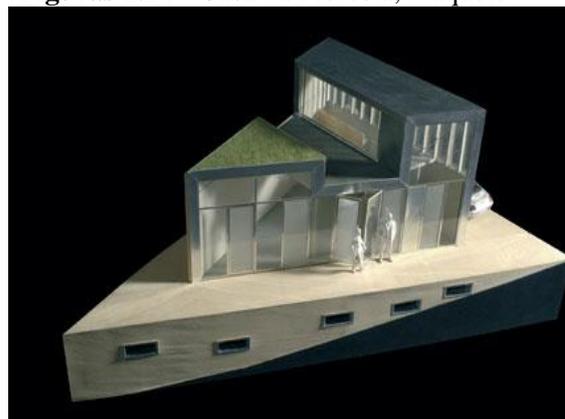
Figuras 2.22 - Casa na Floresta

Fonte: <http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/140/imprime22254.asp>

Cada face da construção foi trabalhada com materiais e técnicas específicas, de acordo com sua orientação: alvenaria na face norte, painéis na sudeste e esquadrias na face sudoeste. Pouco convencional também foi a opção de colocar as áreas íntimas no nível inferior e as de lazer e estar na cobertura, favorecendo o desfrute da vista (Figuras 2.23 e 2.24).

Figuras 2.23 - Casa na Floresta, vista dos fundos

Fonte: <http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/140/imprime22254.asp>

Figuras 2.24 - Casa na Floresta, maquete

Fonte: <http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/140/imprime22254.asp>

Na Casa da Floresta, cada uma das três fachadas foi pensada de forma a garantir conforto térmico no interior da residência. Na face norte, onde o sol é menos intenso (trata-se da Europa), foi executada uma parede de tijolos cerâmicos que evita a perda de calor durante o inverno. Diretamente aplicada na parede, uma argamassa com 3 cm de espessura protege e decora a superfície com um tom amarronzado que integra a fachada ao entorno. No interior, foram aplicadas placas de drywall. Especialmente para a face sudeste, onde se localizam as instalações técnicas e a cozinha, Willy Müller criou painéis do tipo sanduíche produzidos no próprio canteiro de obra. Os elementos são formados por chapas galvanizadas onduladas,

"espuma jateada" e revestimento de drywall. Totalmente envidraçada, a fachada sudoeste oferece uma vista generosa da paisagem.

Apresenta também outros projetos edificados com características bioclimáticas com os mesmos preceitos como é o caso Costa Brava House. (Figuras 2.25 e 2.26).

Figuras 2.25 - Costa Brava House (frontal)



Fonte: <http://www.willy-muller.com/?portfolio=costa-brava-house>.

Figuras 2.26 - Costa Brava House (lateral)



Fonte: <http://www.willy-muller.com/?portfolio=costa-brava-house>.

2.8.2 Severiano Mário Porto

Severiano Mário Vieira de Magalhães Porto, nasceu em Uberlândia-MG, formase, em 1954, pela Faculdade Nacional de Arquitetura da Universidade do Brasil, atual Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Integra as gerações de arquitetos que vivenciaram de perto o início do processo de modernização do País, devido ao aumento na utilização de técnicas com bases científicas para a transformação da sociedade. Dadas pela industrialização, intensificação do processo de urbanização e também pela internacionalização da cultura. Atualmente se dedica a atividades acadêmicas e em organizar o seu acervo, residindo em Niterói-RJ.

De acordo com Segawa (1989), um dos mais importantes do final do século XX: “Atualmente, as obras de Severiano Porto formam – ao lado das produzidas por Niemeyer – o conjunto de projetos mais conhecido de um arquiteto brasileiro contemporâneo na América Latina e Europa.” O trabalho de Porto na Amazônia, o tornou hoje um arquiteto conhecido e reconhecido nacional e internacionalmente, integrando o grupo de arquitetos que propagou pelo território brasileiro uma arquitetura de feição regionalizada.

Entre 1965 e 1982, o IAB-RJ concedeu menções e premiações a oito de seus projetos e obras. Em 1985, o arquiteto recebeu o Prêmio Universidad de Buenos Aires e, em 2003, a UFRJ homenageou-o com o título Professor Honoris Causa.

As obras de Severiano Porto nos indicam caminhos para operarmos uma arquitetura própria regional amazônica, para que encontremos a forma adequada ao meio em que se insere sem ignorar elementos particulares a uma realidade diversa - realidade essa que é trabalhada por Severiano no âmbito da lógica da localidade.

Nesse sentido, observa-se que Severiano "regionaliza" ou contextualiza o que, inexoravelmente, pertence ao mesmo tempo a "todos os lugares". Construída ora com materiais e técnicas construtivas locais, como com a utilização da madeira ou empregando tecnologias modernas em estruturas metálicas ou concretas a atitude de se fazer uma arquitetura adequada é uma constante, agregando materiais sofisticados com os locais. (ROVO; OLIVEIRA, 2004).

A idéia de arquitetura bioclimática se faz presente nas obras do arquiteto, e não se restringe apenas na procura em adaptar a arquitetura ao clima da região, mas também aos materiais, processos, condições locais, numa preocupação constante de integração entre construção e natureza.

De acordo com Porto:

Arquitetura é um conjunto de fatores que se entrelaçam e se agrupam de acordo com as necessidades de um programa, as condições específicas de uma área, os recursos da sua região, suas condições ecológicas, tecnologia a ser empregada, antiga, regional e todas as demais existentes em sua época, recursos financeiros, etc. Tudo isso ordenado, transformado em espaço de maneira sensível, lógica, técnica e bela. (PORTO, 2005 apud NEVES, 2006)

O arquiteto Severiano Porto, na afirmação acima, expõe suas preocupações primordiais e fundamentais, utilizadas no ato de projetar, demonstrando assim, a importância, a atenção que reserva para os princípios bioclimáticos. Para ele, a arquitetura, está além do aspecto de se projetar somente a forma, está em pesquisar as necessidades e as condições apresentadas por cada região em particular, resultando em uma atitude de projetar edificações em harmonia com o meio ambiente na qual estão inseridas.

Dessa forma, busca combater os modelos e soluções, muitas vezes, transportados de outras regiões e inadequados à realidade local. Não se utilizando assim, de cópias grotescas, e em alguns casos absurdas para determinadas regiões, como tinha ocorrido com bastante frequência na região.

Sua arquitetura integra e trabalha fatores simples como sol, vento, chuvas, luz, qualidade dos materiais, tecnologias acessíveis. Estratégias projetuais que visam a obtenção de conforto ambiental são dominantes em seus projetos, e estão presentes em suas obras. As publicações encontradas sobre sua arquitetura também enfatizam este aspecto de seu trabalho. (NEVES, 2006, p.48).

Para o projeto do ambulatório médico do Instituto de Aposentadoria e Pensão do Estado do Amazonas (IPASEA), o arquiteto buscou por uma solução adequada ao clima local, apesar das condições desfavoráveis do terreno – a fachada principal fica para Oeste. O projeto exigia que houvesse pouca necessidade de manutenção, sem que isto afetasse as necessidades de funcionamento, por isso o material escolhido para a construção foi o concreto armado. O uso de refrigeração artificial procurou ser reduzido ao máximo, sendo instalado apenas nos ambientes onde seria indispensável. (NEVES, 2006, p.63)

Na edificação houve a integração do projeto de climatização natural com o projeto de climatização por sistema mecânico, isto é, o uso de ar condicionado procurou restringir-se aos ambientes estritamente necessários, e a ventilação natural foi trabalhada com o intuito de garantir conforto térmico aos espaços onde não há uso do ar, bem como auxiliar na climatização de todo o edifício, reduzindo os gastos com energia e ampliando a eficiência energética da construção. (NEVES, 2006, p.64)

A fachada principal, por ser orientada para o Oeste, possui um beiral amplo, elementos vazados de concreto e brises verticais em forma de T, que amenizam a incidência solar no período da tarde e permitem a ventilação cruzada nas circulações e salas de espera. (NEVES, 2006, p. 64 e 65).

Outra obra, importante de ser mencionada de Severiano é o campus da Universidade do Amazonas, atual Universidade Federal do Amazonas (UFAM), que também é um dos projetos mais marcantes e conhecidos de sua carreira. Neste projeto, fez um trabalho cuidadoso com a disposição das aberturas, onde procurou proporcionar melhores condições de conforto aos usuários, se utilizando de diferentes estratégias de ventilação natural, e sempre apresentando soluções de ventilação cruzada aliada ao efeito chaminé, para exaurir o ar quente por diferença de densidade.

Essa busca pela inserção da arquitetura em consonância com o meio, é que direcionou Porto para a definição do projeto. Como afirma Zein (1986), “A preocupação do enquadramento às características locais, econômicas, climáticas e topográficas em todos os momentos constituiu uma dominante”.

Além do baixo impacto ambiental e interferência mínima na paisagem original, outras premissas projetuais importantes foram a adequação às características climáticas e topográficas locais, o baixo custo de manutenção da obra e a flexibilidade para futuras adaptações e ampliações. Os prédios foram implantados com as maiores fachadas na direção Norte-Sul, de acordo com os ventos dominantes da região, que são Nordeste, e se adequam às curvas de nível do terreno, evitando grandes movimentos de terra e desmatamentos. (NEVES, 2006, p.87 e 89). (Figuras 2.27 e 2.28).

Figura 2.27 - Circulações cobertas, rodeadas por Jardim.



Fonte: NEVES, p.91, 2006.

Figura 2.28 - Área de alimentação



Fonte: NEVES, p.91, 2006.

Dentro das diretrizes de modificar o mínimo possível a topografia original, as estruturas metálicas foram a solução para fácil montagem entre as irregularidades do terreno. A padronização permite a fácil aquisição e formação de estoque, além da rápida execução, impedindo a interrupção do trabalho pelas constantes chuvas da região. A densidade das edificações na universidade é adequada às características climáticas da região, que apresenta altas taxas de precipitação e constante insolação, pedindo, portanto, grandes coberturas e circulações cobertas.

2.8.3 Norman Foster

Norman Foster, Barão do Tâmsa, nasceu em 1 de junho na região Stockport em 1935, numa família humilde. Destacou-se sempre como um aluno aplicado e por seu excelente desempenho nas escolas onde estudou. Desde cedo demonstrou certo interesse pela arquitetura, principalmente pelas obras de Frank Lloyd Wright, Ludwig Mies van der Rohe e Le Corbusier.

Foster estudou arquitetura da Universidade de Manchester, graduando-se em 1961. Mais tarde se tornou amigo de Richard Rogers, seu futuro parceiro comercial, na Universidade de Yale onde concluiu seu mestrado. Retornou ao Reino Unido em 1962 e se tornou um dos maiores arquitetos da Europa.

Hoje, é um renomado arquiteto inglês, conhecido mundialmente pelo seu estilo ousado de desenhar prédios importantes, principalmente na Europa e na Ásia, e por sua preocupação com o meio ambiente. Faz parte da empresa Foster and Partners, conhecida mundialmente pelo estilo de arquitetura arrojada e por concretizar obras e restaurações dos

prédios pertencentes aos órgãos do governo de diferentes países, utilizando sistemas inteligentes de projeto.

Com 74 anos de idade, Norman Foster já declarou que não pensa em se aposentar, sendo que ele representa 85% das ações da Foster and Partners com uma fortuna avaliada entre 300 e 500 milhões de libras esterlinas. Foster foi condecorado com a Ordem do Mérito em 1997 e em 1999 foi feito elevado à condição de Barão, sendo conhecido atualmente como Barão Foster do Tâmis. É também o segundo arquiteto britânico a ganhar o Prémio Stirling duas vezes, sendo a primeira vez pelo Museu Imperial de Duxford em 1998 e a segunda pelo 30 St Mary Axe em 2004. Em 2009 foi também premiado com o Prémio Príncipe das Astúrias.

Suas principais obras estão espalhadas pela Ásia e pela Europa, na Alemanha em Berlim a Cúpula do de renovação do Reichstag, e em Frankfurt o Commerzbank Tower. Na china, em a Ampliação do Aeroporto Internacional de Pequim. No Reino Unido, o Estádio de Wembley, o 30 St Mary Axe, sede principal da Swiss Re, e o 8 Canada Square, todos em Londres. O Commerzbank Tower, em Frankfurt, na Alemanha, tornou-se referência em sustentabilidade. Foi considerado pela revista *Téchné*, um dos edificios constituído nas ultimas décadas considerados mais sustentáveis do mundo por apresentarem, entre outras características, projetos com sistemas eficientes e construção com matérias-primas renováveis.

Com 56 andares e 121 mil m², a torre do Commerzbank, projetada por Foster & Partners e inaugurada em 1997, é considerada o primeiro edifício de escritório ecológico do mundo. Em 1990, quando planejava a nova sede, o Commerzbank foi incentivado pelo Partido Verde a construir um arranha-céu verde.

O projeto explora a natureza do ambiente de escritório, desenvolvendo soluções sustentáveis e novos padrões de trabalho. Um sky garden que desce pelo átrio central traz luz e ar fresco e é foco visual e social dos grupos de trabalho, recurso utilizado para reduzir a necessidade de luz artificial e energia para aquecimento e refrigeração. Seu desenho garante que os escritórios tenham vista para a cidade ou para o jardim. (ROSSO, 2010). (Figuras 2.29 e 2.30).

Neste ano de 2011, foi criado um novo projeto sustentável, em abril começaram as obras de revitalização da área do Washington Convention Center, na capital dos Estados Unidos da América. O projeto, denominado CityCenter DC, é também de Norman Foster. Ele desenhou quatro novos prédios para a área de 40,4 mil m² antes ocupada por um grande edifício. Cada prédio terá dez pavimentos, abrigando escritórios, restaurantes e lojas, hotéis e apartamentos.

Figura 2.29 - Torre do Commerzbank (externa). **Figura 2.30**- Torre do Commerzbank (interna).



Fonte: <http://urbanity.blogsome.com/2007/07/24/torre-commerzbank-frankfurt/>



Fonte: <http://urbanity.blogsome.com/2007/07/24/torre-commerzbank-frankfurt/>

De acordo com David Summerfield, diretor de projeto do escritório Foster + Partners, “o CityCenter DC é um dos mais significativos projetos de requalificação urbana em curso nos EUA. Nossa proposta partiu de estudos detalhados do clima e das ruas de Washington e, por isso, os novos edifícios deverão integrar-se com seu contexto urbano e histórico, criando um espaço singular”. (ECOTELHADO, 2011). (Figuras 2.31 e 2.32).

Figura 2.31 – City Center DC (EUA).



Fonte: ECOTELHADO, 2011.

Figura 2.32 – City Center DC (EUA).



Fonte: ECOTELHADO, 2011.

O projeto é todo ambientado em arquitetura sustentável. A fachada dos edifícios residenciais será marcada por colunas de concreto e persianas horizontais deslizantes, enquanto os edifícios comerciais terão persianas de alumínio leve e um sistema de brises verticais feitos de alumínio e vidro blindado. O projeto deve receber o certificado LEED Ouro, pois contará com telhado verde e sistema de reuso de água em todos os edifícios. Além

disso, os apartamentos são orientados de acordo com o sol, para melhorar a temperatura interna. (ECOTELHADO, 2011).

No próximo capítulo será apresentado o estudo da área de intervenção e a pesquisa de campo com a análise dos resultados das entrevistas.

CAPÍTULO 3 – ESTUDO DA ÁREA DE INTERVENÇÃO

3.1 A CIDADE DE MACAPÁ

3.1.1 A Paisagem

Analisar a paisagem de um determinado lugar é estudar um organismo vivo em contínua modificação. Para falar das mudanças na forma urbana, ou melhor, da morfologia urbana, temos que englobar o estudo dessa cidade no tempo, sua evolução, pois qualquer cidade evolui encadeando modificações a sua forma. Assim, torna-se possível posicionar as intervenções dos arquitetos adequadas a aquele tempo e período.

Segundo Gomes (2002), uma das condições fundadoras da cidade são as diferenças entre os grupos, existentes no espaço urbano. E para melhor entendermos, basta enxergar o espaço urbano como produto das relações e das ações do homem, observando dessa forma pode-se perceber que o espaço urbano assume formas que refletem, de modo geral, as determinações da classe dominante. Só assim que o urbano se constrói, através das diversas relações estabelecidas entre os diferentes grupos sociais existentes no espaço. Sendo que as alterações feitas pela organização política desse espaço, são expressas na forma física e na dinâmica da cidade.

Como afirma Milton Santos (2002), a paisagem é um conjunto de formas que, num dado momento, exprime as heranças que representam as sucessivas relações localizadas entre homem e natureza. O espaço são as formas mais a vida que as anima" (SANTOS, 2002, p.103). Santos (2002), ainda completa dizendo: "A paisagem é história congelada, mas participa da história viva. São suas formas que realizam, no espaço, as funções sociais" (SANTOS, 2002, p.107).

Nas últimas décadas as mudanças políticas e econômicas ocorridas no estado do Amapá, modificaram significativamente a configuração espacial da cidade de Macapá. Essas transformações decorrem desde a transformação de território do Amapá para estado e quando da criação da área de livre comércio de Macapá e Santana. Estes dois fatos históricos contribuíram para a expansão do estado, tanto populacional quanto para a expansão de sua malha urbana. Vários migrantes oriundos do nordeste brasileiro, da Amazônia, principalmente do estado Pará aportaram nas cidades de Macapá e Santana, gerando essa ampliação urbana.

Até 1897, o núcleo populacional pouco se expandiu, restringindo-se à pequena aglomeração que ocupava áreas próximas à Igreja Matriz, Fortaleza e Igarapé da Doca, caracterizadas por construções localizadas nas proximidades das margens do rio Amazonas,

com vias paralelas e transversais ou perpendiculares a ele, construindo assim uma malha ortogonal. Do período que se estende de 1897 até a criação do Território Federal do Amapá, em 1943, houve uma insignificante expansão da malha urbana de Macapá. (PORTILHO, 2010).

Em face dessa transformação política, a partir de 1943, acerca dos possíveis investimentos na cidade via governo federal, passou-se a existir um pensamento otimista criado pelas instituições públicas. Com isso, era preciso criar uma estrutura de capital para que a cidade pudesse comportar a administração pública do Território. Recebendo as melhorias necessárias para abrigar os serviços da administração pública. Apresentando uma nova configuração na paisagem do espaço urbano, para atender as necessidades de uma nova organização da sociedade macapaense.

A construção de prédios públicos, a edificação de conjuntos residenciais, e o remanejamento da população mais pobre das zonas centrais para a área periférica da cidade, são elementos que vão consolidando o ordenamento urbanístico de Macapá, principalmente com a construção de residências-modelo destinados aos funcionários do Território. (PORTILHO, 2010).

Ao mesmo tempo em que se tem parte da cidade com uma ocupação devidamente loteada e urbanizada com a oferta dos principais serviços coletivos urbanos, a expansão da zona norte bem como a zona sul da cidade, não possuem a mesma característica. As margens da rodovia BR-210, os recém-chegados dão origem ao bairro São Lázaro e, ainda, na zona norte, a formação do Perpétuo Socorro seguida da Baixada do Japonês. Surge, ainda, o bairro Jardim Felicidade, ao Sul da cidade. (PORTILHO, 2010).

Esses bairros citados acima, hoje se encontram em total descaso por parte do poder público, possuem diversas vielas, sem infra-estrutura e ocupação totalmente desordenada. Diversas famílias, vivendo em condições precárias e insalubres, chegando a morar até em áreas de risco. Uma população desfavorecida econômica e socialmente vive na chamada cidade informal, onde: O direito à invasão é até admitido, mas não o direito à cidade. A ausência do controle urbanístico (fiscalização das construções e do uso/ocupação do solo) em certas áreas das cidades convive com sua flexibilidade, dada pela pequena corrupção, na cidade legal. (MARICATO, 2004).

De acordo com Portilho (2010), a intensidade dos fluxos migratórios que ocorreram no período de 1950-1960 para a cidade de Macapá desencadeou problemas de invasões de espaços anteriormente considerados inadequados ao uso para habitação bem como um processo de favelização da população recém-chegada. A reprodução das favelas nas áreas de ressacas contribuiu para aumentar os problemas de saúde da população, bem como

promover uma alteração na configuração do espaço natural face às constantes usos dessas áreas para habitação. Essa ocupação pode ser considerada fruto da dinâmica das relações desiguais estabelecidas na sociedade.

Portanto, no contexto do desenvolvimento em que hoje se encontra a cidade de Macapá, é urgente, a formulação e implantação de Políticas Públicas e Modelos de Gestão Ambiental, que direcionem e implementem o desenvolvimento dessa região a partir da potencialização social, ambiental e econômica de seus recursos, tendo como linha de ação o Desenvolvimento Urbano Sustentável, o Consumo Consciente e a Conservação do Meio Ambiente, dinamizando e fortalecendo de maneira positiva as relações socioambientais que caracterizam os espaços urbanos. (FERREIRA, 2011).

Os problemas intensificados pelo processo migratório contribuíram para a formação de uma cidade caracterizada pela desigualdade espacial recorrente no contexto urbano dos países em desenvolvimento. Dessa forma, Macapá apresenta em sua configuração espacial uma forma desigual, tendo como característica marcante em sua paisagem, o centro da cidade estrategicamente organizado e uma periferia com uma lógica organizacional despossuída de infra-estrutura; com tendências a uma nova configuração proporcionada pelo processo de verticalização da cidade.

A proposta da Usina de Reciclagem se insere na dinâmica local da Zona Norte da cidade de Macapá. Esta Zona apresenta configurações espaciais peculiares dessa região. A produção arquitetônica apresenta um estilo regional com materiais acessíveis economicamente. E apesar de possuir grandes áreas residenciais, também é encontrado em sua paisagem algumas edificações institucionais que se destacam pela sua dimensão física e por suas características arquitetônicas.

Por ser uma zona da cidade em expansão, possui inúmeras áreas com grandes desigualdades sócio-econômicas e espaciais, encontrando áreas densamente ocupadas, e outras com grandes terrenos baldios, propensos a invasões. E sua população envolve pessoas de baixo poder aquisitivo. Crescendo com uma única via principal estruturada e sinalizada, que se liga a Rodovia principal do estado, a BR-210, formando um sub-centro comercial em seu entorno. Deixando um contraste com as edificações de seu entorno.

As novas construções que estão sendo inseridas nesse espaço tentam dar um novo padrão e uma nova imagem arquitetônica e institucional para essa região. Dessa forma, as edificações que se destacam são: o prédio da Justiça Federal e o Campus do Instituto Federal do Amapá - IFAP. A nova edificação da Justiça Federal localiza-se no Bairro Infraero II, à margem esquerda da Rod BR 210 por volta do Km 01 (Figura 3.1). Apresenta em suas fachadas principais, o uso intenso de vidros, sem barreiras físicas para evitar o contato direto

da radiação solar, além da utilização de materiais que são comuns na região, como: a alvenaria, concreto armado, aço, alumínio, etc.

Figura 3.1 - Fachada principal do prédio da Justiça Federal



Fonte: Dos autores, 2011.

Figura 3.2 - Campus do IFAP - Macapá



Fonte: www.ifap.edu.br/.

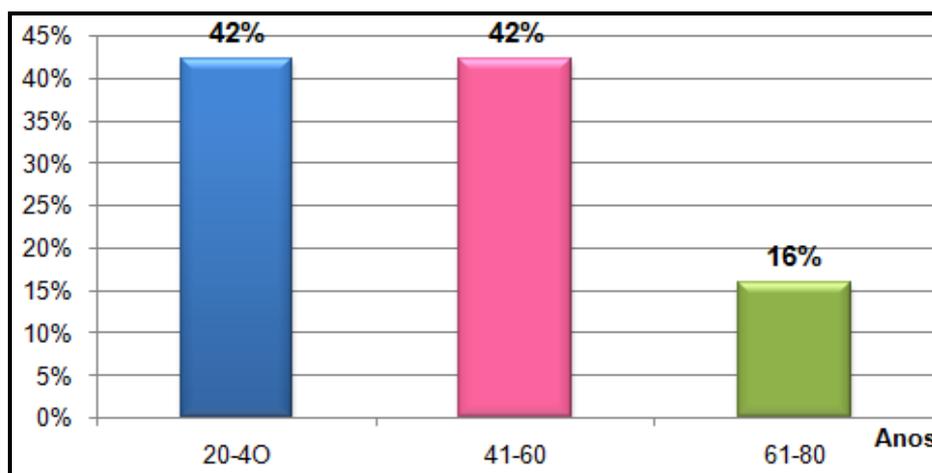
O prédio do campus do IFAP em Macapá se encontra no Bairro Morado das Palmeiras, à margem da Rod BR 210, no Km 03 (Figura 3.2). Há em sua composição grandes volumes de concreto armado e soluções para facilitar a ventilação na cobertura, com a utilização de telhados tipo *Shed* e a utilização de materiais termo-acústicos em sua composição.

Assim, pode-se perceber o início de uma cultura direcionada para uma arquitetura preocupada e adequada ao meio ambiente local de modo a proporcionar conforto aos seus usuários. A mesma preocupação foi estudada e direcionada para o estudo da proposta desta Pesquisa.

3.2 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Um questionário com 19 (dezenove) perguntas objetivas foi elaborado e aplicado junto à 26 trabalhadores, catadores de lixo do aterro controlado da Cidade de macapá. A fim de entender às questões referentes às condições socioeconômicas, o processo de tratamento dos materiais coletados, seu processo de catação até sua venda, as condições de conforto térmico e as situações ocorridas em decorrência da temperatura no ambiente de trabalho à qual estão expostos.

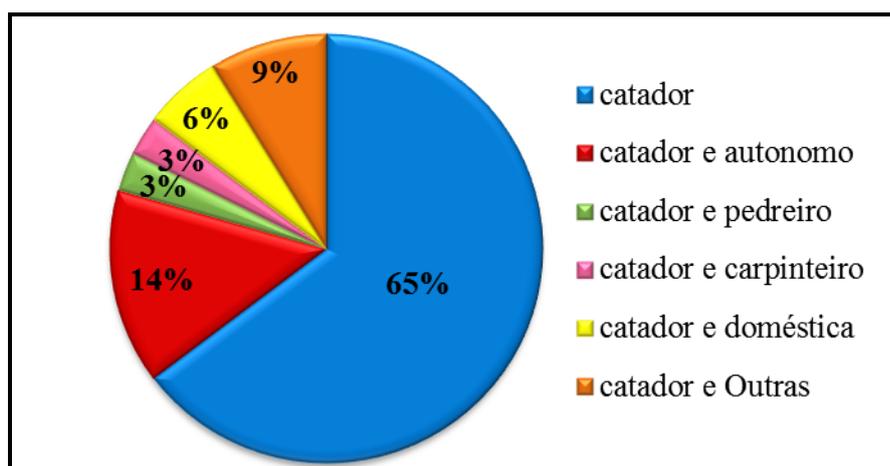
Na análise das respostas constatou-se que: nas questões de informações gerais, os entrevistados, de 20 à 40 anos de idade e de 41 à 60 anos, representam 42% do total e os entrevistados de 61 à 80 anos, representam apenas 15% dos entrevistados. (Figura 3.3).

Figura 3.3 - Idade dos entrevistados (anos)

Fonte: Pesquisa de Campo dos autores, 2011.

Esses dados mostram que o serviço de catação atrai diversas faixas etárias da população, com destaque para os mais jovens de 20 à 40 anos. Refletindo a atração apresentada por esse tipo de serviço, são pessoas, que poderiam conseguir melhores oportunidades de emprego e educação, vivendo as margens da sociedade, sem condições dignas de trabalho.

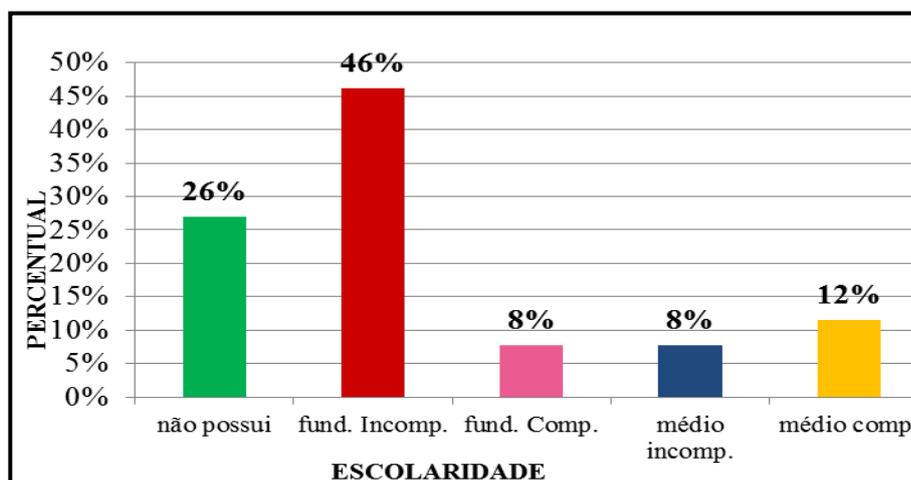
As profissões dos entrevistados não diferem muito uma das outras, pois grande parte só exerce a função de catador do lixo, o que corresponde a 65% do total, enquanto apenas 35% realizam outras atividades, 15% são catadores e autônomos, 3% são catadores e pedreiros, 3% são catadores e carpinteiros, 6% são catadores e domésticas e 9% exercem outros tipos de profissões, além de outro tipo de catação (Figura 3.4). Os entrevistados relataram que apesar das péssimas condições de trabalho, é muito mais rentável trabalhar como catador do que com outra atividade.

Figura 3.4 - Profissão dos Entrevistados

Fonte: Pesquisa de Campo dos autores, 2011.

O grau de escolaridade dos entrevistados é um fator importante que se deve observar, pois os que não possuem escolaridade correspondem a 27% do total, 46% dos entrevistados possuem o ensino fundamental incompleto, 8% possuem ensino fundamental completo e ensino médio incompleto e apenas 12 % dos entrevistados possuem o ensino médio completo (Figura 3.5).

Figura 3.5 - Escolaridade dos Entrevistados

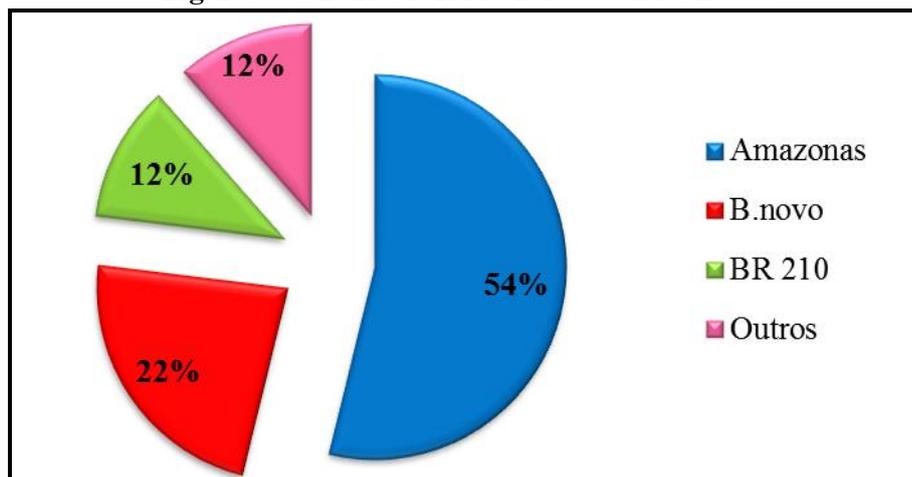


Fonte: Pesquisa de Campo dos autores, 2011.

A falta de escolaridade ou escolaridade interrompida é justificada pelas condições socioeconômicas na qual cresceram. Nos relatos apresentados por estas pessoas, a dificuldade de estudar foi explicitada por diversos fatores, dentre eles o fato de terem vários irmãos, ou o fato de trabalharem durante a infância, além disso, tinham que cuidar dos irmãos e da casa enquanto os pais iam trabalhar ou ainda porque viviam sós com a mãe ou só com o pai, devido a separação dos pais.

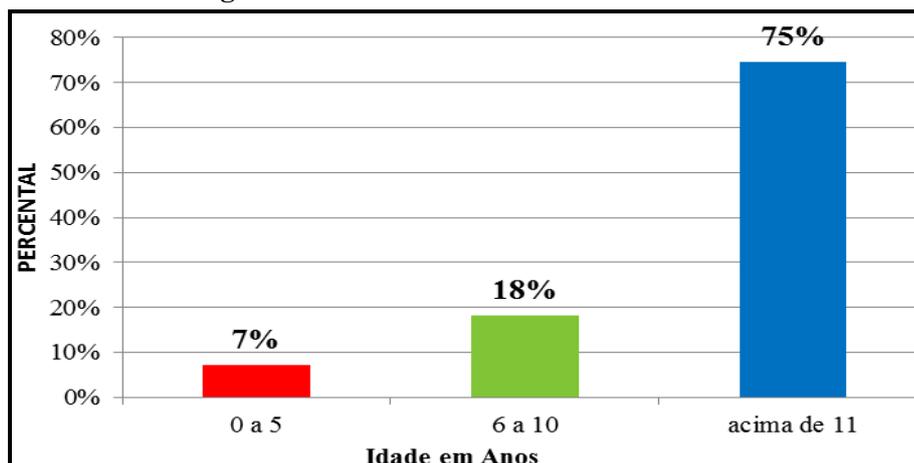
Observou-se que com a falta de estudos, se tornou muito mais difícil encontrar trabalho digno, por isso, encontraram no serviço da catação, uma forma de subsistência e opção de renda, mesmo sendo um trabalho exaustivo e perigoso, oferecendo sérios danos à saúde.

Outro problema que surge para essas pessoas refere-se à questão da distância do local de trabalho, uma vez que o aterro encontra-se a 14 Km da BR-210, distante do centro urbano da cidade, o que dificulta ainda mais o acesso. 54% dos entrevistados residem no Bairro Amazonas, localizado no km 07 da BR-210, o bairro mais próximo ao aterro. Outros 23% residem no bairro Brasil Novo, 12% residem no interior do município, dificultando ainda mais o deslocamento e 12% residem em outros bairros da cidade de Macapá, conforme apresentado na Fig.3.6.

Figura 3.6 - Bairro da Residência dos entrevistados

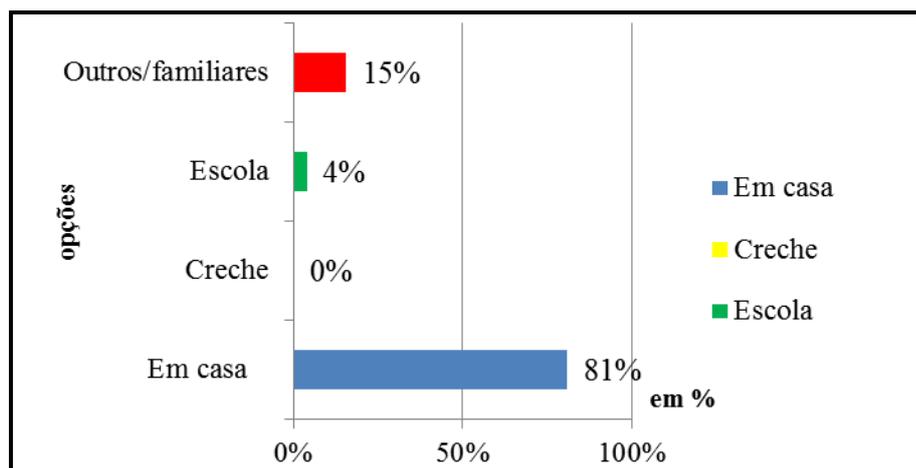
Fonte: Pesquisa de Campo dos autores, 2011.

A idade dos filhos também foi um item a ser questionado, revelando que 7% dos catadores possuem filhos com idade entre 0 à 5 anos, enquanto 18% possuem filhos com idade entre 6 à 10anos e 75% dos filhos dos entrevistados possuem idade acima de 11 anos (Figura 3.7).

Figura 3.7 - Idade dos filhos dos entrevistados

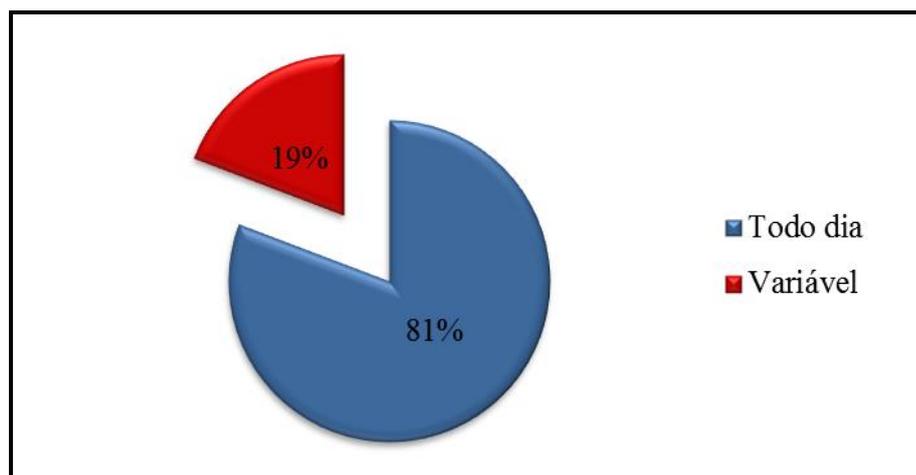
Fonte: Pesquisa de Campo dos autores, 2011.

Foi perguntado para os catadores, além de suas próprias idades, a quantidade e a idade de seus filhos. Essa pergunta surgiu em face da importância de se saber se haveria a necessidade da implantação de um anexo (creche) ao projeto da Usina para atender aos filhos desses trabalhadores. Porém, com a pesquisa constatou-se, que 81% dos entrevistados, deixam seus filhos em casa, possuem mais de dois filhos, logo, os maiores reparam os menores. Nenhum dos catadores deixa seus filhos em creche. Apenas 4% deixam seus filhos na escola, e 15% deixam os filhos com outros familiares, na casa de tias, tios ou avós (Figura 3.8).

Figura 3.8 - Onde os entrevistados deixam seus filhos

Fonte: Pesquisa de Campo dos autores, 2011.

A frequência com que os catadores trabalham no aterro não apresentou grandes variações, sendo necessário o trabalho diário para manter a família. Como pode se observar, 81% frequentam o aterro todos os dias, desenvolvendo suas atividades apenas 19% frequentam em dias variados (Figura 3.9).

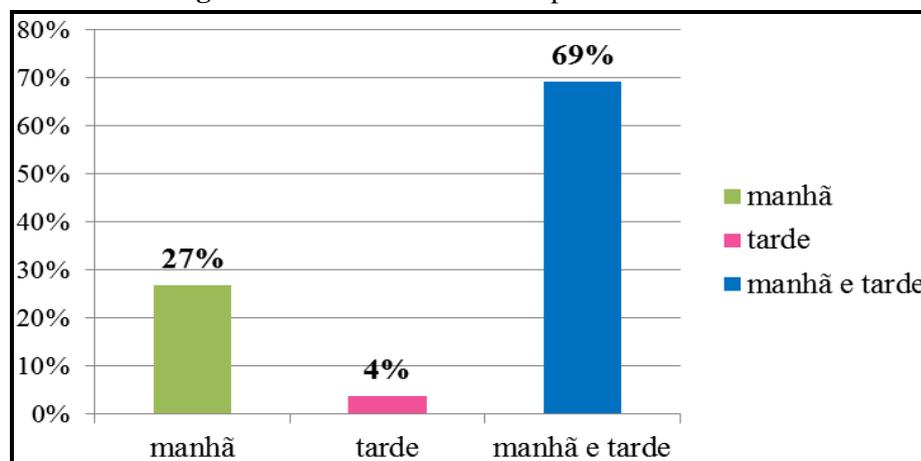
Figura 3.9 - Rotina da coleta no aterro

Fonte: Pesquisa de Campo dos autores, 2011.

Mesmo com a distância acentuada para se ter acesso ao aterro, os trabalhadores conseguem chegar de alguma forma, por isso, foram realizadas perguntas sobre meios de transporte, frequência e horário. 5% dos trabalhadores vão a pé ou de carona, 77% utilizam a bicicleta, 4% utilizam a motocicleta e apenas 4% utilizam o carro. Os resultados apontam para uma ineficiência do transporte coletivo nessa área da cidade. E ainda, mesmo com estes problemas os trabalhadores são assíduos, mantendo uma frequência semanal e diária, como manhã e tarde.

Grande parte se desloca pela manhã e pela tarde, o que representa 69% do total dos entrevistados, 27% trabalham somente pela manhã e apenas 4% frequenta o aterro somente pela tarde (Figura 3.10).

Figura 3.10 - Horário da coleta pelos entrevistados

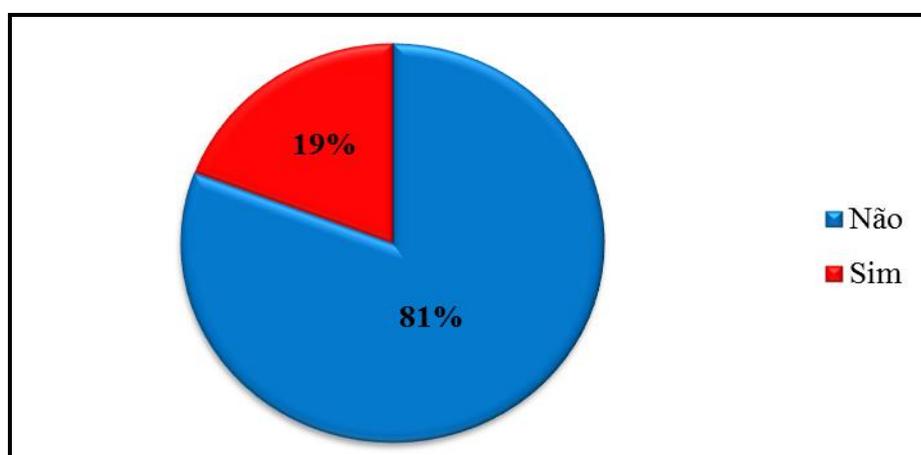


Fonte: Pesquisa de Campo dos autores, 2011.

O horário da coleta começa cedo, muitos chegam ao aterro às 06h00min da manhã. O trabalho deve se interromper por volta das 10h00min da manhã, de modo que o trator aterre o lixo, tendo seu serviço finalizado às 12h00min.

Quando se perguntou sobre a chegada de algum tipo de resíduo já separado, 81% responderam que não e 19% afirmaram que sim (Figura 3.11).

Figura 3.11- Verificação se chega material separado



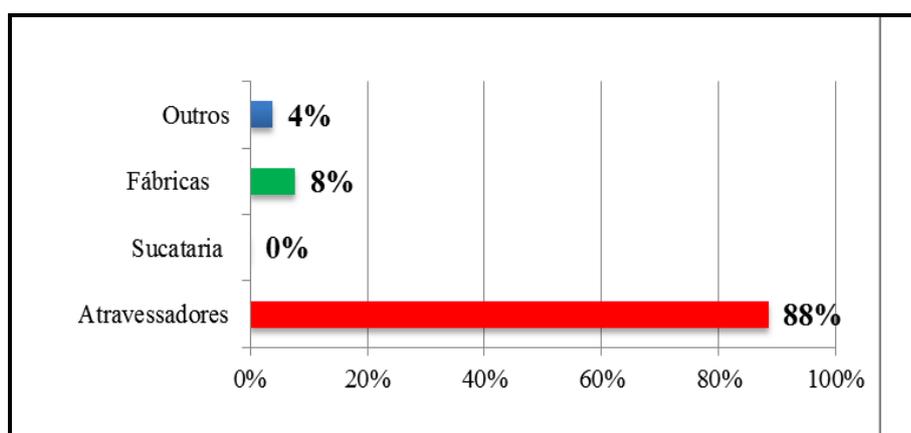
Fonte: Pesquisa de Campo dos autores, 2011.

Os resíduos que chegam separados são provenientes de doações de garrafas pet por partes de órgãos públicos para uma fábrica de vassouras (vassouras carapirás), gerenciada por catadores. Ademais, não ocorrem separações de resíduos.

Os materiais recolhidos são vendidos em maior percentual para os atravessadores que por sua vez revendem para os sucateiros ou fábricas e que o restante é vendido para pequenas fábricas da cidade. A Figura 3.12 ilustra a situação da cidade em relação a destinação de resíduos com potencial para reciclagem, 88% destes resíduos são vendidos para atravessadores que por sua vez, exportam para fora do município e do estado.

Esse tipo de mercado se apresenta de forma tímida na cidade de Macapá. As pequenas fábricas locais que compram aproximadamente 8% dos resíduos utilizam somente garrafas pet ou garrafas de produtos de limpeza (conhecidos entre os catadores por “coloridos”).

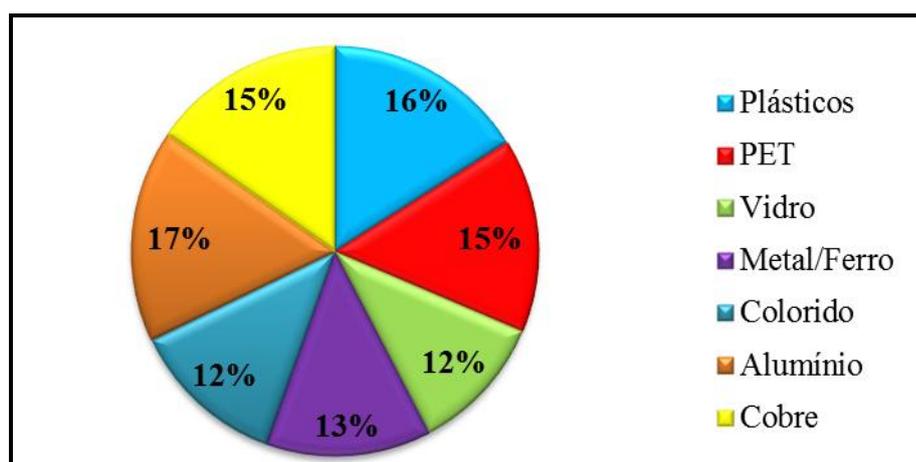
Figura 3.12 - Destino dos materiais recolhidos



Fonte: Pesquisa de Campo dos autores, 2011.

Os catadores, por questões de mercado de compradores, recolhem apenas os resíduos que apresentam viabilidade econômica. Por isso o papel/papelão não é coletado atualmente. A Figura 3.13 expõe os tipos de materiais recolhidos durante este processo.

Figura 3.13 - Tipos de materiais recolhidos

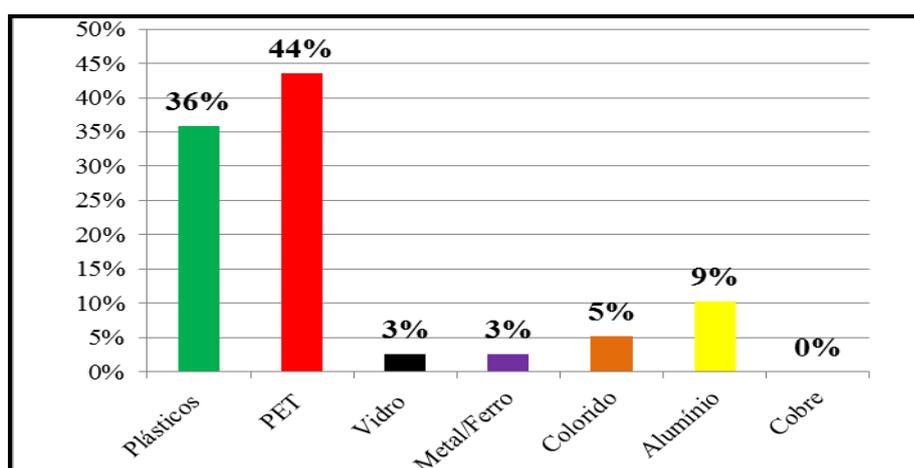


Fonte: Pesquisa de Campo dos autores, 2011.

A pesquisa apresentou dados estáveis em relação aos tipos de materiais recolhidos. Com destaque para o alumínio e o cobre que apresentaram um percentual de 17 % e 15% respectivamente das pessoas que o utilizam devido sua viabilidade em função do preço ser mais elevado que outros materiais; e para o papel que não é recolhido. Houve pequenas variações relativas à individualidade de catadores que só recolhem tipos específicos de materiais, devido serem exatamente essas categorias que possuem compradores.

São encontrados com mais frequência na mistura de resíduos, o plástico, as garrafas PET, enquanto o menos encontrado é o vidro (Figura 3.14).

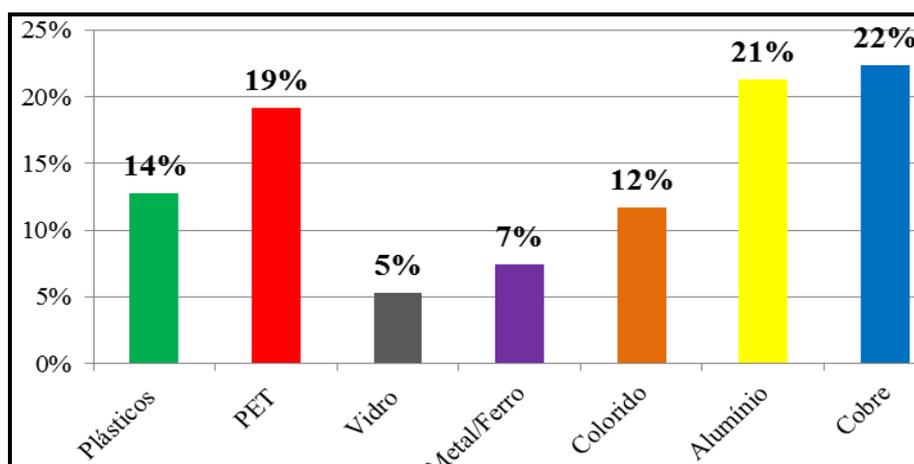
Figura 3.14 - Materiais mais encontrados



Fonte: Pesquisa de Campo dos autores, 2011.

Os materiais mais procurados no processo de catação são o cobre e o alumínio com 22% e 21% respectivamente, seguido do plástico tipo PET, com 19% do total dos tipos de materiais recolhidos (Figura 3.15).

Figura 3.15 - Materiais mais procurados



Fonte: Pesquisa de Campo dos autores, 2011.

Contudo, conforme informações in loco, verificou-se que todos os tipos de materiais recolhidos apresentam procura por parte dos compradores, porém há tipos de materiais que são mais procurados devido ao preço pago pelo produto (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 - Preço médio dos materiais recolhidos

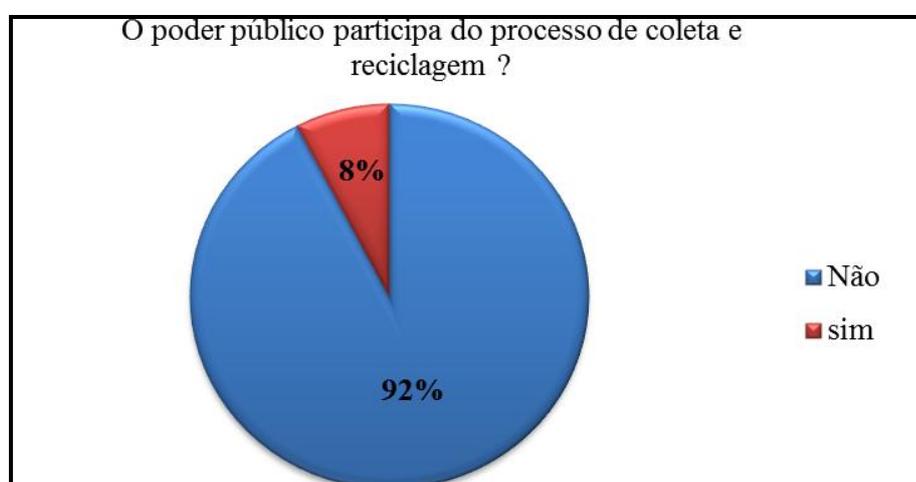
MATERIAIS	UNIDADE	PREÇO (R\$)
Plásticos	Kg	0,50
PET	Kg	0,41
Vidro	Un	0,13
Colorido	Kg	0,55
Metal/Ferro	Kg	3,01
Alumínio	Kg	2,00
Cobre	Kg	8,38

Fonte: Pesquisa de Campo dos autores, 2011.

Há trabalhadores que recolhem somente os materiais que apresentam maior lucro, como o cobre. O plástico é um dos mais recolhidos devido sua abundante disponibilidade no local de coleta. Os outros materiais apresentam preços menores, requerendo um volume elevado de amostra para que se tenha um retorno financeiro considerável sobre o mesmo.

Quando questionados em relação à participação do poder público nesse processo de catação e reciclagem, a maioria, ou seja, 92% afirmaram que não há participação do poder público. A Figura 3.16 apresenta este valor.

Figura 3.16 - Participação do poder público no processo de coleta e reciclagem



Fonte: Pesquisa de Campo dos autores, 2011.

O percentual de 8% que acenou positivamente se referia a cestas básicas recebidas algumas vezes ao final do ano, doadas por instituições públicas. Ademais, afirmam que necessitam de apoio em seus serviços, mas não o recebem.

Em relação à opinião dos catadores sobre a viabilidade econômica da existência de uma usina de reciclagem que utilize como mão-de-obra os próprios catadores, após cursos de capacitação, além da possibilidade de venda direta para as fábricas e expostos os benefícios prováveis com o empreendimento, 96% afirmaram que seria viável (Figura 3.17).

Figura 3.17 - Sobre a viabilidade econômica de uma usina de reciclagem

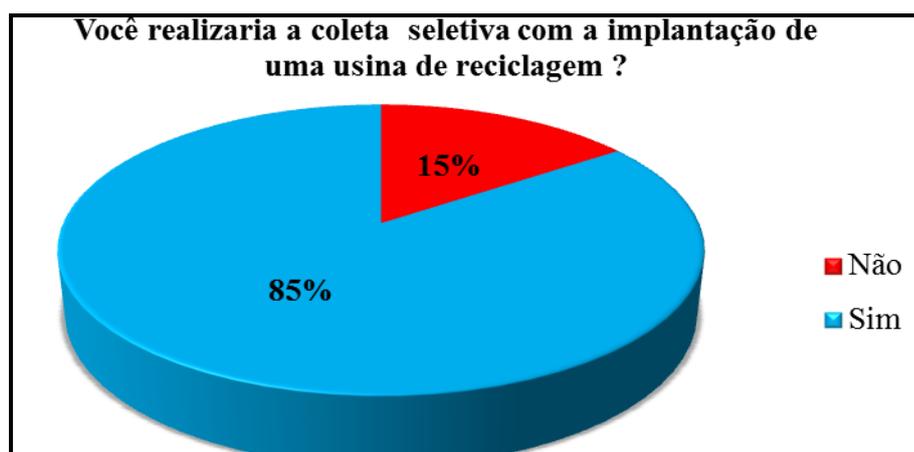


Fonte: Pesquisa de Campo dos autores, 2011.

Os 4% que responderam negativamente, apresentaram certas desconfianças referente às formas de divisões de trabalho, suspeitando que uns trabalhassem menos que os outros e ganhariam o mesmo percentual do faturamento. Este fato poderia ser resolvido com a forma de trabalho por produção individual estipulada e aprovada pelos próprios trabalhadores.

A entrevista apontou um aspecto relevante sobre a coleta seletiva, 85% dos trabalhadores responderam positivamente, caso exista pontos estratégicos previamente determinados e transporte disponível para este fim (Figura 3.18).

Figura 3.18 - Disponibilidade sobre a realização da coleta seletiva



Fonte: Pesquisa de Campo dos autores, 2011.

Uma minoria dos trabalhadores, representados por 15% do total (Figura 3.17), não acredita que a população possa separar e disponibilizar nos pontos, o que poderia ocasionar em menor rentabilidade.

Tratando-se da qualidade do ambiente de trabalho, 96% afirmaram que desenvolveriam melhor seus trabalhos em um ambiente coberto e com todos os equipamentos de segurança necessários (Figura 3.19). Os resultados negativos dizem respeito aqueles trabalhadores que possuem identidade com o local e ambiente de trabalho e não confiam em uma nova realidade.

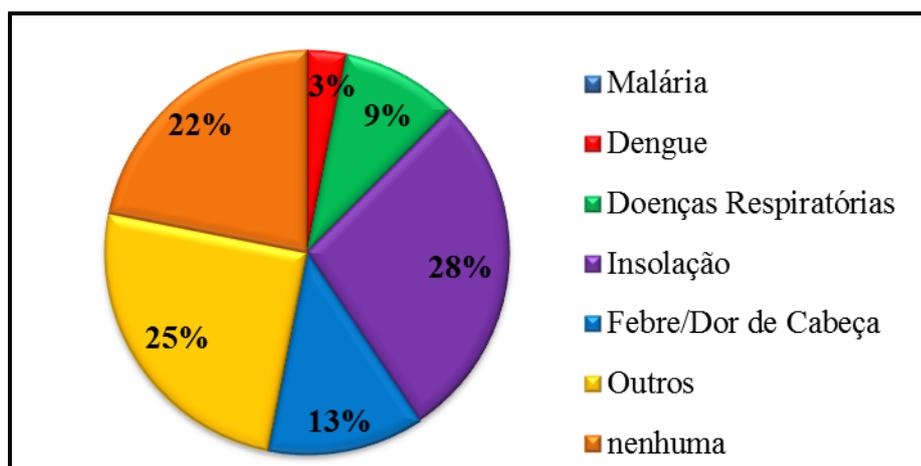
Figura 3.19 - Opinião sobre a melhoria na qualidade de trabalho



Fonte: Pesquisa de Campo dos autores, 2011.

As doenças ou sintomas mais frequentes, de acordo com os catadores, são as doenças provenientes do excesso de insolação, estas representam 28% da amostra total. 22% dos trabalhadores afirmam não adquirir doenças com frequência (Figura 3.20).

Figura 3.20 - Doenças, contaminações ou sintomas mais frequentes

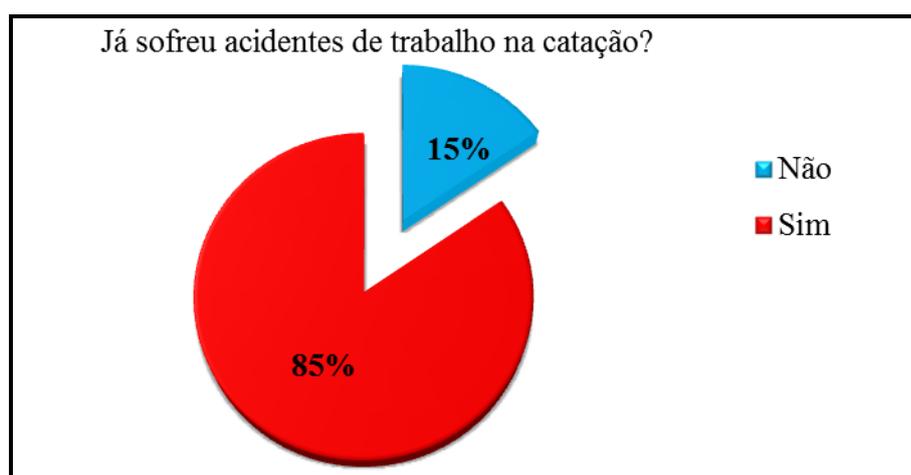


Fonte: Pesquisa de Campo dos autores, 2011.

A insolação se justifica devido à exposição dessas pessoas ao sol por longos períodos, provocando queimaduras e outros problemas dermatológicos. E dentre a categoria das outras doenças perguntadas, estão incluídas as doenças cardíacas, pressão arterial, dores gerais em outras regiões do corpo, etc, que essa população poderia ter adquirido recentemente.

Verifica-se que 85% das pessoas que trabalham catando resíduos no aterro sanitário municipal, já sofreram algum tipo de acidente de trabalho, no decorrer de suas atividades diárias (Figura 3.21).

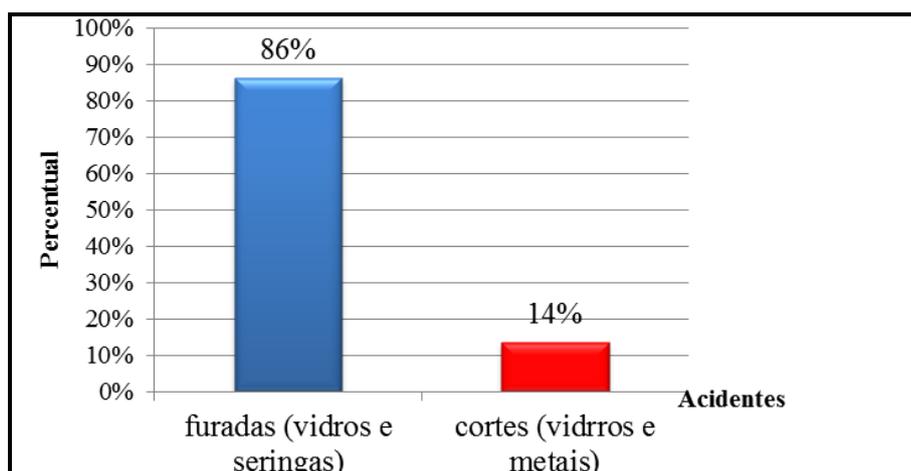
Figura 3.21 - Acidentes de trabalho na catação



Fonte: Pesquisa de Campo dos autores, 2011.

Desses acidentes de trabalho, os mais frequentes, representando 86% são referentes a furadas, provenientes de vidros e seringas, e 14% com cortes de vidros e metais (Figura 3.22).

Figura 3.22 - Tipos de acidentes de trabalho na catação

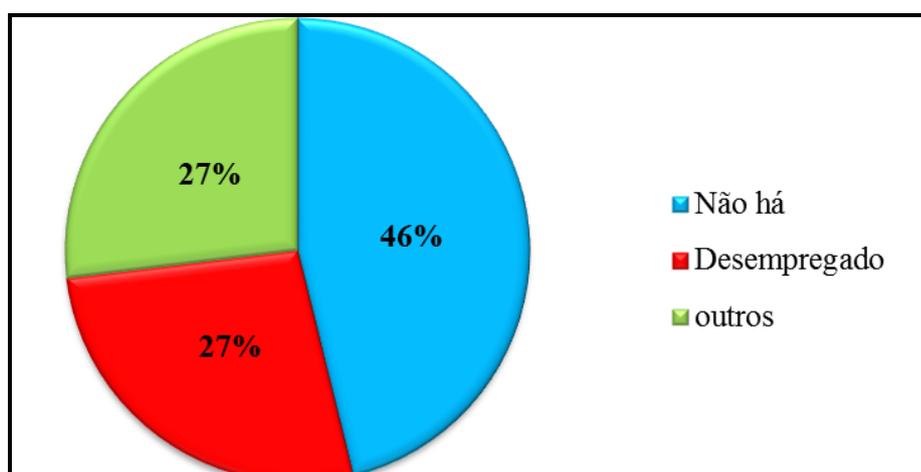


Fonte: Pesquisa de Campo dos autores, 2011.

Isso ocorre devido à fragilidade ou ausência de fiscalização e controle dos tipos de resíduos que são despejados no aterro municipal. As seringas são provenientes de resíduos hospitalares, por isso, deveriam passar por tratamentos antes de sua deposição. A falta de seleção de resíduos, devido à inexistência da coleta seletiva contribui para esse fato, uma vez que todos esses resíduos ficam misturados.

Quando questionamos sobre as perspectivas dos catadores com o fechamento do aterro em relação à proibição da presença de catadores nesse cenário, 46% afirmou que não apresentam perspectivas ou não sabem o que irão fazer quando não puderem mais trabalhar. Do total, 27% afirmaram que ficarão na estatística dos desempregados. (Figura 3.23).

Figura 3.23 - Perspectivas com o fechamento do aterro



Fonte: Pesquisa de Campo dos autores, 2011.

O estudo aponta com o fechamento do aterro em relação à presença de catadores, haverá a necessidade de alternativas do poder público para apoiar essas pessoas que trabalham nesse ambiente, a fim de ampará-los em face de tal medida.

Ademais as questões sobre o estado civil dos entrevistados revelou que 46% dos catadores estão solteiros e 55% estão casados. Durante as entrevistas foi possível observar que vários casados são casais catadores, ou seja, o marido e a esposa trabalham na catação. Sobre a habitação, 81% dos entrevistados responderam ter casa própria, apenas 4% moram em casa alugada, outros 15% possuem casa cedida por outras pessoas, vizinhos, parentes e amigos.

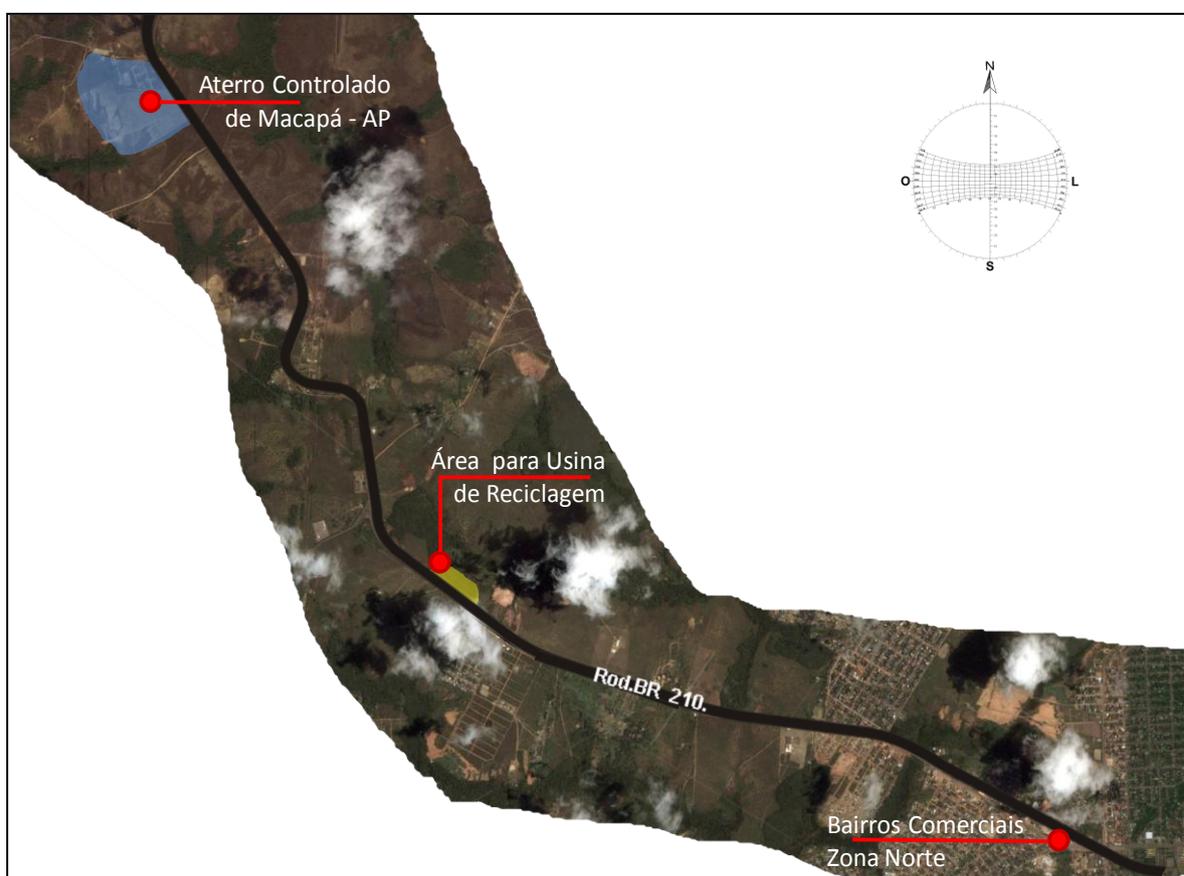
A pesquisa também revelou que as dificuldades dos meios de locomoção, dificultam a armazenagem e a venda dos materiais recolhidos. Pois, os catadores não têm recursos para levar os materiais para serem armazenados ou vendidos em outro lugar. Por isso, obrigados a comercializar para os atravessadores, que compram esses materiais dentro do aterro e revendem para sucateiros, que por sua vez, exportam para indústrias.

3.3 ÁREA DE IMPLANTAÇÃO

3.3.1 O Terreno

Optou-se pelo terreno localizado ao longo da Rod. BR 210, no Km 07, em uma área de propriedade privada, em frente ao loteamento Amazonas, por vários motivos. Dentre eles destaca-se, primeiramente a questão da localização que se apresenta estrategicamente equidistante tanto em relação ao centro urbano de Macapá, quanto em relação ao aterro controlado. Segundo pelo fato da cidade de Macapá apresentar fortes tendências de crescimento de sua zona urbana voltada para a zona Norte da cidade, mais precisamente, ao longo da Rod. BR 210, conforme figura 3.24.

Figura 3.24 – Relação entre a área escolhida e o aterro controlado com os bairros da Zona Norte



Fonte: Pesquisa de Campo dos autores, 2011.

Outro fator determinante é a questão da legislação urbana municipal permitir tal uso no local proposto; e pela consulta prévia nessas legislações mostrarem a permissão de uso industrial nível 04, de alto nível de impacto, conforme mostram os estudos ao Plano Diretor. As Figuras 3.25 e 3.26 ilustram a condição atual do terreno escolhido.

Figuras 3.25 e 3.26 - Imagens do Terreno às margens da rodovia BR-210, Km7



Fonte: produção dos autores, 2011.

Como o terreno está localizado de forma distanciada do centro urbano de Macapá, não se encontram edificações em seu entorno imediato, a não ser algumas construções no terreno próximo, onde será instalado o almoxarifado da empresa (Isolux Corsán) encarregada de construir o linhão de energia elétrica que vem da cidade de Tucuruí. As outras edificações mais próximas são as do bairro Amazonas situado do outro lado da rodovia (Figura 3.27 e 3.28). Ademais, não existem estruturas arquitetônicas presentes.

Figura 3.27 e 3.28 - Imagens do entorno (lado esquerdo da BR-210) do terreno



Fonte: produção dos autores, 2011.

Nos bairros próximos ao lote escolhido existem equipamentos urbanos, tais como uma escola de ensino fundamental no bairro Amazonas, uma escola de ensino médio no bairro Brasil Novo e um posto de saúde localizado neste último.

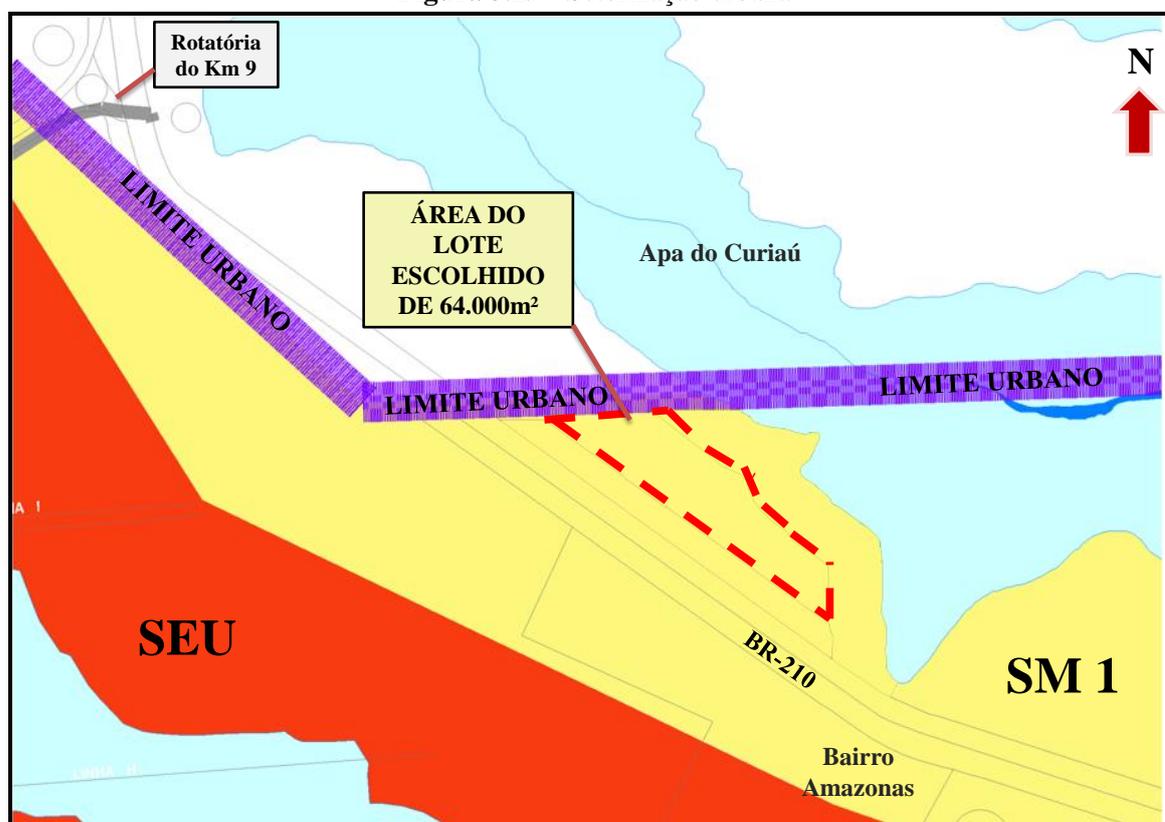
A edificação da usina de reciclagem de resíduos que será proposta, esteticamente, apresentará algumas características da arquitetura local, se utilizando do que é atual, contemporâneo com adaptações aos aspectos climáticos e buscando sempre a qualidade de vida de seus usuários.

O terreno é desprovido de qualquer infra-estrutura, e para atender ao empreendimento, serão reservadas áreas sistemas isolados de água, esgoto e energia. A proposta para o sistema de abastecimento de água utilizará poço artesiano com bomba e caixa d'água. O sistema de esgoto sanitário e de águas pluviais, serão atendidos com tratamento local de fossa séptica e coleta especializada com filtros anaeróbicos e valas de infiltração, com indicativo para reaproveitamento. A energia será atendida pela implantação de uma subestação local.

3.3.2 Aspectos Jurídicos

A área permitida para a implantação da proposta apresenta os parâmetros urbanísticos adotados de acordo com o Plano Diretor de Macapá em vigor e as leis municipais. Dessa forma houve a necessidade de melhor compreendermos o setor no qual se insere e suas prerrogativas (Figura 3.29).

Figura 3.29 - Setorização urbana



Fonte: PMM – lei complementar nº 077_2011 - Macapá, AP, adaptada pelos autores.

A Figura 3.29 mostra que a área do terreno escolhido, está inserido no setor misto 01 (SM1), que compreende a descrição de limite apresentados pela faixa 02, conforme o quadro 3.1.

Quadro 3.1 - Descrição do Setor Urbano em estudo

SETORES	DESCRIÇÃO DOS LIMITES:
Setor Misto 1 (SM1)	<p>Área compreendida pelas seguintes faixas:</p> <p>Faixa 1 - entre a linha férrea e o Ramal do 9, limitada pela Rod. BR 210 e interseção entre o Ramal do 9 e linha férrea.</p> <p>Faixa 2 - ao longo da Rodovia BR-210 sendo uma faixa de 300m na direção sul e outra até o limite sul da APA do Curiaú.</p> <p>Faixa 3 - ao longo de trecho da Rodovia Duque de Caxias, faixas de 300m para cada lado da rodovia.</p>

Fonte: PMM- Lei Complementar nº 077/2011 - Macapá, AP, adaptado pelos autores.

Conforme a Lei Complementar nº 077/2011 - do Uso e Ocupação do Solo do Município de Macapá, a área está localizada no Setor Misto 1, onde estão previstos os usos expostos no quadro 3.2:

Quadro 3.2 - Descrição dos Usos e atividades

SETOR	USOS E ATIVIDADES		
	DIRETRIZES	USOS PERMITIDOS	OBS.
Misto 1 - SM1	Atividades comerciais e de serviços compatibilizados com o uso residencial e de médio porte, controlados os impactos ambientais.	Residencial uni e multifamiliar; comercial e industrial níveis 1, 2, 3 e 4; de serviços níveis 1, 2, 3, 4 e 5; Agrícola nível 3	

Fonte: PMM- Lei Complementar nº 077/2011 - Macapá, AP, adaptado pelos autores.

A lei também estabelece índices urbanísticos específicos para a área, mostrando os usos permitidos, seus coeficientes de ocupação e todos os parâmetros de afastamentos. Apresenta permissão para altura das edificações em no máximo 16,5m, incentivando à ocupação horizontal (quadro 3.3). O que representa um número de 6 (seis) pavimentos, aproximadamente.

Quadro 3.3 - Intensidade de Ocupação

SETOR	DIRETRIZES PARA INTENSIDADE DE OCUPAÇÃO	PARÂMETROS PARA OCUPAÇÃO DO SOLO					
		CAT		ALTURA REFERENCIA DA EDIFICAÇÃO (MÁX.)	Nº MÁX. DE PAV.	TAXA DE OCUPAÇÃO MÁX.	TAXA DE PERMEABILIZAÇÃO MÍNIMA
		Básico	Máx.				
Misto 1 - SM1	Baixa densidade Verticalização Baixa	1,5	-	16,5m (pé direito:3m)	5	80%	20%
				14,5m (pé direito:2,70m)			
		Afastamentos Mínimos					
	Densidade bruta -DB	Observações		Frontal		Laterais e Fundos	
	60 hab./hectare			Ocupação horizontal.(com./ser./misto)-isento		Ocupação horizontal.(com./ser./misto)-isento	
			Ocupação horizontal.(res.)-ver art. 50.		Ocupação horizontal.(res.)-ver art. 50.		
Densidade líquida -DL							
180 hab./hectare			0,15xH- vert. Baixa.		0,15xH- vert. Baixa.		

Fonte: PMM – lei complementar nº 077_2011 – Macapá –AP, adaptado pelos autores.

O incentivo à implantação da Usina de Reciclagem apresenta-se na lei Complementar N^o 026/2004-PMM, na Seção V - Do Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos, no Art. 156, estabelecendo que no Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos deverá conter a estratégia geral do Município para as operações relativas ao acondicionamento, coleta, transporte e destino final dos resíduos sólidos de modo a proteger a saúde humana e o meio ambiente.

§ 2º O Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos deverá fixar os critérios básicos para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos, contendo, entre outros aspectos:

IV -definição e descrição de medidas direcionadas à minimização da quantidade de resíduos e ao controle da poluição ambiental causada por resíduos, incluindo a coleta seletiva intradoméstica para reciclagem;

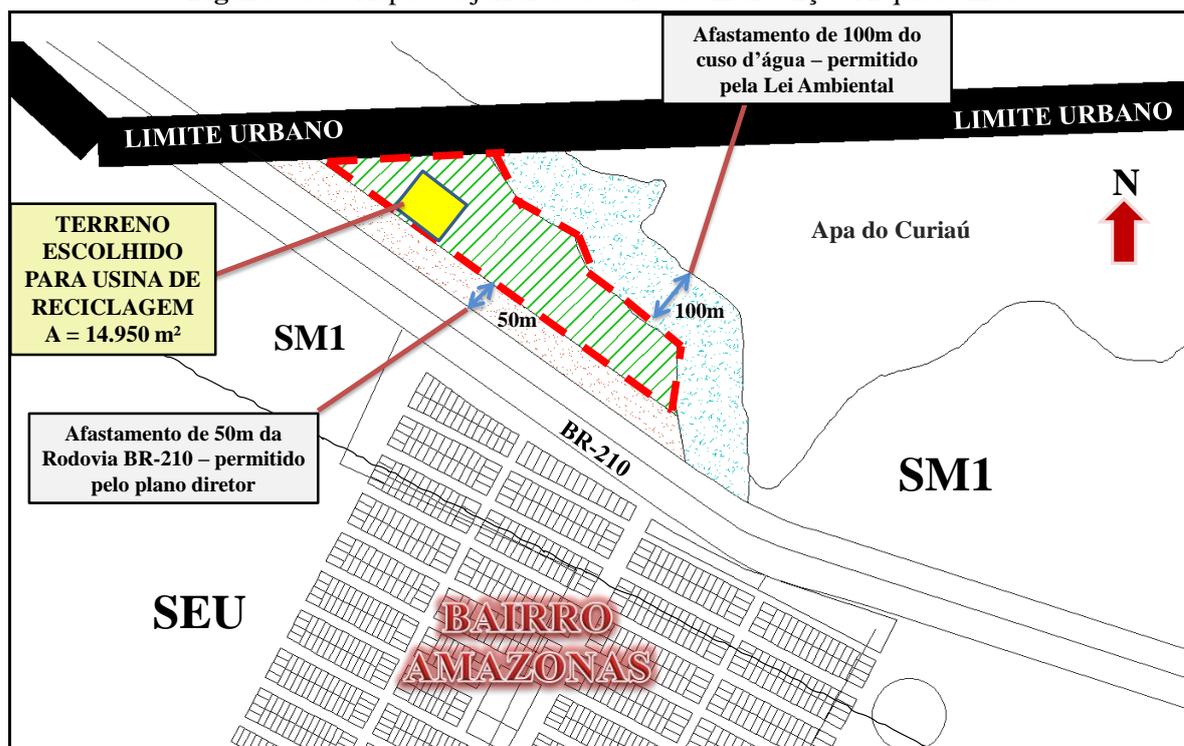
A lei especifica para esse tipo de empreendimento de uso industrial – Lei do Uso e Ocupação do Solo - permite a implementação dos objetivos da Usina de Reciclagem, pois, para a área escolhida, é permitido o uso, dentre outros para:

- Fabricação de produtos de papel;
- Fabricação de artefatos diversos de borracha para uso doméstico, pessoal, higiênico e farmacêutico;
- Fabricação de artigos de plástico;
- Fabricação de vidro e produtos de vidro;
- Fabricação de produtos de metal, exclusive máquinas e equipamentos;
- Reciclagem de sucatas não-metálicas;

Apesar de o terreno ser próximo a Área de Proteção Ambiental do Curiaú, o lote foi locado de acordo com a lei federal 4771/65, que institui o novo código florestal e com a Lei 0005 de 18/08/94 (Institui o Código de Proteção Ambiental ao Meio Ambiente do Estado do Amapá) o qual impõe um afastamento de 100 (cem) metros de distancia das construções às margens para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a menos de 200 (duzentos) metros de largura.

A lei também contempla um afastamento de 50 metros a partir das margens Rodovia BR 210, exigido pelo afastamento que deve ser mantido da Rede de Alta Tensão. Com esses afastamentos, apresentados na Figura 3.30, será possível contribuir para a redução da poluição sonora ocasionada pelos veículos que trafegam pela rodovia aos usuários da edificação.

Figura 3.30 - Aspectos jurídicos da área de intervenção Arquitetônica



Fonte: PMM – lei complementar nº 077_2011 – Macapá –AP, adaptado pelos autores.

O afastamento foi imposto na área do Setor Misto 1 da margem direita da BR 210 de forma que a implantação da edificação no lote selecionado seja legal, dentro dos parâmetros das leis e normas vigentes, para não causar grande impacto e poluição do meio ambiente, em especial à Área de Proteção Ambiental do Curiaú que se encontra no entorno do Setor escolhido.

No próximo capítulo será apresentada a proposta projetual, as suas análises de conforto térmico e de custo Benefício do tratamento térmico.

CAPÍTULO 4 – APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA

4.1 PROGRAMA DE NECESSIDADES E PRÉ-DIMENSIONAMENTO

A partir dos resultados da pesquisa de campo e das pesquisas teóricas, comprovou-se a real necessidade da construção de um espaço que abrigue a atividades da reciclagem. Diante disso, foi elaborado o programa de necessidade, bem como pré-dimensionamento das áreas mínimas¹ necessárias para uma Usina de Reciclagem para a demanda da cidade, apresentados no Quadro 4.1.

Quadro 4.1- Programa de necessidades e pré-dimensionamento

(continua)

PROGRAMA DE NECESSIDADES		PRÉ-DIMENSIONAMENTO	
SETOR	AMBIENTE	CARACTERÍSTICAS E ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	ÁREAS MÍNIMAS NECESSÁRIAS (m ²).
SOCIAL	Guarita	Guarita para fiscalização de entrada e saída de pessoas e veículos.	12.00
	Estacionamento	46 vagas para funcionários e compradores, sendo que duas, estão direcionadas a pessoas com mobilidade reduzida e 10 vagas para veículos de duas rodas;	450.00
SERVIÇO	Controle de Mercadorias	Controle da descarga e do armazenamento de mercadorias para os setores de apoio e serviço da Usina	12.00
	Escada serviço	Área de circulação para o pavimento superior	12.00
	Circ. Serviço	Circulação de pessoas e mercadorias	8.00
	WC masculino	Para atender aos funcionários envolvidos nos serviços gerais da fábrica.	6.00
	WC feminino	Para atender aos funcionários envolvidos nos serviços gerais da fábrica.	6.00
	Elevador Serviço	Transporte de mercadorias e funcionários.	4.00
	Despensa	Armazenamento de produtos alimentícios.	5.00
	Área de Serviço e DML	Área de serviço, limpeza geral e depósito de materiais de limpeza.	9.00
	Cozinha Industrial	Atende o refeitório e o auditório; Preparação de alimentos para as refeições dos funcionários e visitantes /clientes.	30.00
	Hall Refeitório	Recepção dos funcionários ou frequentadores.	20.00
	Jardim Refeitório	Para amenizar o clima, e sombrear, proporcionando mais conforto aos seus usuários.	20.00
	Refeitório	Área de alimentação para funcionários. Com capacidade para 60 pessoas, com espaço convidativo e aconchegante com o máximo de iluminação e ventilação natural, com apoio da artificial.	65.00

Fonte: produção dos autores, 2011.

¹ As áreas mínimas necessárias expostas na tabela do programa de necessidades e pré-dimensionamento são áreas estimadas de acordo com a necessidade dos resultados das pesquisas de campos e das pesquisas teóricas.

Quadro 4.1- Programa de necessidades e pré-dimensionamento

(continuação)

PROGRAMA DE NECESSIDADES		PRÉ-DIMENSIONAMENTO	
SETOR	AMBIENTE	CARACTERÍSTICAS E ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	ÁREAS MÍNIMAS NECESSÁRIAS (m ²).
APOIO	Entrada e saída dos funcionários	Corredor de entrada e saída dos funcionários.	7.00
	Controle de funcionários	Controle da entrada e saída de funcionários.	12.00
	Hall de intervalo dos funcionários	Local para intervalo das atividades, local para repouso e descanso.	40.00
	WC para deficiente	Para atender funcionário portador de necessidade física, em suas necessidades fisiológicas e banho.	5.00
	WC e Vestiário masculino	Para atender os funcionários na entrada e saída da Usina. Para banhos e trocas de roupa.	30.00
	WC e Vestiário feminino	Para atender os funcionários na entrada e saída da Usina. Para banhos e trocas de roupa.	30.00
	Corredor /Circulação	Para circulação dos funcionários da Usina.	20.00
	Circulação Geral	Para circulação dos funcionários da fabricação de vassouras e dos demais funcionários da Usina	40.00
	Higienização	Local para colocação de vestimentas e equipamentos de segurança a integridade física do trabalhador;	30.00
	Consultório e Enfermaria	Para possíveis ou eventuais acidentes de trabalho.	8.00
	Vigilância sanitária	Para fiscalização dos processos de higienização e controle de qualidade da produção.	4.00
	Assistência social e psicológica	Assistência social e psicológica ao trabalhador	5.00
	Recursos Humanos	Responsável por armazenar os dados de todos os funcionários, da contratação à demissão.	40.00
ADMINISTRATIVO.	Secretaria/ Espera	Responsável por toda a gestão da usina e local para agendamento e espera.	15.00
	Gerência	Sala do gerente de produção da usina.	7.00
	Diretoria	Direção geral da usina.	7.00
	CPD e TI	Central de Processamento de Dados com tecnologia da informação, para produção de relatórios diários, semanais, mensais e anuais do processo de produção e da capacidade da usina, com dados estatísticos..	30.00
	Arquivo	Local de armazenagem de todos os dados produzidos e coletados pela usina.	6.00
	Servidor e Manutenção	Responsável pelo sistema geral da usina.	6.00
	Sala de reunião	Local para reuniões administrativas.	20.00
	Auditório	Com capacidade para 70 pessoas, pra integração e reunião de funcionários, até mesmo palestras de educação ambiental.	90.00
	WC feminino	Para atender aos funcionários executivos e consumidores.	6.00
	WC masculino	Para atender aos funcionários executivos e consumidores.	6.00

Fonte: produção dos autores, 2011.

Quadro 4.1- Programa de necessidades e pré-dimensionamento

(continuação)

PROGRAMA DE NECESSIDADES		PRÉ-DIMENSIONAMENTO	
SETOR	AMBIENTE	CARACTERÍSTICAS E ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	ÁREAS MÍNIMAS NECESSÁRIAS (m ²).
COMERCIAL	Entrada/ saída dos funcionários e circulação	Entrada dos funcionários executivos, e hall para o elevador.	6.00
	Show-Room	Responsável pela exposição e venda dos produtos finais.	25.00
	Atendimento	Área para atendimento e vendas no Show-room	20.00
	Lavabo Show-room	Para atender os funcionários do show-room e os clientes/ potenciais consumidores.	2.00
	Controle	Controle de Entrada dos resíduos sólidos. E controle da Saída dos Produtos beneficiados.	18.00
	W.C Controle	Para atender os funcionários do controle.	3.50
	Caixa de Escada	Área de circulação para o pavimento superior	10.00
	Elevador	Transporte de funcionários e clientes.	4.00
	Mezanino	Para contemplação do Show-Room e do processo de produção da usina por parte dos clientes e potenciais consumidores.	30.00
	Vendedores externos	Sala para os vendedores externos.	12.00
	Depósito de produtos	Depósito de produtos de propaganda dos vendedores externos	3.00
	Dep. comercial, financ./ contábil	Gerenciamento comercial e financeiro da usina.	40.00
ENTRADA E PROCESSAMENTO DOS RESÍDUOS	Balança	Pesagem dos caminhões cheios e vazios de resíduos sólidos urbanos domiciliares;	50.00
	Doca plástico	Entrada dos Resíduos Sólidos urbanos domiciliares – Plásticos	155.00
	Doca papel/papelão	Entrada dos Resíduos Sólidos urbanos domiciliares – papel/papelão	82.00
	Doca metal	Entrada dos Resíduos Sólidos – metal	19.00
	Doca vidro	Entrada dos Resíduos Sólidos – vidro	92.00
	Produção do produto final de papel/papelão	Prévia triagem manual dos resíduos vindos da coleta seletiva, depois lavagem e descontaminação dos mesmos; inspeção e aprovação. Enfim, o Processamento (prensagem) dos Resíduos papel/papelão.	500.00
	Produção do produto final de metal	Prévia triagem manual dos resíduos vindos da coleta seletiva, lavagem e descontaminação dos mesmos; inspeção e aprovação. Enfim, o Processamento (prensagem) do Resíduo Metal.	250.00
	Triagem vidro	Prévia triagem manual dos resíduos vindos da coleta seletiva, para lavagem, descontaminação dos mesmos; inspeção e aprovação. Enfim, o Processamento (trituração) do Resíduo vidro.	400.00
	Triagem do plástico	Prévia triagem manual dos resíduos vindos da coleta seletiva, lavagem e descontaminação dos mesmos; inspeção e aprovação. Enfim, o Processamento (prensagem) do Plástico.	400.00
	Depósito de Pet.	Armazenagem do PET	20.00
	Armaz. Material para Fabricação de Vassouras.	Armazena os materiais de apoio a fabricação da vassoura do plástico PET. E local amplo para fabricação da Vassoura de PET.	80.00
Rejeitos	Contêiner para depósito dos rejeitos do processo de produção da usina	40.00	

Fonte: produção dos autores, 2011.

Quadro 4.1- Programa de necessidades e pré-dimensionamento
(conclusão)

PROGRAMA DE NECESSIDADES		PRÉ-DIMENSIONAMENTO	
SETOR	AMBIENTE	CARACTERÍSTICAS E ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	ÁREAS MÍNIMAS NECESSÁRIAS (m ²).
SAÍDA DA PRODUÇÃO	Depósito papel/papelão	Depósitos de Armazenamento do Produto Final	70.00
	Depósito metal	Depósitos de Armazenamento do Produto Final	45.00
	Depósito vidro	Depósitos de Armazenamento do Produto Final	70.00
	Depósito plástico	Depósitos de Armazenamento do Produto Final	45.00
	Depósito de vassouras	Depósitos de Armazenamento do Produto Final	45.00
	Estacionamento de caminhões	Vagas para 5 caminhões, para espera no embarque.	200.00
TOTAL DE ÁREAS			3.479,50

Fonte: produção dos autores, 2011.

O bloco Administrativo está setorizado em áreas sociais, administrativas, de serviços, de apoio, e comerciais. Sendo a área social, reservado aos estacionamentos de funcionários e consumidor final, possuindo também uma imensa área verde, para passeio e lazer. A área administrativa está concentra a parte burocrática da Usina de Reciclagem. A área comercial está reservada ao atendimento dos clientes, com show-room, responsável pela venda e saída do produto final, abrigando também os demais departamentos comerciais.

A área de apoio é destinada ao uso exclusivo dos funcionários e a área de serviço se destina as questões de manutenção da Usina, e possui um refeitório ao ar livre para a convivência dos funcionários, sendo também de uso dos frequentadores da Usina. Nesta área de convívio é oferecido ao usuário um maior contato sensorial com a natureza.

Os setores de entrada e saída da produção são os que concentram os ambientes com maior área, como recepção dos resíduos, processamento e armazenagem. Como por exemplo, no centro de reciclagem Usina verde e na usina Asa Sul, conforme Figuras 4.1 e 4.2.

A proposta também contempla Lixeiras de coleta seletiva interna em diversos ambientes da Usina, para encaminhamento direto ao processo de produção. Além disso, possui Contêineres para o armazenamento dos rejeitos do processo de produção. Os rejeitos, são aqueles resíduos sólidos não aproveitados no processo de reciclagem, sendo coletados e encaminhados ao aterro controlado municipal, como destinação final, possibilitando um tratamento satisfatório ambientalmente.

Figura 4.1- Centro de Reciclagem (triagem)

Fonte: www.Usinaverde.com.br, (2011).

Figura 4.2- Usina na Asa Sul – Brasília

Fonte: Pais, (2009).

Para se chegar à dimensão mínima aproximada desses ambientes (entrada e saída da produção), levou-se em conta dados da composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares, e a quantidade de resíduos gerada por dia na cidade de Macapá (ver 4.1.1).

4.1.1 Dimensionamento com Previsão de Crescimento da Cidade de Macapá (2010-2013).

Considerando os dados referentes à área necessária para a capacidade em tonelada de processamento (Tabela 4.1), pode-se calcular as dimensões de acordo com o crescimento da cidade. Isso proporciona um melhor dimensionamento visando também as estimativas quanto ao aumento da produção de lixo domiciliar da cidade com perspectivas futuras de ampliação.

Tabela 4.1- Estimativa de área de acordo com a Capacidade de Processamento

Capacidade de processamento (toneladas/dia)	Área necessária a partir de (m ²)
10	800
20	1200
30	2000
50	2000
100	2500
150	2600
200	3000

Fonte: Trade Máquinas, 2008.

A partir desse parâmetro (Tabela 4.1), houve a necessidade da Simulação de Crescimento, futuro de RSU em Macapá de 2010 até 2020, pois, considera-se que esse tempo é suficiente para repercutirem-se os efeitos da nova Política nacional dos resíduos sólidos,

aliado ao crescimento populacional. Para isso, foi feito um balanço dos resíduos sólidos Urbanos (RSU) no Brasil, na Região Norte, no Amapá e em Macapá, conforme a Tabela 4.2.

Tabela 4.2- Crescimento Populacional e da Geração e Coleta de RSU Macapá 2007-2010

GERAÇÃO E COLETA DE RSU AMAPÁ E MACAPÁ						
Local	Ano	População Urbana (Hab)	RSU Gerado (kg/hab/dia)	RSU Coletado (kg/hab/dia)	RSU Gerado (T/dia)	RSU Coletado (T/dia)
Brasil	2007	152.496.807	1,106	0,924	168.653	140.911
	2008	157.037.300	1,080	0,950	169.658	149.199
	2009	158.657.883	1,152	1,015	182.728	161.084
	2010	160.879.708	1,213	1,079	195.090	173.583
Região Norte	2007	10.935.406	0,992	0,730	10.846	7.978
	2008	11.314.869	1,002	0,788	11.333	8.919
	2009	11.482.246	1,051	0,842	12.072	9.672
	2010	11.663.184	1,108	0,911	12.920	10.623
Amapá	2008	565.073	0,703	0,68	397	385
	2009	577,072	0,773	0,753	446	435
	2010	600.561	0,834	0,808	501	485
Macapá	2007	343.271	0,82	0,80	283	275
	2008	358.100	0,76	0,74	273	263
	2009	365.545	0,775	0,752	283	274,8
	2010	380.937	1,003	0,974	382	370,9

Fonte: Adaptado da Pesquisa ABRELPE 2007-2010 e IBGE (Censo 2007-2010).

Essa estimativa de crescimento mostra que a geração de RSU é bem maior que o crescimento populacional. Isso requer melhores proposições e maiores áreas para seu tratamento. Essa estimativa, se configura conforme a Tabela 4.3.

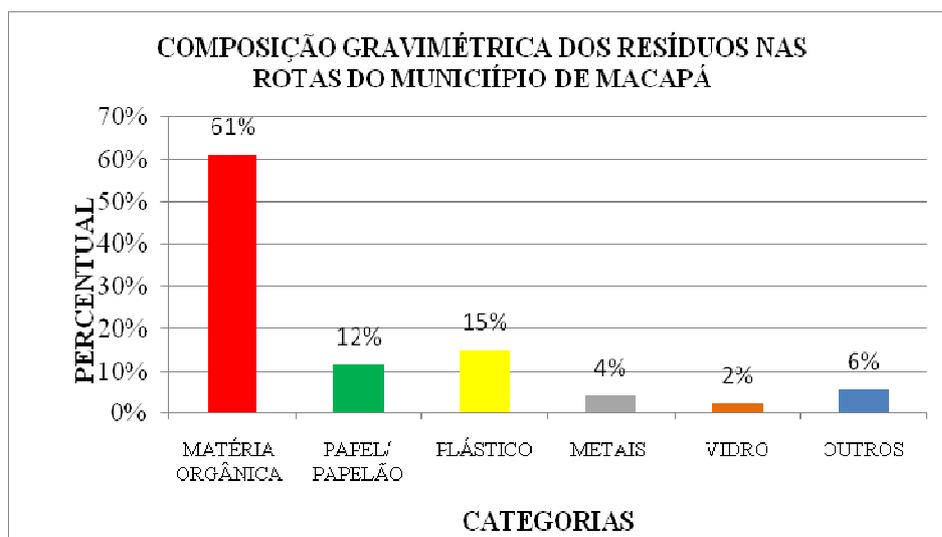
Tabela 4.3- Estimativa de Crescimento Populacional e geração dos RSU Macapá Até 2020

Projeção Macapá 2010-2020						
ANO	Crescimento Em Média em (%); e crescimento Total em (Ton.)					
	População Urbana (Hab.)		RSU Gerado (kg/hab./dia)		RSU Gerado (T/dia)	
	Em média (%)/ano	Total (hab.) (2010)	Em média (%)/ano	Total	Em média (%)/ano	Total
2007-2010	3,54	380.937	7,83	1,003	11,57	382
2010-2020	3,54	542.920	7,83	1,7	11,57	923

Fonte: Adaptado da Pesquisa ABRELPE 2007-2010 e IBGE (Censo 2007-2010).

A composição gravimétrica dos RSU no Brasil, mostra que é gerado mais material orgânico do que os outros resíduos. E que dentre os recicláveis sólidos, o papel e papelão, representam maior quantidade.

A composição gravimétrica da cidade de Macapá não difere muito do panorama nacional, onde predominam os resíduos orgânicos como os mais encontrados seguidos do papel, plástico, metal e vidro, respectivamente (Figura 4.3).

Figura 4.3- Composição gravimétrica dos resíduos nas rotas do município de Macapá

Fonte: SEMUR, (2008).

Diante destes dados (já apresentados), foi elaborada a estimativa da composição dos RSU para Macapá, conforme a Tabela 4.4.

Tabela 4.4- Composição dos RSU Gerado em Macapá 2010-2020 (T/dia)

ANO	TOTAL	PAPEL	METAIS	PLÁSTICO	VIDRO
2010	382	45,84	15,28	57,13	7,64
2020	923	110,8	36,9	138,5	18,46

Fonte: Adaptado de SEMUR, 2010.

De acordo com Silva e Santos, (2009) a densidade dos Resíduos Urbanos domiciliares se apresenta de acordo com a Tabela 4.5.

Tabela 4.5- Densidade dos RSU Domiciliares

MATERIAL	Papel/ Papeloão	Metal e latas amassadas	Plástico filme	Plástico Rígido	Vidro	Madeira
Densidade em (Kg/m ³)	338	500	224	135	50	41
Densidade em (Tn/m ³)	0,3	0,5	0,2	0,1	0,05	0,041

Fonte: Adaptado de Silva e Santos, 2009.

De posse da quantidade de RSU gerado, da composição gravimétrica, e da densidade dos materiais foi possível elaborar um quadro de áreas necessárias para armazenamento para um dia de coleta, considerando a coleta de todos os resíduos (papel,

plásticos, metal e vidro gerados), e com prospecção de crescimento para 2020, conforme a Tabela 4.6.

Tabela 4.6- Área necessária considerando o pé direito igual a 4m para armazenar os RSD do município de Macapá em 2010 e 2020

ESTIMATIVA DE VOLUME E ÁREAS PARA ARMAZENAMENTO				
CATEGORIAS	DADOS IMPORTANTES P/ ATENDER O ARMAZENAMENTO			
	Ano	Kg/dia	Cubagem necessária/dia (m ³)	Área Necessária (m ²)p/ 10 dias
Papel/Papelão	2010	45.840	135	33,7
	2020	110.800	328	82
Metal	2010	15.280	31	8
	2020	36.900	74	19
Plástico filme/ Rígido	2010	57.130	255	63,8
	2020	138.500	618	155
Vidro	2010	7.640	153	38
	2020	18.460	369	92

Fonte: produção dos autores, 2011.

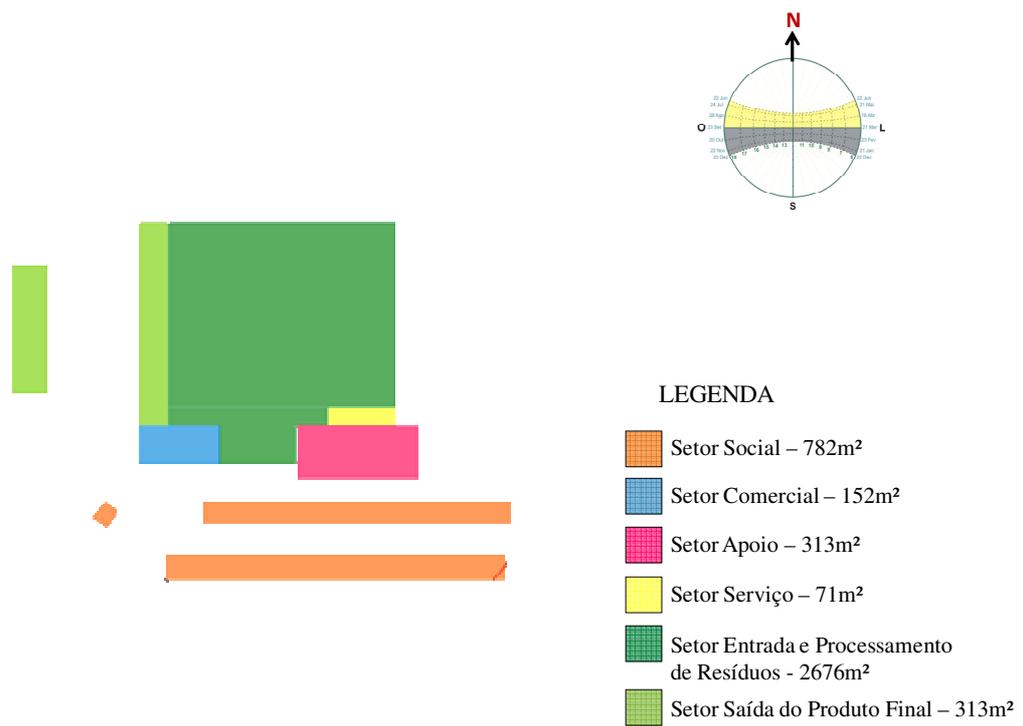
Através dos dados apresentados foi possível ter conhecimento da quantidade de material recebido durante as coletas diárias até o ano de 2020, considerando os índices de crescimento populacional e de crescimento da geração dos RSU em Macapá, mostrado na tabela 4.4. O que possibilita aferir que serão necessários aproximadamente **11.800m²** de área total construída para que a usina possa acompanhar o crescimento da cidade e a geração de lixo domiciliar, prevendo possíveis ampliações em seu espaço físico. Para a área de resíduos em geral foram necessários 3170 m², com capacidade de processamento de **210 ton./dia**.

4.2 SETORIZAÇÃO, FUNCIONOGRAMA E FLUXOGRAMA

A setorização do programa arquitetônico é o exemplo geral da categorização das funções por atividade afins: setor administrativo, setor serviço, etc. No particular, os setores se ligam entre si através de determinados elementos estratégicos que têm afinidades funcionais de ponte entre setores. (NEVES, 1998, p.35).

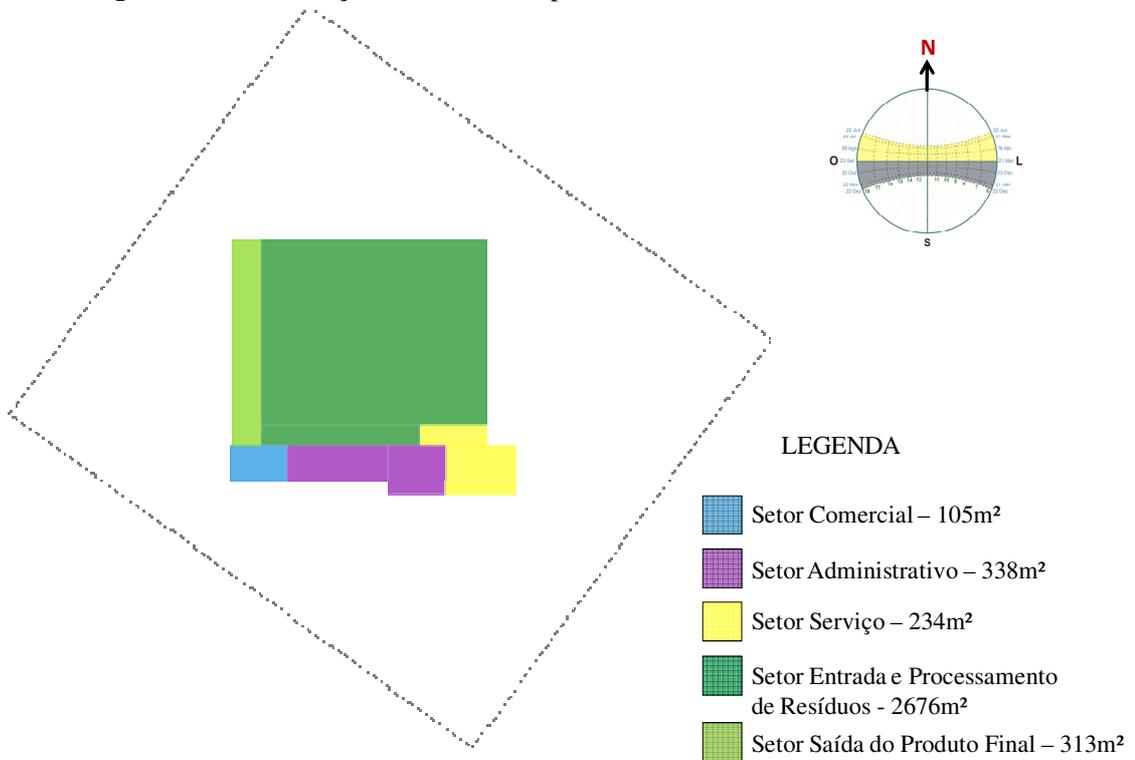
Após a classificação de cada ambiente por setor, tornou-se necessário compreender como esses ambientes estão interligados, pois suas inter-relações garantem a funcionalidade e condicionam as disposições espaciais do edifício no terreno. Observando todas as orientações de ventilação e insolação, interpretando todas as peculiaridades da clientela e percebendo as afinidades das funções e das atividades do tema, foi possível dispor os setores da seguinte forma, como mostra as Figuras 4.4 e 4.5.

Figura 4.4 - Setorização Pavimento Térreo



Fonte: produção dos autores, 2011.

Figura 4.5 - Setorização Pavimento Superior

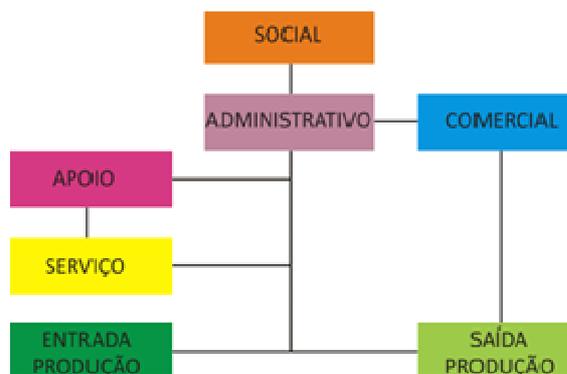


Fonte: produção dos autores, 2011.

Para melhor apresentar a disposição dos ambientes, apresenta-se o funcionograma geral da Usina, representando apenas o grau de afinidade das ligações entre os

setores, como mostra a Figura 4.6. Segundo Neves, (1998), o funcionograma não expressa nenhuma solução arquitetônica, nada da disposição espacial, e sim diz apenas que setores estão ligados ou não.

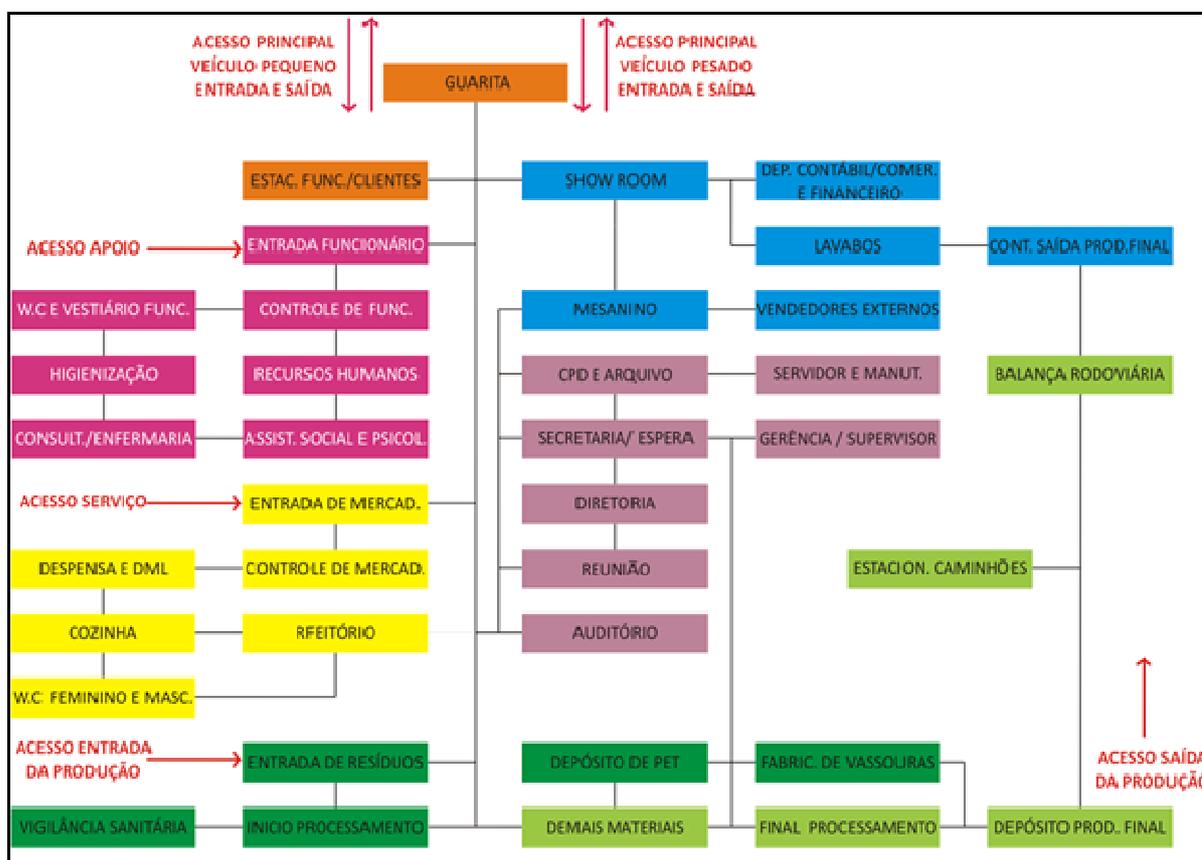
Figura 4.6 - Funcionograma Geral da Usina de Reciclagem



Fonte: produção dos autores, 2011.

Analisando os ambientes com maior fluxo de entrada e saída de pessoas, mercadorias e veículos, aplicou-se o fluxograma, apresentado na Figura 4.7. Este fluxo fez alusão às decisões relativas ao projeto, às disposições desses espaços no edifício e no terreno e às decisões de acessos e circulações.

Figura 4.7 - Fluxograma da Usina de Reciclagem



Fonte: produção dos autores.

4.3. LINGUAGEM DO PARTIDO

A imagem das edificações voltadas para atividades como Usinas de reciclagem no país está mudando, e não apenas com relação aos espaços internos, mas nos aspectos formal e funcional. Neste Contexto, apresentar um desenho mais arrojado justifica sua relevância no fato de fugir dos modelos implantados no país. Pois, hoje, a apresentação de Usinas de Reciclagem ainda está associada a essas construções lineares, de meros galpões, semi-abertos, com aparência e sensação de um local insalubre, sujo e mal conservado, desvalorizando mais ainda essa atividade.

Buscando uma arquitetura que estivesse ligada com a utilização racional dos recursos da natureza e consumo de energia, e com a utilização de formas geométricas simples, sem adornos, para se alcançar uma forma estética limpa, clara, bela e que dialogasse com o meio ambiente. Utilizou-se da arquitetura minimalista como uma linguagem ideal a ser adotada nesse tipo de edificação. Onde:

Após o Movimento Moderno reaparecem arquiteturas que primam pela busca de um sentido comum tectônico presente no uso rigoroso e asséptico dos materiais, na recriação de espaços diretos e puros, na utilização de formas volumétricas e geométricas simples, na austera utilização de repertórios significativos, na economia de materiais e energias, e na integração com o entorno". (MONTANER,2001).

Conceitualmente, pode-se dizer que a exaltação do minimal se configura como princípio operacional ou aproximação pela qual se busca alcançar a máxima tensão formal, o máximo impacto intelectual ou sensorial utilizando um mínimo de meios. O elementarismo compositivo de uma obra de inspiração minimalista artisticamente relevante não se restringe apenas a um marcante esforço de síntese, envolve também o estabelecimento de abstrações múltiplas que se tornam assimiláveis a partir de mecanismos mais intelectuais do que sensoriais. (TAVARES, 2007).

Produzida em uma época de crise energética e do progressivo esgotamento dos recursos naturais, a tendência minimalista manifesta-se pela contenção em detrimento da abundância, firmando-se em prol de uma higienização que preza pela redução absoluta de todo o tipo de esbanjamento, do ornamental ao energético. Em âmbito mais abrangente, pode-se dizer que esta busca pela simplicidade também adquire um sentido fundamentalmente crítico nas sociedades contemporâneas caracterizadas pelo alto consumo e desperdício. (TAVARES, 2007).

O partido da usina por sua vez, está marcado por uma arquitetura que prima pelo racionalismo, pela utilização de uma geometria clara e pela sofisticação estética e funcional. Fazendo uso de materiais modernos, como o aço industrial, madeira tratada e o vidro, para

definir os espaços interiores e exteriores, dando aparência do meio ambiente para dentro da edificação.

A composição volumétrica que decorre da clareza formal, o rigor geométrico e a predominância absoluta da horizontalidade, o uso estrito do concreto, que se harmoniza com a paisagem do entorno imediato, conferem uma forte noção de unidade compositiva ao partido arquitetônico adotado, decorrente da busca da síntese e do essencial. Onde, além da unidade e da simplicidade, admite-se que a qualidade de uma obra minimalista também resida na precisão técnica e na exaltação da materialidade dos elementos, a partir de onde emana a beleza dos objetos.

Buscando inspiração na arquitetura formalista de Willy Muller, em seus volumes diferenciados, principalmente em sua usina de reciclagem de Barcelona, criou-se um marco para a proposta estudada, colocando como elemento compositivo, mas também de proteção solar um grande pórtico metálico revestido com chapas de alumínio galvanizada fosca na fachada principal da Usina. Proporcionando, um balanço diferenciado, servindo tanto para questões formais quanto para a proteção estratégica contra a insolação do período da tarde e dialogando com os volumes dos brises e com os jardins suspensos que à compõem. Reforçando a idéia de que “a arquitetura deve ser entendida como a capacidade de harmonizar o meio ambiente e o homem, de modo livre, arrojado e responsável socioeconômico e ambientalmente”.

Outro estilo importante na configuração da concepção da usina é o High-tech de Norman Foster onde tal arquiteto acredita que as respostas às demandas contemporâneas só serão encontradas através de edifícios extremamente adaptáveis, inteligentes, que tenham vãos livres e instalações de alto desempenho, e que possam ser industrializados. Sua preocupação reside na inovação tecnológica e no emprego e combinação de materiais sofisticados.

Quanto aos tratamentos baseados nos condicionantes regionais, compartilha-se da preocupação de Severiano Mário Porto baseado nos conceitos da Arquitetura Regional Amazônica, pois, preocupando-se não somente no emprego dos materiais (como é o caso da madeira ou a valorização dos materiais disponíveis na região, mais próximos da obra), mas, principalmente no “aproveitamento dos ventos, na proteção máxima contra o sol e nas condições topográficas. Questões como natureza e clima são inerentes à profissão do arquiteto”. (PORTO, 2003).

A preocupação com a natureza, a unidade, plasticidade e continuidade e o uso de materiais naturais e locais, baseados, também, na arquitetura orgânica de Frank Lloyd Wright, com seus espaços contínuos e abertos criam ambientes fisicamente menores, mas

psicologicamente melhores de se viver, buscando simplicidade e funcionalidade dos ambientes, com aspectos formais agradáveis.

4.4 IDÉIA DA FORMA

A proposta surge no contexto das construções sustentáveis, incorporando os vários conceitos de eficiência energética e reduzido dano ambiental, tanto em seu processo de execução como de utilização. Sobre o tema, já pode se entender que a correta arquitetura por si só já engloba conceitos de sustentabilidade quando se compromete com a otimização de seu desempenho em relação às atividades que vai abrigar. E com a adequação estrutural às necessidades do edifício e a sua coerência visual correspondente ao tipo de uso, proporções dimensionais e entorno ao redor do qual se insere.

Paralelo a isto, o desenvolvimento da tecnologia permite agregar, cada vez mais, novos recursos de cunho sustentável ao projeto de arquitetura, se pensada de forma estratégica. Diante desta perspectiva, a concepção desta proposta toma como ponto de partida a incorporação dos critérios de sustentabilidade aplicados à construção (princípios bioclimáticos e conforto ambiental) às questões fundamentais da arquitetura referentes à funcionalidade e estética.

Conforme (NEVES, 1998) “a idéia da forma do edifício é tratada [...] como um aspecto no onde o projetista deve tomar a decisão prática, formal, na adoção do partido”. Na essência, a questão refere-se à forma que adotar para o edifício, assim como, tratar aos diversos aspectos envolventes na idéia da forma nos planos horizontais e verticais do partido, produzindo um edifício que expresse uma intenção formal agradável, criativa e bonita, plasticamente.

Como o terreno para a implantação está situado distante do centro urbano da cidade, e seu entorno caracterizado pelo predomínio da vegetação natural e a conformação de um novo bairro residencial, revela uma vantagem em relação aos demais lotes do mesmo entorno por estar localizado do outro lado da rodovia onde não se encontram construções residenciais. Viabilizando e valorizando assim a decisão projetual de criar um espaço livre diante da edificação, conferindo ao seu entorno um qualitativo urbano, implantado dentro da malha urbana, mostrada na Figura 4.8.

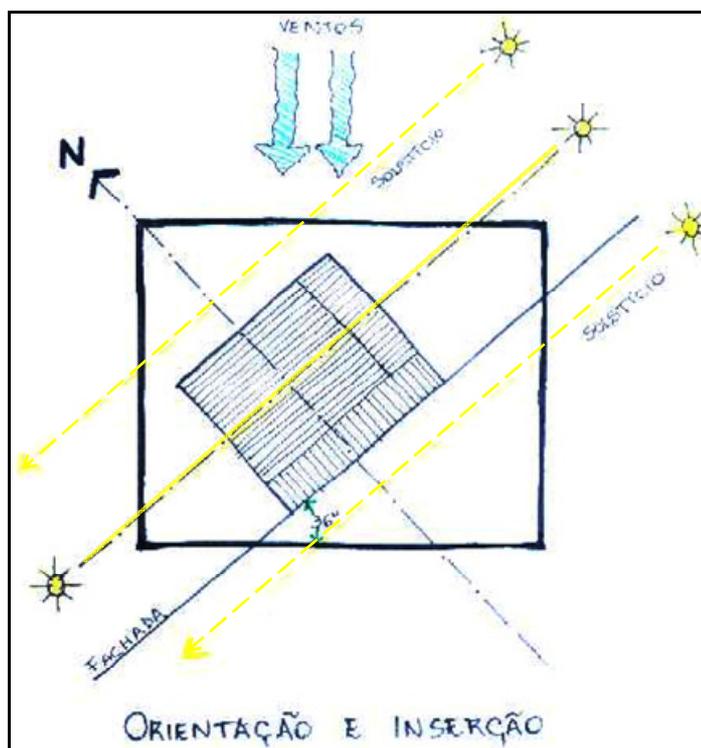
Assim, a correta orientação da edificação no lote (ver 4.5.1) assegura-lhe um melhor rendimento bioclimático, associado à orientação dos ventos (Figura 4.9), visando o conforto dos usuários da usina. Inicialmente sua fachada principal estava orientada paralelamente à rodovia, mas foi necessário rotacioná-la à 36°.

Figura 4.8 - Implantação da edificação dentro da malha urbana



Fonte: produção dos autores, 2011.

Figura 4.9- Orientação dos ventos dominantes



Fonte: produção dos autores, 2011.

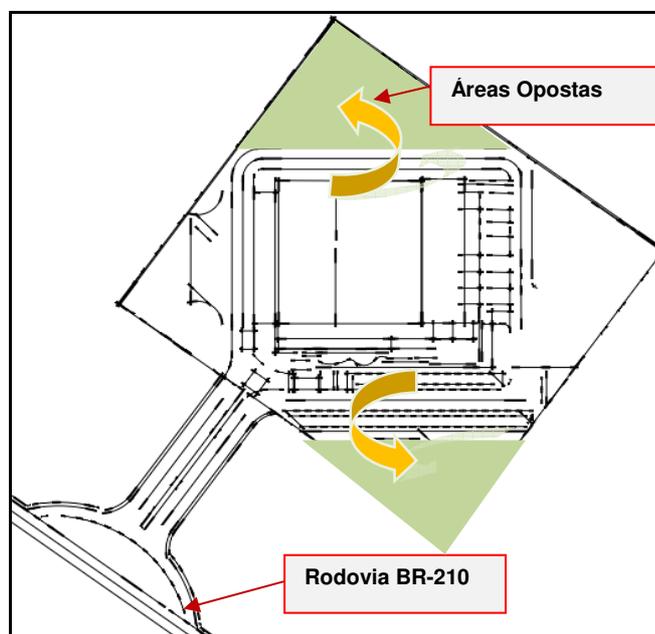
As orientações, quanto ao sol e aos ventos dominantes, podem exercer influência na forma da planta, tendo em vista as decisões sobre as formas de disposição dos setores e dos elementos do programa no terreno, relacionadas com essas orientações. (NEVES, 1998)

As estratégias bioclimáticas são determinantes na implantação da edificação no lote. Sua disposição transversal no sentido Leste-Oeste garante que todos os ambientes, de longa permanência humana se apresentem com aberturas nas fachadas Norte-Sul, aproveitando os ventos dominantes provindos do Nordeste, e a iluminação natural.

Como consequência, a implantação da edificação na diagonal do terreno repercute no partido adotado o qual tira proveito dos espaços livres criados opostos às fachadas principais da edificação. Este, por sua vez, mostra-se como fator fundamental na valorização do caráter monumental do projeto, além de permitir uma inserção urbana inusitada no entorno imediato ao prédio.

Com essa disposição foram criadas duas áreas livres opostas entre si, gerando a conseqüente conformação de dois espaços de convivência: um junto as laterais do terreno de caráter privativo (a circulação de caminhões e funcionários), outro voltado para a rodovia, de caráter semi-público, ampliando ao hall de acesso (de exposição e eventos) ou somando-se ao uso diário para o lazer contemplativo. Ainda, ao mesmo tempo em que valorizam a proporção vertical da edificação, estabelece uma distância entre a edificação e a rodovia, criando um acesso de aproximação a partir da rodovia até o acesso principal do edifício, contribuindo para a percepção do seu caráter monumental, como pode-se ver no croqui da Figura. 4.10. Por fim, desempenha o papel de dotar os ambientes internos de conexão visual às áreas externas, tratadas no paisagismo, valorizando os elementos de amenização ambiental (brises e barreira vegetal).

Figura 4.10 - Áreas destinadas a cobertura vegetal



Fonte: produção dos autores, 2011.

O estacionamento para visitantes consumidores e funcionários situa-se ao longo do recuo do lote imediato a rodovia na parte frontal (sul), Figura 4.10 e 4.13. O acesso de ambos tanto da entrada de veículos pesados quanto dos de passeio foi locado na esquina diagonal sudoeste como um pequeno jardim de canto. Logo, nessa entrada temos o bloco que

abriga o hall de exposições (show-room) que faz conexões com o bloco de atendimento e com as circulações verticais (escadas e elevadores) - fazendo ligação com o segundo pavimento. A proposta também possui pavimentações que ocorrem num acesso lateral e traseiro destinada ao desembarque dos resíduos e o embarque do produto final por veículos de grande porte. Fornecendo assim, maior segurança aos demais acessos.

Na questão da urbanização do entorno, a concepção dos acessos dos veículos pesados foi o fator decisivo, onde foi possível separar a entrada dos veículos pesados de passeio. Uma Permitindo maior segurança para os usuários da usina. E possibilitando uma área de lazer em frente a usina.

Conforme a setorização adotada (ver 4.2) optou-se por deixar um quadrado, visando sempre um ambiente amplo, prático e funcional. Onde se pensou primeiro, na concepção do setor de produção, de forma que o mesmo não ficasse totalmente visível no momento da chegada. E que o mesmo deveria ter a entrada de resíduos elevada, dispensando a utilização de rampas de descida de resíduos ou uma escavação demasiada podendo diminuir nível da usina, na área de produção.

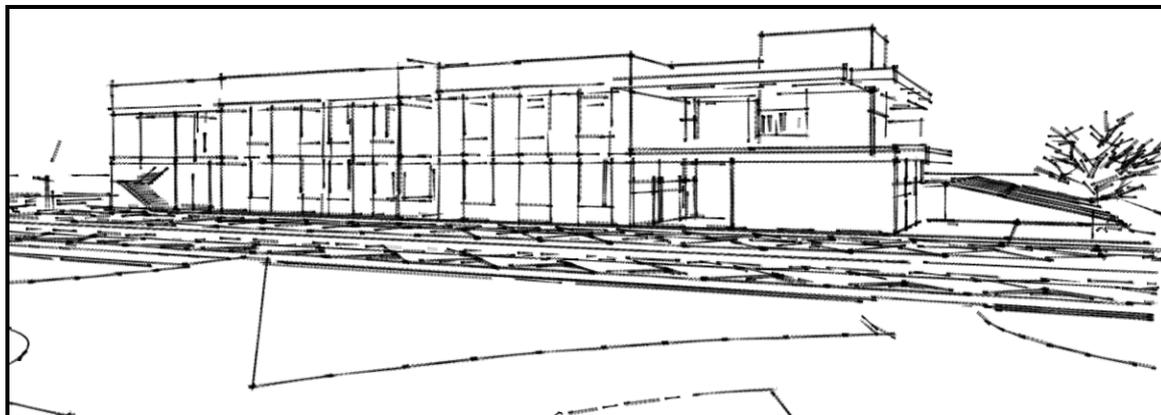
No volume construído do setor de produção, buscou-se deixar no nível térreo também um espaço comercial/vendas com acesso vertical para um mezanino no pavimento superior, seguido de um longo corredor, de onde é possível visualizar e acompanhar todo o setor produtivo da usina, desde a entrada dos resíduos até a sua transformação em produto final.

Na busca por melhores tecnologias para atender as características do clima local, já foi possível visualizar melhor o aspecto volumétrico da edificação. Já pensando em esconder a cobertura da parte da produção, deixando a visível somente nas laterais, tornando a fachada monumental e diferenciada dos padrões de usina que vêm se instalando no Brasil. Buscando soluções arrojadas, baseadas em modelos internacionais, mas seguindo a linha do minimalismo adotada como linguagem do partido.

Deixando inicialmente o administrativo em forma de uma caixa retangular, verticalizada em dois pavimentos, sendo a última laje coberta com telha metálica, para o não aquecimento da mesma. Onde foi possível locar o setor administrativo na fachada principal, abrigando todos serviços burocráticos, coordenação da produção, lazer, refeitório e comercial/vendas. Permitindo assim um melhor acesso do cliente/consumidor da usina. Ficando o acesso tanto dos funcionários como dos clientes mais próximos da rodovia. Quebrando a caixa retangular, deslocou-se uma parte dessa caixa, deixando um recuo em relação ao restante do bloco. Onde optou-se por locar um auditório, e um ambiente para alimentação, um refeitório para servir de apoio para o mesmo, num ponto privilegiado para

contemplanção dos ventos e da natureza, servindo também de um mirante aberto para cidade, conforme a figura 4.11.

Figura 4.11 - Croqui da primeira concepção volumétrica em perspectiva



Fonte: produção dos autores, 2011.

A entrada dos funcionários foi locada ao lado dos banheiros e local para higienização para facilitar a troca de roupas adequadas e a colocação dos equipamentos de segurança por parte dos funcionários. Ao lado da entrada dos funcionários encontra-se a entrada de mercadorias de manutenção da usina, próxima a escada de serviço de acesso ao pavimento superior. Esse ambiente de serviço de apoio ao trabalhador e serviços gerais foi locado em baixo do refeitório, para criar um bloco único de serviços.

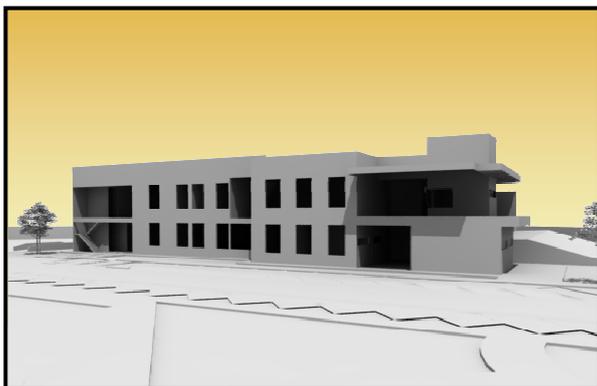
As aberturas foram projetadas estrategicamente para atingir uma taxa de ventilação e renovação do ar interior adequada, através da ventilação cruzada. Sendo a entrada dos ventos feita pela lateral do setor de produção, cruzando toda a produção chegando até a Fábrica de vassouras, que também foi posicionada estrategicamente com o restante da produção, ficando situada na saída do vento. Fazendo relação com os “cheios” e os “vazios” da fachada, que segundo NEVES, 1998:

A composição estética da fachada está relacionada com os “cheios” (faces das paredes) e os “vazios” (esquadrias) e suas combinações e contrastes de forma, dimensões, quantidade, proporções, texturas, materiais e posições. Na composição formal do edifício relacionada com esses elementos, é conveniente relacionar os “cheios e vazios” das fachadas definindo posição, dimensões, proporções e quantidades de esquadrias e ajustar essas idéias dos planos verticais nos planos horizontais. (NEVES,1998).

Na proposta também foi assegurado à Usina o critério de flexibilidade de uso, onde diversos ambientes incorporados ao projeto, são separados por divisórias removíveis que permitem plena liberdade de layout. Garantindo assim, que não haja uma descontinuidade nos espaços destinados aos ambientes de trabalho.

O volume arquitetônico em estudo decorrente do partido adotado é constituído pela composição de várias caixas e com aberturas padronizadas. Para evidenciar ainda mais uma composição sustentável optou-se por jardins suspensos, um no refeitório e outro em na abertura do pavimento superior para o ambiente externo ao lado corredor superior. Figura 4.12.

Figura 4.12 - Estudos de composição da fachada principal



Fonte: Simulações no programa google sketchup 7.

Figura 4.13 - Estudos de volume



Fonte: Simulações no programa google sketchup 7.

A proposta da usina também reservará áreas para sistemas de água e de tratamento de esgoto própria, devido a falta de infraestrutura nessa região da cidade. E utilização racional da energia elétrica é viabilizada através do consumo misto que envolve a ventilação cruzada e a ventilação artificial. O somatório de todas estas ações bioclimáticas e sustentáveis, seja de arquitetura ou de tecnologia empregada, contribuirá para o bom desempenho térmico e ambiental da edificação, buscando uma proposta sadia ao ambiente, a si mesma e a seus usuários, apresentando a composição volumétrica mostrada na Figura 4.14.

Figura 4.14 - Estudos de composição arquitetônica e seu entorno



Fonte: produção dos autores, 2011.

4.5 ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS

4.5.1 Insolação e Orientação

Segundo Lambert (1997; 2011); Frota e Schiffer (2003) e, sobretudo, o ícone da Arquitetura Regional Amazônica (PORTO, 2003), a melhor orientação para o edifício situado à Região Amazônica, devido à sua peculiaridade climática e a necessidade de proteções contra as irradiações solares, é posicionar as fachadas mais extensas para as orientações norte e sul, e as menores fachadas para as orientações Leste e Oeste. Diante do exposto, apresentam-se algumas justificativas e expõe-se a solução adotada para a usina de reciclagem.

A princípio efetuaram-se estudos de insolação, através de análises na carta solar para Macapá (Latitude 0°), buscando os dados referentes ao comportamento da altura solar ao longo do dia; o azimute solar para determinados períodos, os horários e o tempo de insolação de cada fachada. Para essa análise adotou-se os equinócios que é o momento em que o sol fica à 90° em relação à linha do Equador (21/03 e 24/09); e os dois solstícios de inverno e verão (22/06 e 22/12), respectivamente, Pois tais datas são os limites das estações do ano para a região (Verão e inverno), apresentados na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 - Geometria da insolação para Macapá (lat. 0°)

Orientação	Dia	Azimute e Altura solar				Insolação	
		Geometria	Horário			Período(h)	Tempo de insolação (h)
			9h	12h	15h		
NORTE	22/06	Azim. (°)	58	0	302	06-18	12
		Alt.(°)	40	67	40		
	21/03	Azim. (°)	90	0	270	-	-
		Alt.(°)	45	0	45		
	22/12	Azim. (°)	122	0	238	-	-
		Alt.(°)	40	67	40		
SUL	22/06	Azim. (°)	58	0	302	-	-
		Alt.(°)	40	67	40		
	21/03	Azim. (°)	90	0	270	-	-
		Alt.(°)	45	0	45		
	22/12	Azim. (°)	122	0	238	06-18	12
		Alt.(°)	40	67	40		
LESTE	22/06	Azim. (°)	58	0	302	06-12	06
		Alt.(°)	40	67	40		
	21/03	Azim. (°)	90	0	270	06-12	06
		Alt.(°)	45	0	45		
	22/12	Azim. (°)	122	0	238	06-12	06
		Alt.(°)	40	67	40		
OESTE	22/06	Azim. (°)	58	0	302	12-18	06
		Alt.(°)	40	67	40		
	21/03	Azim. (°)	90	0	270	12-18	06
		Alt.(°)	45	0	45		
	22/12	Azim. (°)	122	0	238	12-18	06
		Alt.(°)	40	67	40		

Fonte: produção dos autores.

Observa-se que as fachadas Norte e Sul recebem insolação apenas nos solstícios, das 06:00 às 18:00 horas, com duração de 12 horas. Sendo que nos equinócios, não recebem insolação. Já as fachadas Leste e Oeste recebem incidência de radiação solar todos os dias do ano, todavia em períodos também determinados. Pois, na fachada Leste a insolação se dá das 06:00 às 12:00. Enquanto na fachada Oeste ocorre das 12:00 às 18:00. Dessa forma, essa geometria facilita quando da adoção de soluções de proteção, pois necessita das mesmas apenas em datas específicas do ano.

Para melhor ilustrar essa situação, recorreremos ao estudo do sombreamento na carta solar a partir destes dados, uma vez que a mesma proporciona uma visão geral do diagnóstico para todas as horas e dias do ano. Onde as Figuras 4.15 e 4.16 mostram a essa insolação nas fachadas Norte e Sul. E as Figuras 4.17 e 4.18 mostram nas fachadas Leste e Oeste, respectivamente.

Figura 4.15 - Períodos de insolação da fachada Norte

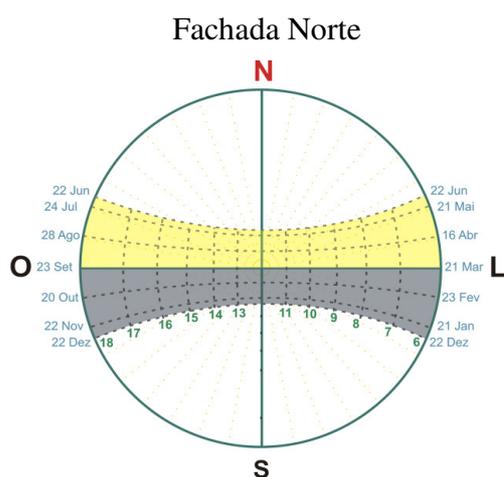


Figura 4.16 - Períodos de insolação da fachada Sul

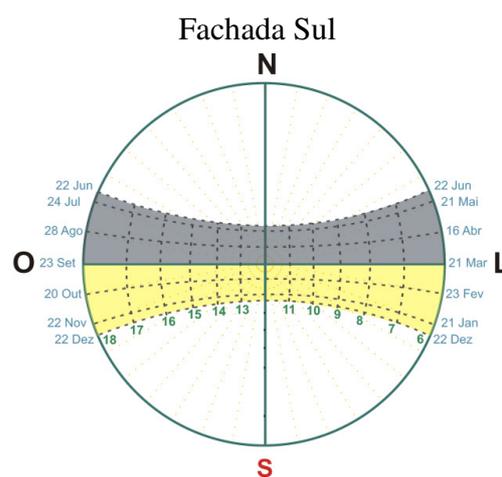


Figura 4.17 - Períodos de insolação da fachada Leste

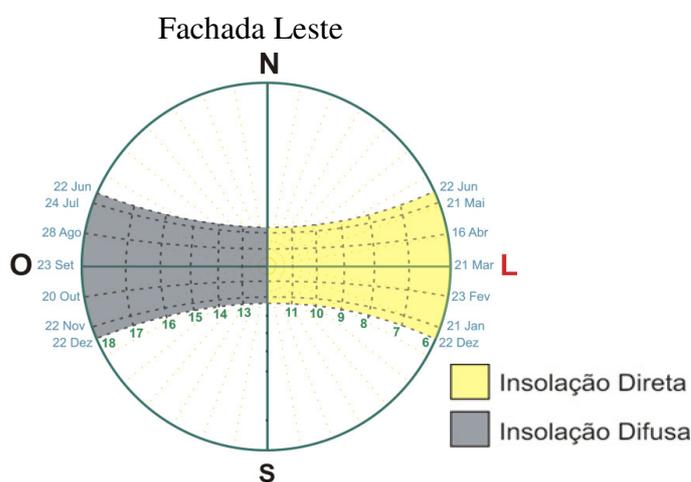
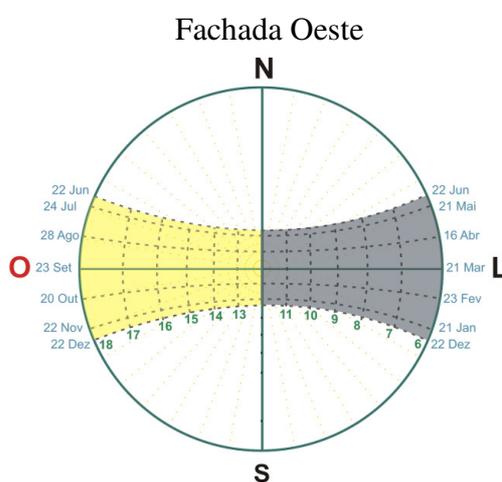


Figura 4.18 - Períodos de insolação da fachada Oeste



Fonte: produção dos autores, 2011.

Fonte: produção dos autores, 2011.

Podem-se visualizar as inferências feitas a partir da geometria da insolação. O Estudo apresenta informações sobre o período de insolação em cada Fachada. Na fachada Norte, ocorre exatamente de 21 de março a 23 de Setembro, enquanto a Fachada Sul recebe insolação direta no período de 23 de Setembro á 21 de março. Ou seja, cada fachada terá metade do ano com incidência solar direta e a outra metade com incidência solar difusa. As fachadas Leste e oeste recebem incidência solar direta durante todo o ano, porém em um período de seis horas por dia.

Para finalizar o estudo de insolação, apresentam-se na Tabela 4.8, dados de intensidade (numérica) de radiação solar para todas as fachadas durante os solstícios e os equinócios.

Tabela 4.8 - Dados de Radiação Solar global Incidente (Ig) sobre Planos Verticais e Horizontais (W/m^2). Latitude: 0°

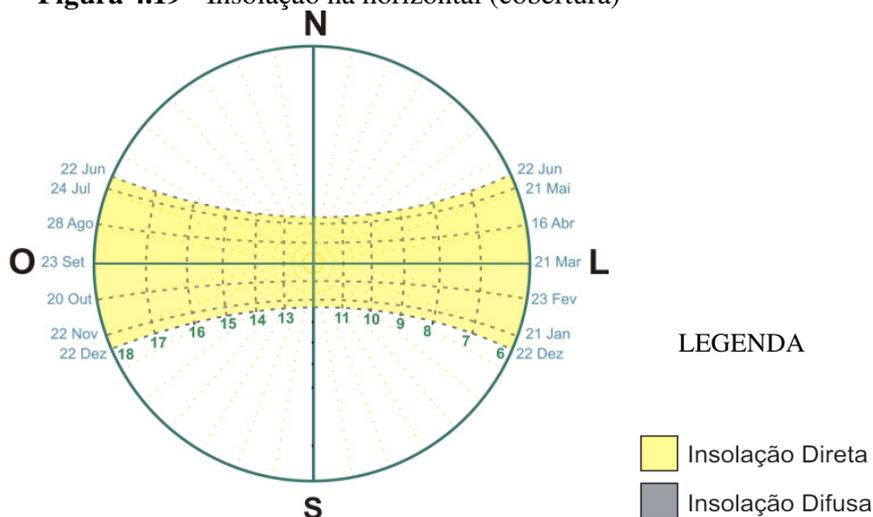
Ori- em- tação.	HORAS DO DIA													Data
	6h	7h	8 h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	
N	0	28	45	53	60	63	65	63	60	53	45	28	0	22/ DEZ
S	9	200	338	401	436	447	458	447	436	401	338	200	9	
L	20	406	621	614	490	288	65	63	60	53	45	28	0	
O	0	28	45	53	60	63	65	288	490	614	621	406	20	
H	0	115	424	669	869	992	1033	992	869	669	424	115	0	
N	0	30	48	55	63	68	63	68	63	55	48	30	0	22 / MAR 22/ SET
S	0	30	48	55	63	68	63	68	63	55	48	30	0	
L	22	486	711	651	547	322	63	68	63	55	48	30	0	
O	0	30	48	55	63	68	63	322	547	651	711	486	22	
H	0	182	478	706	964	1082	1138	1082	964	706	478	182	0	
N	0	200	338	401	436	447	458	447	436	401	338	200	9	21/ JUN
S	0	28	45	53	60	63	65	63	60	53	45	28	0	
L	20	406	621	614	490	288	65	63	60	53	45	28	0	
O	0	28	45	53	60	63	65	288	490	614	621	406	20	
H	0	155	424	669	969	992	1033	992	869	669	424	155	0	

Fonte: Adaptação de Gonçalves, (1955).

A tabela 4.8 mostra que em todas as situações apresentadas, as fachadas norte e sul recebem menores valores de carga térmica, enquanto as fachadas Leste e Oeste recebem os maiores valores de carga térmica nas superfícies verticais (paredes e aberturas). A fachada Norte recebe sua maior incidência de radiação solar, 458 w/m^2 , no dia 21 de Junho às 12h00minh, e a fachada Sul recebe os maiores valores de carga térmica em 22 de Dezembro com intensidade máxima de 458 w/m^2 às 12h00minh. Já as fachadas leste (manhã) e Oeste (tarde) recebem as maiores intensidades de radiações solar, cujos valores são de 711 w/m^2 às 08:00 e de 711 W/m^2 às 16:00, respectivamente, ambos em 22 de março e 22 de setembro.

O plano Horizontal (cobertura - H) é o plano que mais recebe carga térmica, com a maior intensidade ao meio dia em 22 de março e de setembro, cujo valor corresponde a 1138W/m^2 . No entanto, a cobertura deve apresentar as melhores soluções de isolamento térmico, devido ser o plano que fica mais exposto às radiações em todos os dias e horários do ano, como apresentado na Figura 4.19.

Figura 4.19 - Insolação na horizontal (cobertura)



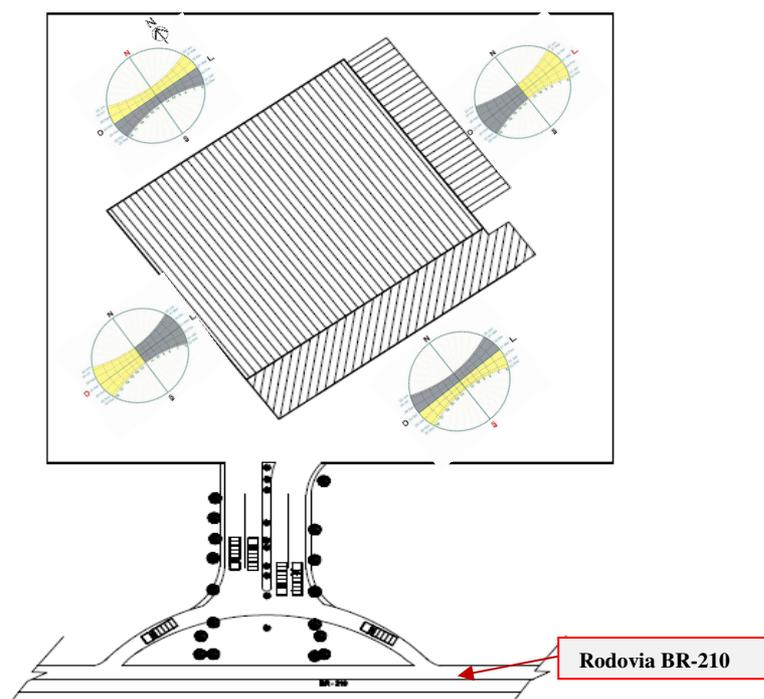
Fonte: produção dos autores, 2011.

Essa análise apresenta subsídios para justificar que as fachadas Leste e Oeste são as mais propícias à ganhos de calor por serem as mais expostas as maiores cargas térmicas ao longo do ano. Desta forma, devem apresentar menor dimensão e o mínimo de aberturas, a fim de evitar a penetração de radiação direta do sol para o interior da edificação. Além disso, há necessidade de serem abrigadas com proteções artificiais ou com barreiras naturais (vegetações), com o intuito de diminuir seus ganhos de calor por radiação. As fachadas norte e Sul, por receberem menor radiação devem apresentar as maiores dimensões da edificação.

Utilizou-se a estratégia por setor para o projeto da usina de reciclagem, uma vez que a mesma apresenta uma geometria retangular. Tendo em conta os dados apresentados e programa de necessidades definido, foi adotada a orientação apresentada na Figura 4.20.

A orientação² mostrada na Figura 4.20, seguiu os estudos anteriores, posicionando a fachada Norte da edificação com azimute 0° , ou seja, perpendicular à orientação Norte, com uma rotação de 36° em relação à rodovia BR 210.

² Orientação real do projeto com implantação da edificação no terreno e em relação à Rodovia BR 210, resultante dos estudos de melhor orientação (Figura. 4.20). Porém, para facilitar a disposição no texto e economizar espaço, tanto no decorrer do texto quanto nas pranchas do volume II, algumas plantas serão apresentadas no sentido horizontal em relação às páginas, mas todas, com sua orientação real.

Figura 4.20 - Orientação da usina a partir dos estudos mostrados

Fonte: produção dos autores

4.5.2 Pior Cenário Térmico Para a Verificação do Conforto.

Para o estudo do conforto térmico, adotou-se a área de produção e Processamento dos resíduos, por ser o local onde os operários da usina (atuais catadores) irão desenvolver suas atividades e por questões de salubridade do ambiente, requerendo maiores demandas de ventilação natural, para renovação do ar.

Para tanto, apresenta-se na Tabela 4.9, dados referentes às temperaturas médias, médias das mínimas, máximas e das absolutas horárias, mensais para a cidade de Macapá.

Tabela 4.9 - Dados climáticos de Macapá

MEDIÇÕES CLIMATOLÓGICAS DE MACAPÁ.												
Cidade	Lat (s)		Longitude (W.Grw.)			ALTITUDE (m)						
Macapá	0,02		50,03			14,46						
Temperaturas (°C)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Temp. Média	26	25,7	25,7	25,9	26,1	26,2	26,1	26,8	27,5	27,2	27,5	27
Temp. Máxima	29,7	29,2	29,3	29,5	30	30,3	30,6	31	31,3	32	32,3	31,4
Temp. Mínima	23	23,1	23,3	23,5	23,5	23,2	22,9	23,3	23,4	23,5	23,5	23,4
Temp. Máx Absol.	34	33,4	32,9	33,2	33,1	33	33,2	33,7	35	35,3	36,9	34,1
Temp. Mín. Absol.	20	20,4	20,3	21,4	21,4	21	20,2	21	21	21	21	20,4
Umidade Rel. (%)	86	87	88	89	88	86	85	81	76	75	76	80
Insolação (horas)	147	110	109	114	152	190	227	271	272	282	252	205
Nebulosid (0-10)	8,8	8,8	9	9	8,6	8,1	7,3	6,7	6,6	6,8	7,4	8,4

Fonte: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 1992.

A partir das análises das médias das temperaturas, observa-se que o mês que apresenta a maior temperatura é Novembro, Tabela 4.10. Com os dados relativos às variações da temperatura ao longo do dia houve a possibilidade de avaliação do comportamento e da hora mais quente durante o dia, como apresentado na Tabela 4.10.

Tabela 4.10 - Temperaturas médias ao longo do dia em Macapá

NOVEMBRO	HORA DO DIA												
	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h
Média Máx.	24	24,4	24,6	26,2	28,4	29,4	31,1	31,4	32	32,1	32	30,9	29,4
Média Mín.	16	16,4	16,6	18,2	20,4	20,9	21,7	22,4	22,8	23	24	22,9	21,4
Temáx. Absl.	28,5	28,9	29,1	30,7	32,9	33,9	35,6	35,9	36,5	36,9	36,5	35,4	33,9
Temín. Absl.	13,5	13,9	14,1	15,7	16,6	17,1	17,6	19,8	19,9	20,8	20,4	19,3	18,9

Fonte: Adaptação de Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 1992.

Observou-se que às **15 horas** apresenta os maiores valores, e a máxima absoluta observada de 1961-1990, é de 36,9°C.

Isso reforça o fato de que a fachada exposta para o sol nesse horário (fachada Oeste) receberá as maiores cargas térmicas durante o dia. Porém, Desconsiderou-se essa fachada como pior cenário (Figura 4.21- em amarelo), devido a mesma já se encontrar protegida, e não abrigar ambientes de permanência humana prolongada.

O setor administrativo, mesmo recebendo ventilação natural, pode necessitar de climatização artificial nas horas mais quentes do dia, amenizando o desconforto térmico.

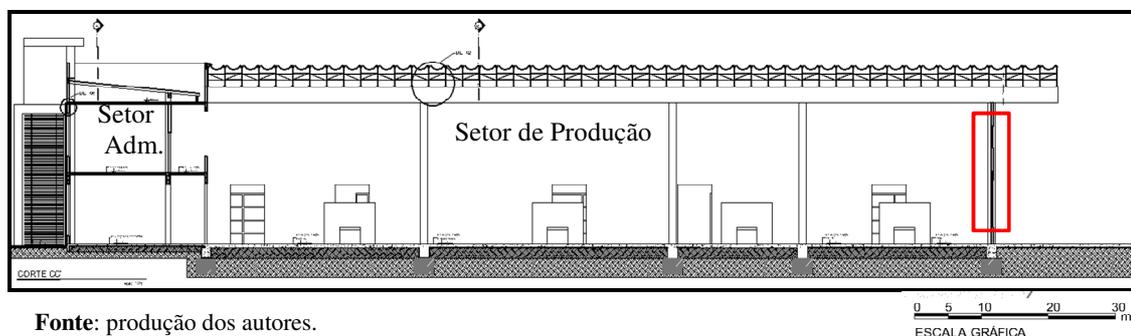
Figura 4.21 - Planta com identificação dos cenários



Fonte: produção dos autores.

A fachada Leste (figura 4.21- em verde) que recebe grande incidência solar, também abriga ambientes de não permanência humana.

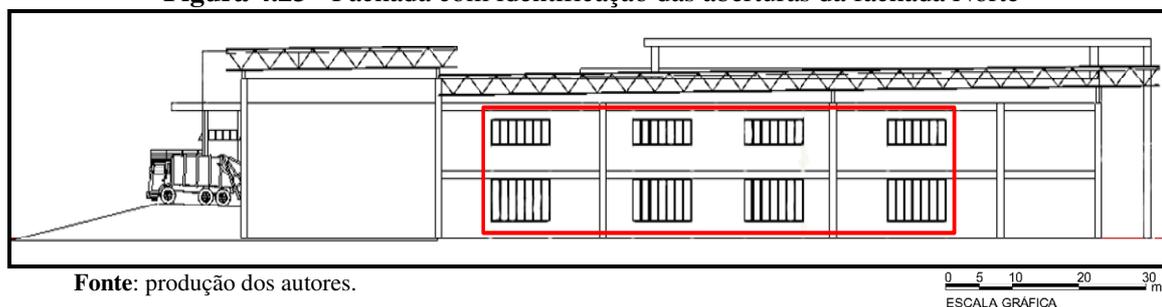
Figura 4.22 - Corte com identificação das aberturas da fachada Norte



Fonte: produção dos autores.

Adotou-se, para estudos de ganhos de calor solar, a única fachada do ambiente exposta às radiações solares, (fachada Norte), mostrada na figura 4.21, e identificada em vermelho no corte esquemático da Figura 4.22, e na fachada da Figura 4.23.

Figura 4.23 - Fachada com identificação das aberturas da fachada Norte



Fonte: produção dos autores.

Portanto, o pior cenário ficou assim definido: fachada Norte, mês de Novembro, às 15h00min, devido ser o horário de maior carga térmica recebida por esta fachada. Contudo, nesse caso, a exposição do ambiente às radiação direta ocorrem em períodos determinados. Os ganhos de calor permanente ocorrem somente pela cobertura, o que implica na necessidade do desenvolvimento de um tratamento térmico na mesma.

4.5.3 Tratamentos Propostos

Buscou-se uma configuração para a usina com o intuito de proporcionar um índice de conforto adequado no interior da edificação, com limite máximo definido pelo pior cenário (ver 4.5.2), ou seja, apresentar conforto térmico mesmo no período crítico. Isso é possível, através de materiais isolantes térmicos, que impossibilitam e atrasam os efeitos da irradiação para o interior da edificação. Aliado às estratégias de orientação (ver 4.5.1).

Dessa forma, foram utilizadas as seguintes estratégias projetuais: melhor orientação, Tratamento térmico da fachada Norte com materiais isolantes - única do ambiente que recebe radiação direta. Proteções na cobertura com enchimentos isolantes - local propício ao maior ganho de carga térmica pela sua exposição solar em todos os períodos.

Para garantir o conforto térmico e a salubridade do ambiente há a necessidade de ventilação adequada. Para tanto, a estratégia de projeto utilizada foi a circulação do ar através da ação dos ventos (ventilação natural cruzada). A Figura 4.24 mostra esquadrias dispostas em paredes opostas possibilitando este fenômeno. A orientação também possibilita uma maior circulação do ar, uma vez que a fachada está orientada com azimute 0°.

Figura 4.24 - Estratégias de ventilação cruzada no interior da edificação



Fonte: produção dos autores, 2011.

Por questões de saúde dos trabalhadores e salubridade dos ambientes, propôs-se o isolamento do depósito e recepção de resíduos, por abrigar os resíduos da coleta seletiva sem nenhum tratamento prévio, caso haja alguma eventualidade dos resíduos chegarem contaminados.

Para a ventilação desse ambiente, foi igualmente usada a ventilação por circulação do ar por meio da ação dos ventos (ventilação natural cruzada), através de aberturas entre os telhados com diferentes níveis de altura, para facilitar a exaustão, como apontado na Figura Fig. 4.25. Além disso, toda a cobertura será ventilada, devido suas aberturas laterais, função executada pelo material adotado, a estrutura metálica que propiciará a retirada de calor.

Figura 4.25 - Corte esquemático das estratégias de ventilação cruzada na edificação



Fonte: produção dos autores, 2011.

Dessa forma, qualquer odor que se instale nesse ambiente, não afetará os demais. Ressaltando que no setor de produção os resíduos serão selecionados, lavados e processados, diminuindo a possibilidade de problemas com contaminação.

Nessa proposta de ventilação, todo o telhado será ventilado devido suas aberturas laterais, efetuadas pela estrutura metálica, ajudando na retirada de calor da cobertura.

Para a proteção das aberturas (janelas e balancins) da fachada Norte, utilizou-se da eficiência do *Brise-soleil* misto, horizontal e vertical. A proteção foi projetada para proteger 100% das aberturas.

Os cálculos para o dimensionamento dos brises foram realizados no programa *Brise BR 1.3*³.

Inicialmente foram realizadas simulações de insolação na fachada norte sem dispositivos de proteção. De acordo com os testes no programa, a fachada com azimuth 0° (Norte) receberia insolação em alguns meses e em outros não haverá insolação, como apresentado na Figura 4.26.

Figura 4.26 - Insolação das fachadas sem Brise Soleil

Períodos de sol sem brise na fachada												
hora	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	sol	sol	sol	sol	sol	-	-	-	-
7	-	-	-	sol	sol	sol	sol	sol	-	-	-	-
8	-	-	-	sol	sol	sol	sol	sol	-	-	-	-
9	-	-	-	sol	sol	sol	sol	sol	-	-	-	-
10	-	-	-	sol	sol	sol	sol	sol	-	-	-	-
11	-	-	-	sol	sol	sol	sol	sol	-	-	-	-
12	-	-	-	sol	sol	sol	sol	sol	-	-	-	-
13	-	-	-	sol	sol	sol	sol	sol	-	-	-	-
14	-	-	-	sol	sol	sol	sol	sol	-	-	-	-
15	-	-	-	sol	sol	sol	sol	sol	-	-	-	-
16	-	-	-	sol	sol	sol	sol	sol	-	-	-	-
17	-	-	-	sol	sol	sol	sol	sol	-	-	-	-
18	-	-	-	sol	sol	sol	sol	sol	-	-	-	-

Fonte: Produção dos autores, 2011 adaptado do programa Brise BR 1.3.

Para obstruir essa insolação em todos os dias do ano e proporcionar redução da incidência dos raios solares no ambiente, calcularam-se as dimensões dos dispositivos

³Desenvolvido no departamento de tecnologia- LABAUT, da FAUUSP pela Prof.^a Dr^a Marcia P. Alucci, (2006).

horizontais e verticais, resultando nos valores apresentados na Figuras 4.27 e 4.28, para os ângulos de sombra: α e β .

Figura 4.27 - Dimensões e angulação do Brise Soleil Horizontal

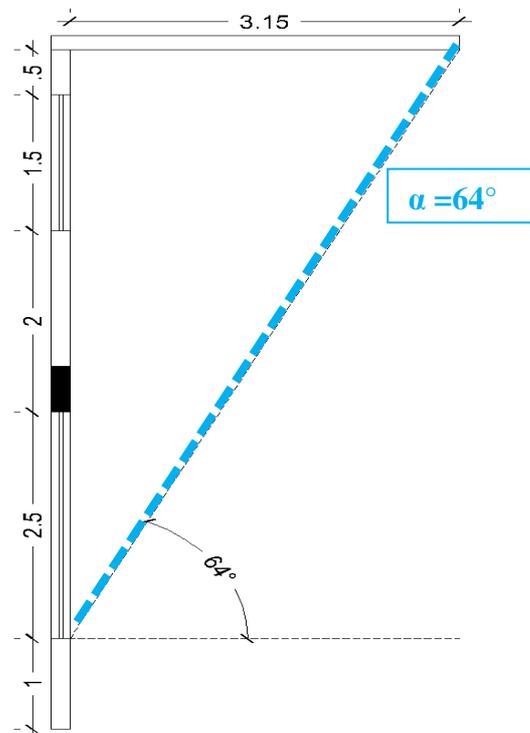
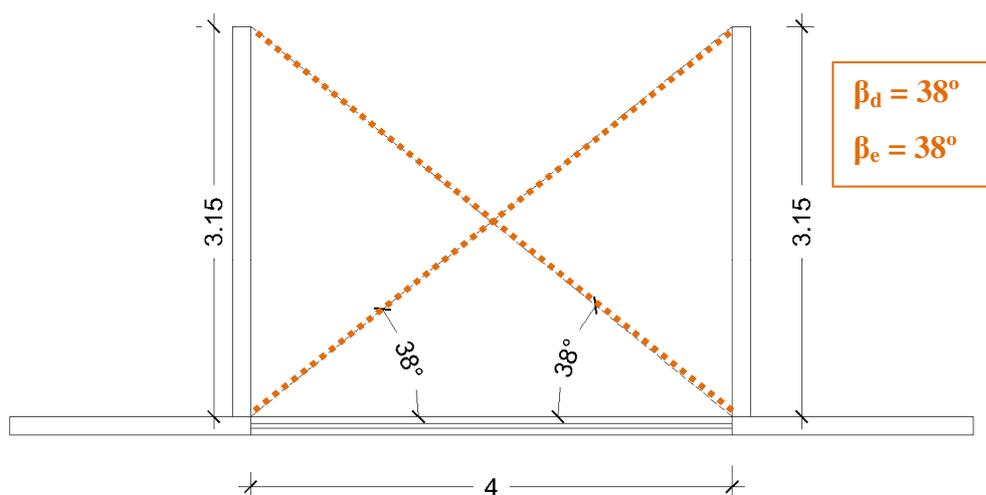


Figura 4.28- Dimensões e angulação dos Brises Soleil verticais



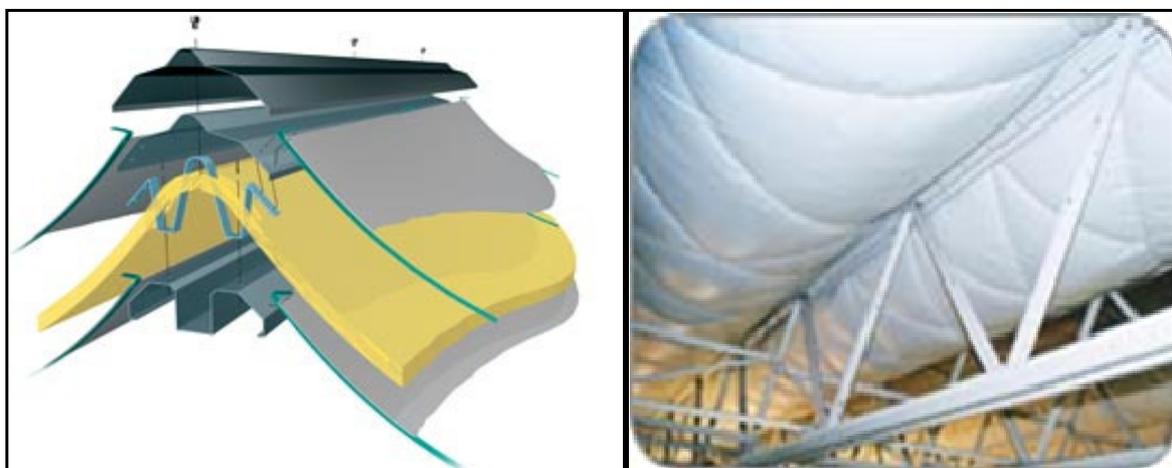
Fonte: produção dos autores, 2011 a partir do programa fachada.

Com esse resultado, efetuou-se o mascaramento utilizando a carta solar de latitude 0° para a cidade de Macapá, com o auxílio de um transferidor auxiliar. As figuras 4.29 e 4.30 mostram os cenários sem proteção e com proteção da radiação direta do sol, respectivamente.

metálica, tipo *roll-on*, apoiada sobre pilares de concreto. Por ser uma estrutura em treliças espaciais, vence grandes vãos (vence até 32m de vão livre, em seu sistema de treliças metálicas), diminuindo totalmente a presença de inúmeros pilares. Tal material fornece benefícios nas questões de soluções termo-acústicas, através da tecnologia *isobland*, feita de bobinas de aço galvanizado e um enchimento de lã de rocha para minimizar os ganhos de carga térmica através da cobertura, utilizado na cor clara, para a superfície refletir a incidência de radiação direta, como pode ser visualizado na Figura 4.32 e 4.33. Esta cobertura se expande até o ambiente de armazenamento do produto final, o mesmo contempla um pé-direito mais elevado e abriga a área de recepção dos resíduos.

Figuras 4.32- Tratamento térmicoacústico Roll-On

Figuras 4.33 - Tratamento térmicoacústico Roll-On



Fonte: www.Marko.com.br.

Fonte: www.Marko.com.br.

A parede Norte da Usina, ainda no setor de produção possui alguns materiais diferenciados, escolhidos para o tratamento térmico, são eles: o concreto celular e placas de concreto com vermiculita. Sendo o concreto celular um concreto leve obtido pela mistura de cimento, cal, areia, água e agentes expansores, o pó de alumínio (Figura 4.34). Já as placas de concreto com vermiculita expandida, podem ser utilizadas em áreas onde não haja exigência de grandes esforços (vedação), conseguindo compatibilizar baixa densidade com boa resistência térmica.

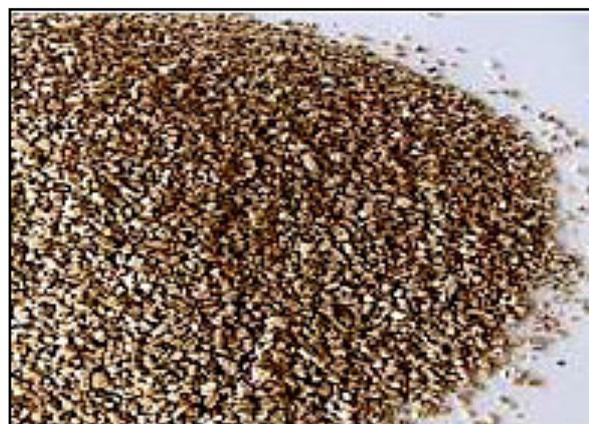
A Vermiculita é um mineral formado pela superposição de finíssimas lamínulas, que submetida a altas temperaturas (cerca de 1000 °C), sofre uma grande expansão de até quinze vezes do seu volume original, constituindo-se no produto industrializado, denominado Vermiculita Expandida, que possui múltiplas e interessantes utilizações em vários setores da atividade humana. Os espaços vazios originados desta expansão volumétrica são preenchidos por ar, que conferem a Vermiculita Expandida certas características como grande leveza, isolamento térmico e absorção acústica. (Figura 4.35).

Figura 4.34 - Bloco de concreto celular autoclavado



Fonte: <http://www.construpor.com/02.htm>.

Figura 4.35-Mineral vermiculite para adição em concreto



Fonte: <http://www.isar.com.br>.

No bloco onde se encontram os setores administrativos, de apoio, comercial, e serviço, foi utilizada laje em concreto armado e cobertura metálica, com 1.10m de distanciamento para ventilação da mesma. As paredes externas pintadas na cor clara para minimizar também os ganhos de carga térmica.

A Usina contou com a aplicação de dispositivos de proteção solar nas suas fachadas. *Brise-soleil* misto, horizontal e vertical em Madeira laminada⁴, adaptados externamente, fixados em pilares de madeira, com suas lâminas móveis. Tratadas por um sistema de base com hidrocélulose sobre o qual é aplicado um vedamento e um verniz semi-brilhante para finalização. Garantindo assim, sombra e não atrapalhando a passagem dos ventos para os ambientes em diversas horas do dia. Apresenta-se como exemplo o *Brise-soleil* da Figura 4.36.

Figura 4.36 – Exemplo do Brise Soleil de madeira



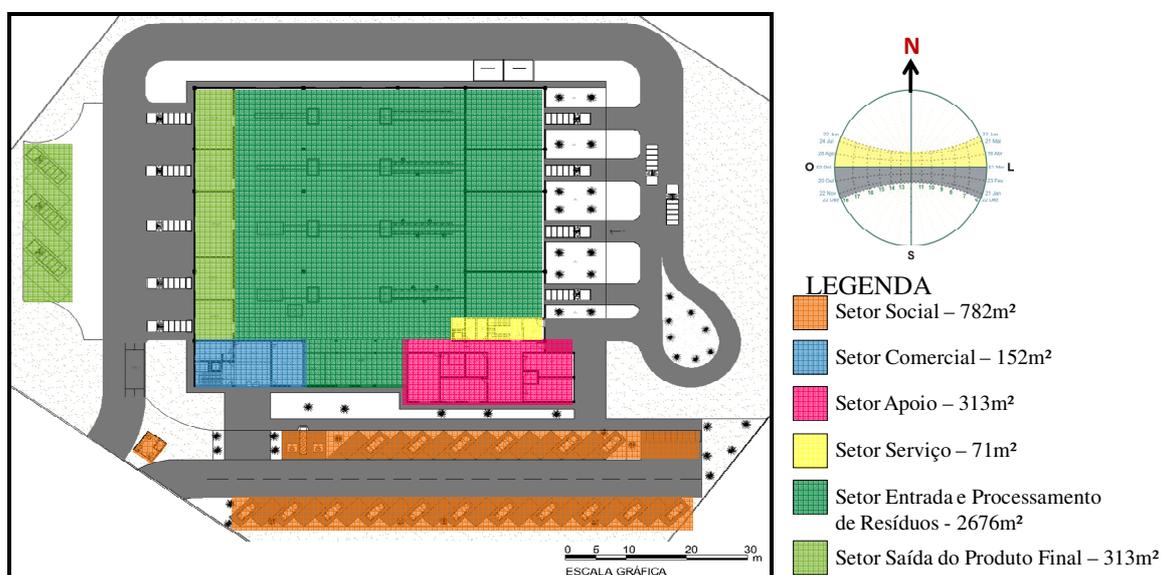
Fonte: <http://www.rcaservicos.com.br/modulos/canais/descricao.php?cod=29& codcan=29>.

⁴É um produto estrutural formado por associações de lâminas de madeira selecionada, coladas com adesivos sobre pressão (PFEIL, 2003).

4.7 APRESENTAÇÕES PROJETUAL

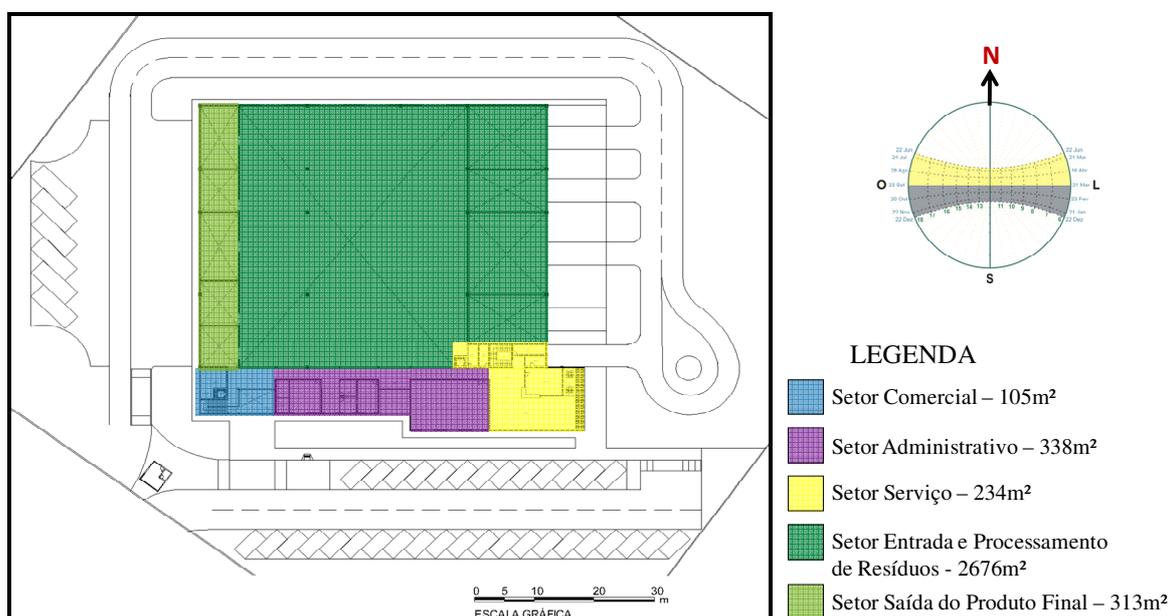
Apresenta-se o volume arquitetônico finalizado e mantendo a setorização adotada, e as plantas, cortes e fachadas da proposta final (figuras 4.37 a 4.42). Foi possível manter o volume estudado na idéia preliminar da forma para o alcance das estratégias bioclimáticas, acrescentando em todas as fachadas, para proteção das mesmas, brises - apoiados em pilares de madeira. (Figuras 4.43 a 4.46). Resultando em uma edificação visivelmente preocupada com o desempenho térmico e ambiental e com a saúde do ser humano.

Figura 4.37 - Setorização na planta-baixa Pavimento Térreo



Fonte: produção dos autores, 2011.

Figura 4.38 - Setorização na planta-baixa Pavimento Superior



Fonte: produção dos autores, 2011.



Figura 4.39 – Planta baixa
Térrea Proposta final.

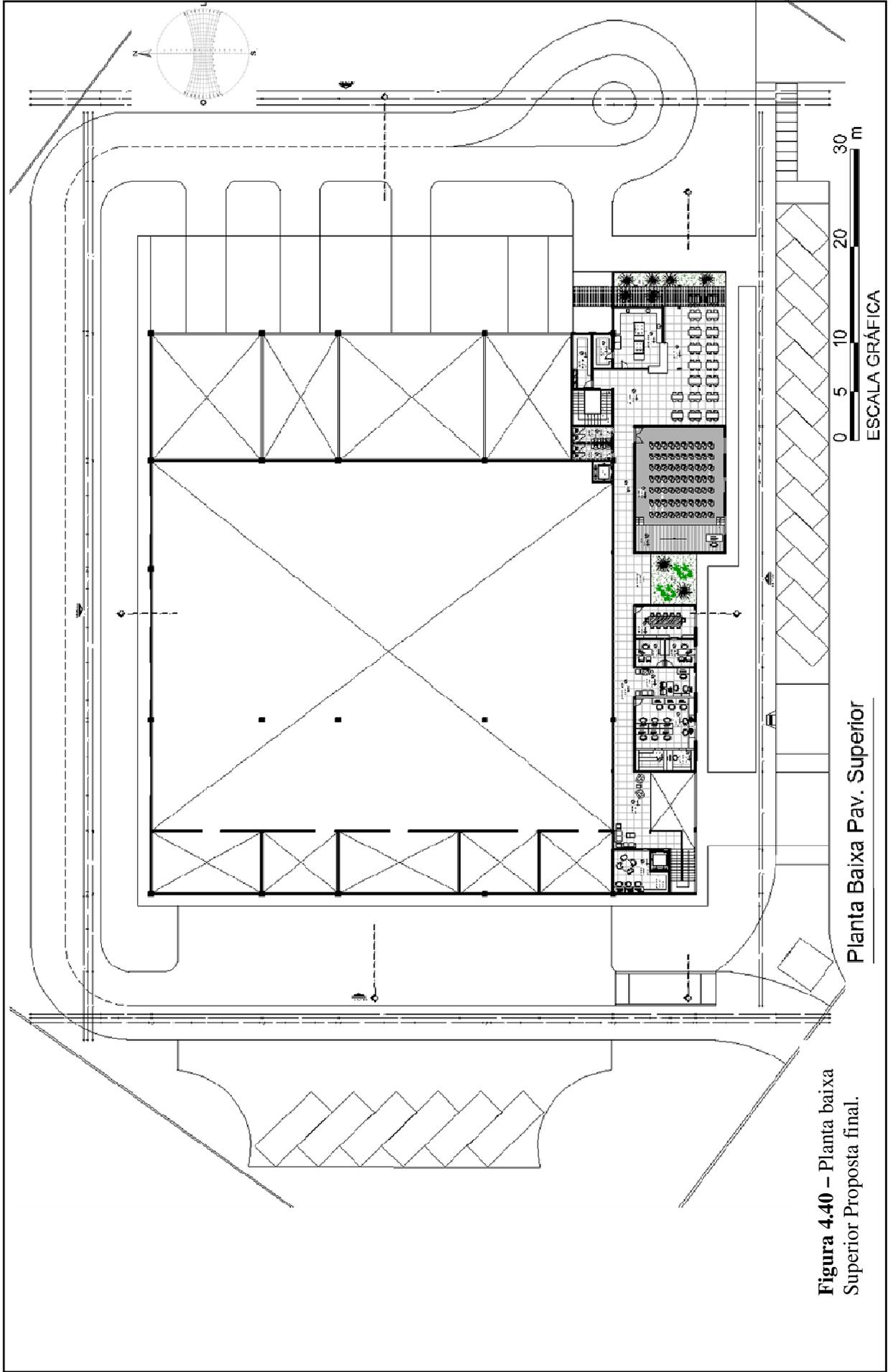


Figura 4.40 – Planta baixa Superior Proposta final.

Planta Baixa Pav. Superior

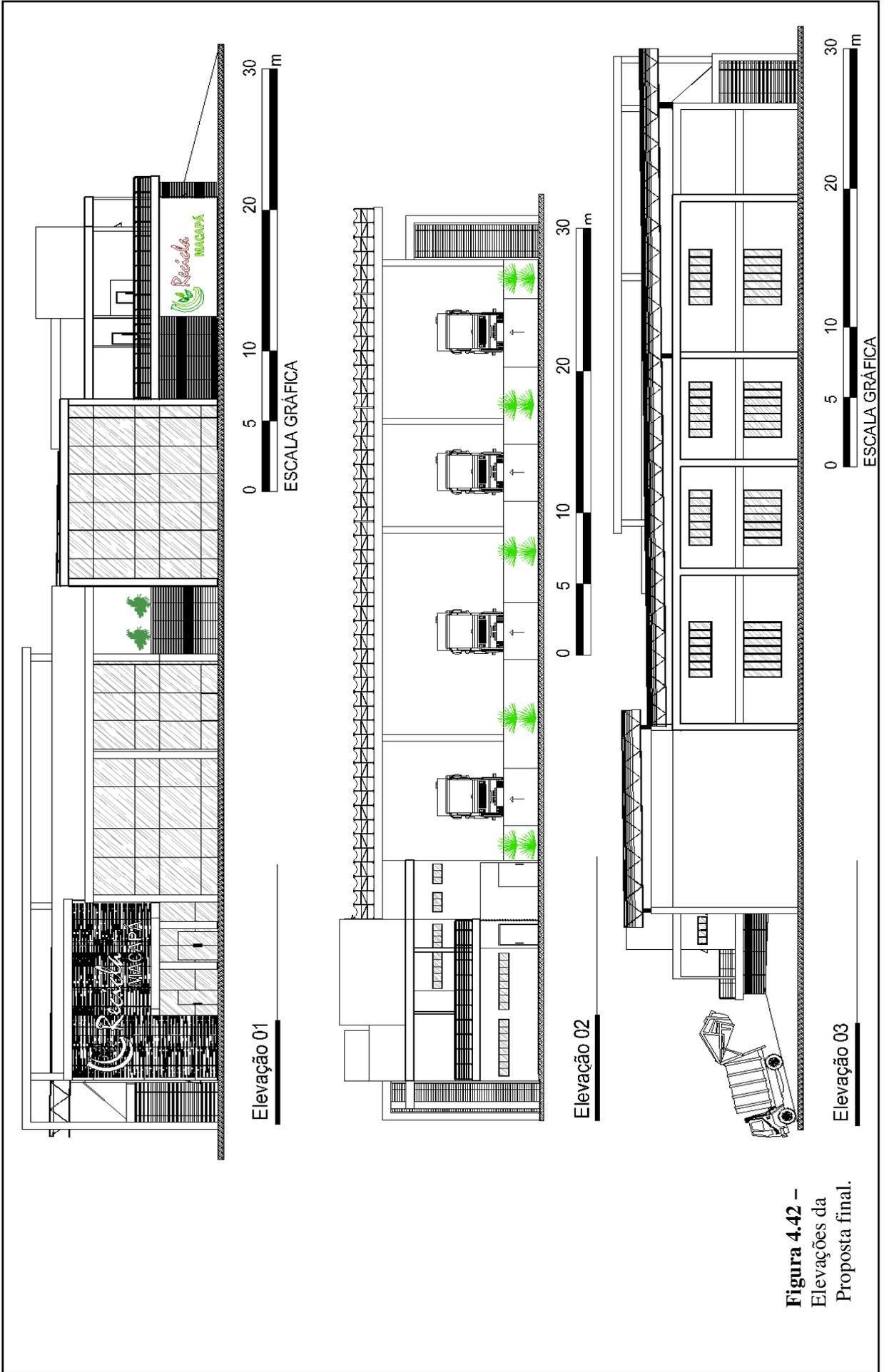


Figura 4.42 –
Elevações da
Proposta final.

Figura 4.43 - Vista da fachada frontal - Sul

Fonte: produção dos autores, 2011.

Figura 4.44 - Vista da fachada frontal - Sul

Fonte: produção dos autores, 2011.

Figura 4.45 - Vista da fachada Leste

Fonte: produção dos autores, 2011.

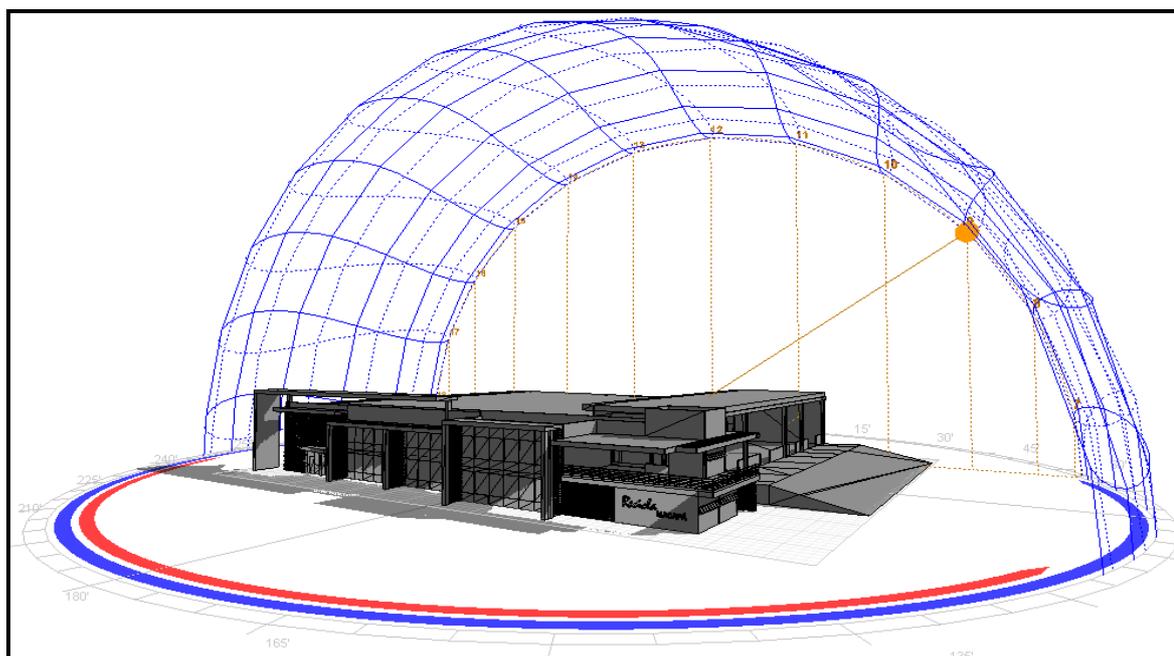
Figura 4.46 - Vista da fachada Norte

Fonte: produção dos autores, 2011.

4.8 ESTUDOS DE SOMBREAMENTO EM VOLUME DA EDIFICAÇÃO

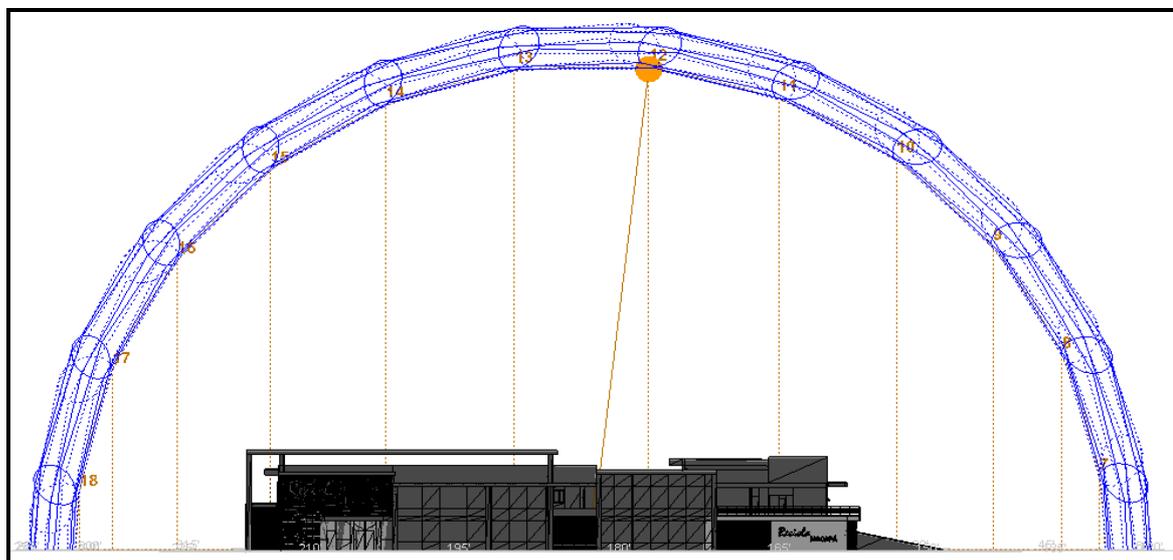
Para melhor visualizar a eficiência da estratégia de proteção, foram desenvolvidas simulações através do programa *Ecotect Analysis 2011*, da Autodesk. Apresentando nas Figuras 4.47 à 4.52, o sombreamento de todas as fachadas para os dois solstícios e equinócios, nos horários de 09h00min, 12h00min e 15h00min.

Figuras 4.47- Sombreamento da Fachada Sul, no solstício de inverno (22.06) às 09h00min



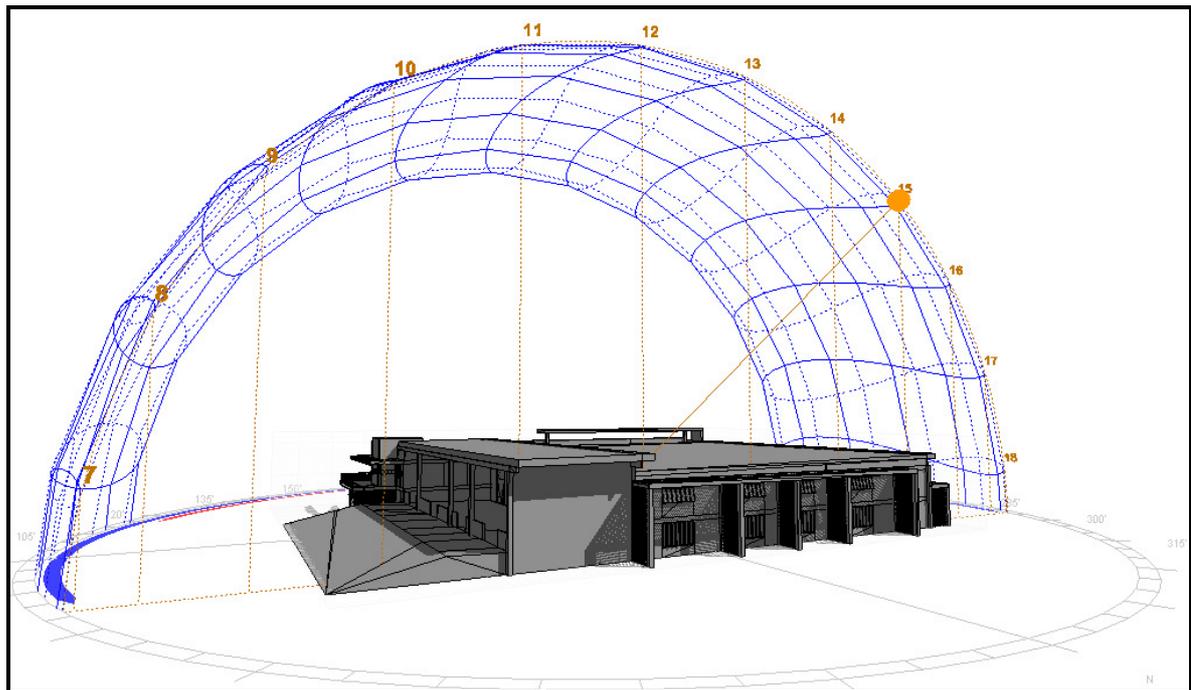
Fonte: produção dos autores, 2011.

Figuras 4.48 - Sombreamento da Fachada Sul, no solstício de inverno (22.06) às 12h00min



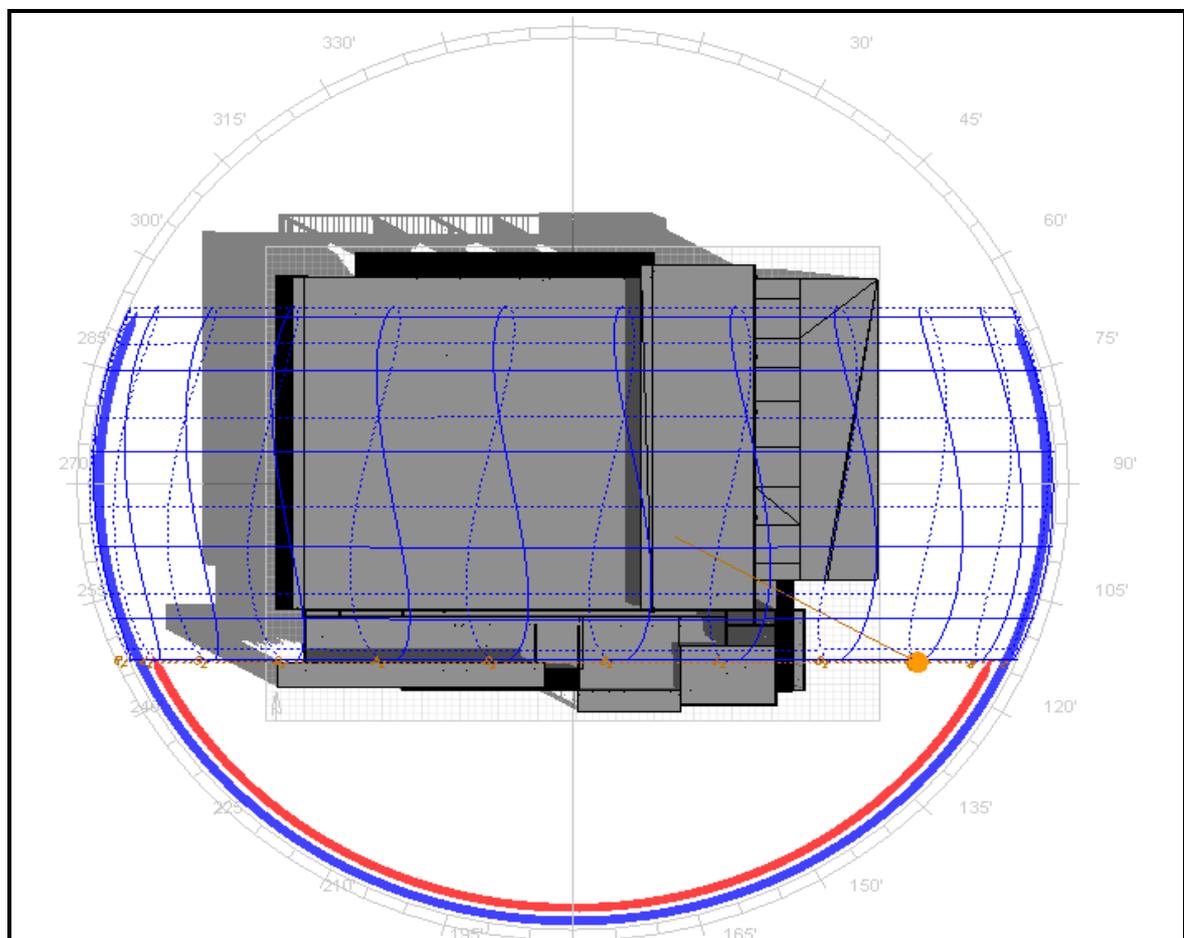
Fonte: produção dos autores, 2011.

Figuras 4.49 - Sombreamento da Fachada Norte, no solstício de inverno (22.06) às 15h00min



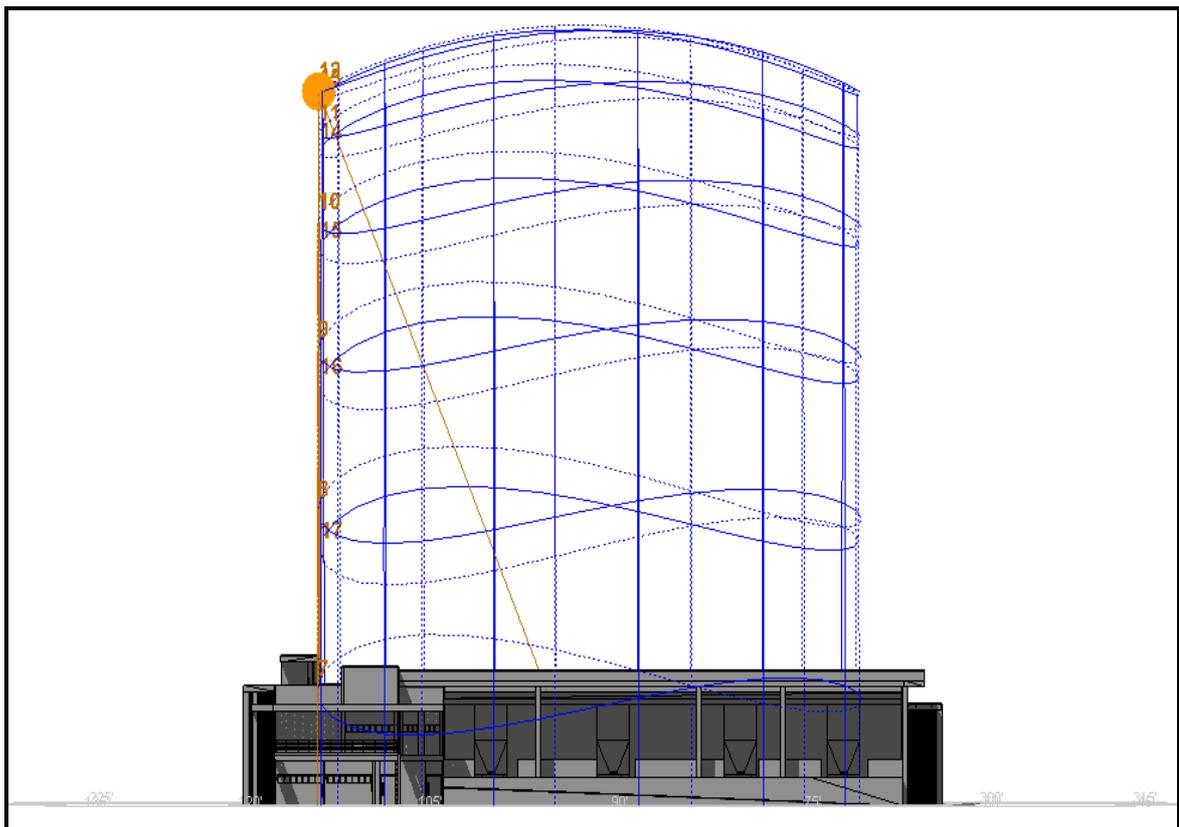
Fonte: produção dos autores, 2011.

Figuras 4.50 - Sombreamento da cobertura, no solstício de verão (22.12) às 09h00min



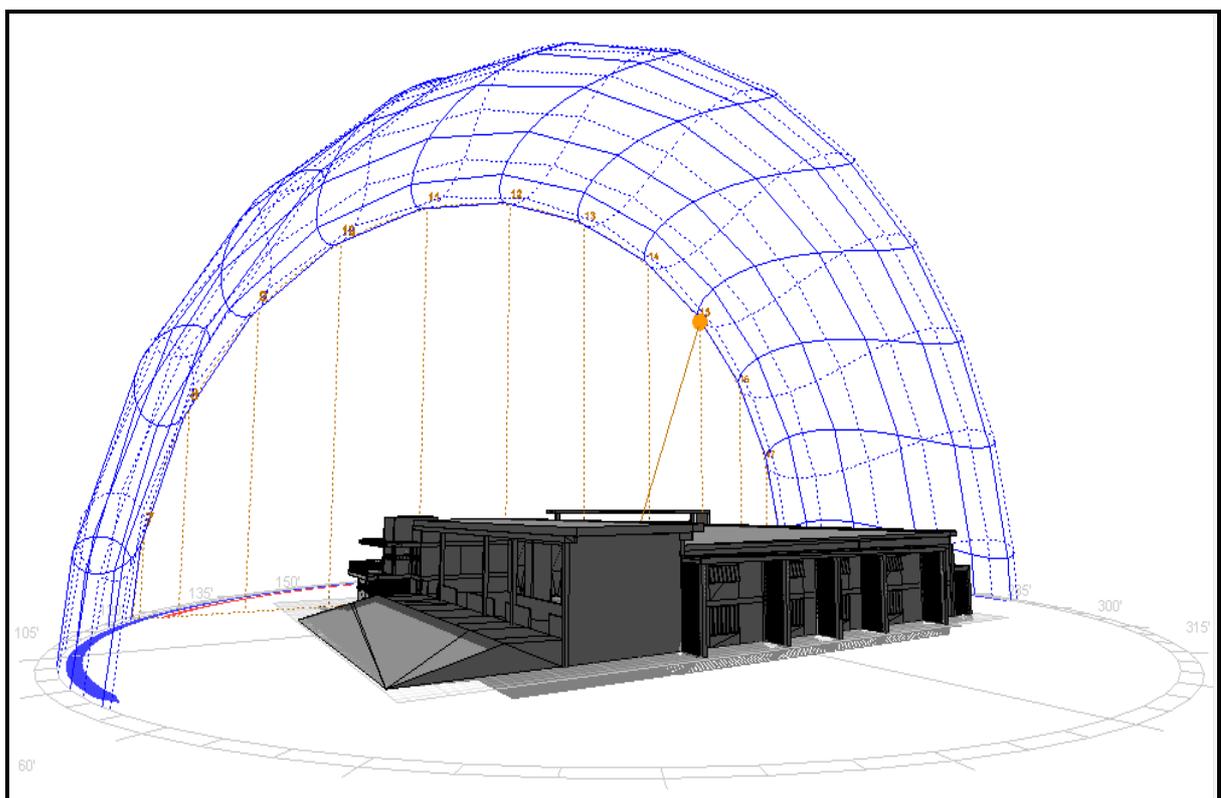
Fonte: produção dos autores, 2011.

Figuras 4.51 - Sombreamento da fachada leste, no solstício de verão (22.12) às 12h00min



Fonte: produção dos autores, 2011.

Figuras 4.52 - Sombreamento da fachada Norte, no solstício de verão (22.12) às 15h00min



Fonte: produção dos autores, 2011.

4.9 ANÁLISE DE CONFORTO

Para a análise de conforto utilizou-se o método CSTB, apresentado por Borel (1967) e Croiset (1972), buscando os índices de conforto de Givoni (1992). Com o intuito de avaliar o índice de conforto da edificação, foram realizados dois estudos (cálculos, mais detalhados no apêndice A):

Estudo 01 - Sem tratamento adequado, com orientação inadequada e as fachadas expostas, recebendo maior carga térmica todas as fachadas expostas a incidência solar em todos os meses do ano

Estudo 02 - Com tratamento e orientação adequados, utilizando materiais isolantes térmicos, buscando os índices de conforto propostos por Givoni (1992) e sobretudo atendendo a Norma de desempenho térmico de Edificações. Parte 03: Zoneamento Bioclimático Brasileiro.

O método CSTB, utiliza-se de dados técnicos e específicos dos materiais. Para o cálculo da temperatura interna máxima sem tratamento foi utilizada a seguinte configuração arquitetônica, conforme a tabela 4.12:

Tabela 4.11- Dados climáticos utilizados

Símbolo	Descrição	Valor
Ts	Temperatura máxima observada no mês (média).	36,9°C
ts	Temperatura mínima observada no mês (média).	20,8°C
Td	Média mensal das temperaturas máximas diárias.	32,1°C
td	Média mensal das temperaturas mínimas diárias.	23°C
UR	Umidade Relativa do ar.	76 %.

Fonte: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 1992.

Utilizou-se para tratamento materiais isolantes, deixando o ambiente com as seguintes características, Tabela 4.12.

Tabela 4.12 - Características dos materiais utilizados para tratamento térmico

Características dos materiais							
Local	Material	e (m)	h(m)	λ (W/m°C)	d (kg/m ³)	α	Str
Peitoril	Concreto Celular (bloco)	0,15	1	1,28	2000	0,2	-
Janela	Vidro com proteção externa	0,01	3,75	5	-	-	0,86
Parede	Alvenaria: tijolo de concreto furado	0,13	8	0,91	1700	0,2	-
	Argamassa (cor branca)	0,02	-	0,85	1600	0,2	-
Cobertura	Bobina de Aço (clara).	0,002	-	0,46	7800	0,2	-
	Bobina de Aço.	0,002	-	0,46	7800	0,2	-

Fonte: dos autores, 2011.

4.9.1 Cálculo dos Ganhos de Calor Para o Ambiente – ESTUDO 01

Apresentam-se nesse tópico, os dados referentes aos cálculos para análise do conforto da edificação proposta, levando em consideração o estudo 01, sem tratamento adequado e orientação inadequada. A Tabela 4.13 mostra a incidência de radiação solar global (wh/m^2) para cada material, orientado à Leste e em plano horizontal, hora a hora e seus respectivos ganhos.

Tabela 4.13 -Dados de Radiação Solar Incidente (I_g) sobre Planos Verticais e Horizontais (W/m^2). Latitude: 0° . Fachada Leste da Usina

Hora	Fachada Leste				Cobertura		Totais ganhos (W)
	I_g (W/m^2)	Peitoril (I_g)	Janelas (I_g)	Empena (I_g)	I_g (W/m^2)	I_g	
		1,323	51,6	1,757		337,448	
08 h	621	822	32.044	1091	424	143.078	177.034
09 h	614	812	31.682	1079	669	225.752	259.326
10 h	490	648	25.284	861	869	293.242	320.035
11 h	288	381	14.861	506	992	334.748	350.496
12 h	64	85	3.302	112	1033	348.583	352.083
13 h	63	83	3.251	111	992	334.748	338.193
14 h	60	79	3.096	105	869	293.242	296.523
15 h	53	70	2.735	93	669	225.752	228.651
16 h	45	60	2.322	79	424	143.078	145.538
17 h	28	37	1.445	49	155	52.304	53835

Fonte: Adaptação de Gonçalves, (1955).

Como a análise se baseia no pior cenário, adota-se o valor de **352.083W** para radiação global, uma vez que é a maior incidência de radiação solar que a edificação pode receber durante o dia.

4.9.1.1 Total de Ganhos de Calor e Inércia da Construção.

Para se chegar ao total de ganhos de calor, foram calculados os ganhos de calor solar, os ganhos de calor devidos à ocupação (calor sensível) e os ganhos de calor proveniente das máquinas (Tabela 4.14).

Tabela 4.14 - Avaliação dos ganhos e perdas de cargas térmicas e da inércia térmica

Item	Símbolo	Valor	Unidade
Total De Ganhos De Calor	Q_{total}	366.153	W
Total De Perdas De Calor:	Q'_{total}	25.074,11	Δt (W)
Balanço Térmico: Ganhos = Perdas	Δt	14,603	$^\circ C$
Avaliação da Inércia	m	0,4	-

Fonte: Adaptação de Gonçalves, (1955).

As perdas foram calculadas, considerando: Perdas de calor devidas à diferença de temperaturas interna e externa (Δt); Perdas devidas à ventilação.

Para que haja equilíbrio térmico entre as temperaturas externa e interna, considera-se que as mesmas sejam iguais (ganhos iguais às perdas). Substituindo os seus respectivos valores em sua relação, encontra-se a variação da temperatura que pode ocorrer.

No cálculo da inércia térmica da construção utilizaram-se os procedimentos e o coeficientes de Croiset, (1972), resultando nos valores da Tabela 4.14.

4.9.1.2 Cálculo da Temperatura Interna Máxima Resultante — (T_{max} .)

Com posse dos cálculos efetuados e das temperaturas médias, encontrou-se a temperatura máxima no interior do ambiente, $T_{max} = 40,74^{\circ}\text{C}$. Repetiu-se o cálculo para cada mês e para cada hora do dia. A Tabela 4.15 apresenta esses valores.

Tabela 4.15 - Valores de temperatura máxima interna anual

TEMPERATURA MÁXIMA INTERNA ANUAL SEM TRATAMENTO												
NOVEMBRO	MESES (T_i máx.)											
HORÁRIO(h)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
6	26,3	25,7	25,5	25,8	25,7	25,6	25,8	26,3	27,6	27,9	28,2	26,7
7	27,8	27,2	26,8	27,1	27,0	26,9	27,1	27,6	28,9	28,8	28,9	27,6
8	29,4	28,8	28,3	29,2	29,1	29,0	29,2	29,7	31,0	31,3	32,3	30,1
9	32,0	31,4	30,9	31,2	31,1	31,0	31,2	31,7	33,0	33,3	34,9	32,1
10	34,1	33,5	33,0	33,3	33,2	33,1	33,3	33,8	35,1	35,4	37,0	34,2
11	35,0	34,4	33,9	34,2	34,1	34,0	34,2	34,7	36,0	36,3	37,9	35,1
12	36,5	35,9	35,4	35,7	35,6	35,5	35,7	36,2	37,5	37,8	39,4	36,6
13	37,0	36,4	35,9	36,2	36,1	36,0	36,2	36,7	38,0	38,3	39,9	37,1
14	37,5	36,9	36,4	36,7	36,6	36,5	36,7	37,2	38,5	38,8	40,4	37,6
15	37,8	37,2	36,7	37,0	36,9	36,8	37,0	37,5	38,8	39,1	40,7	37,9
16	37,7	37,1	36,6	36,9	36,8	36,7	36,9	37,4	38,7	39,0	40,6	37,8
17	36,6	36,0	35,5	35,8	35,7	35,6	35,8	36,3	37,6	37,9	39,5	36,7
18 h	35,2	34,6	34,1	34,4	34,3	34,2	34,4	34,9	36,2	36,5	38,1	35,3

Fonte: Produção dos autores, 2011.

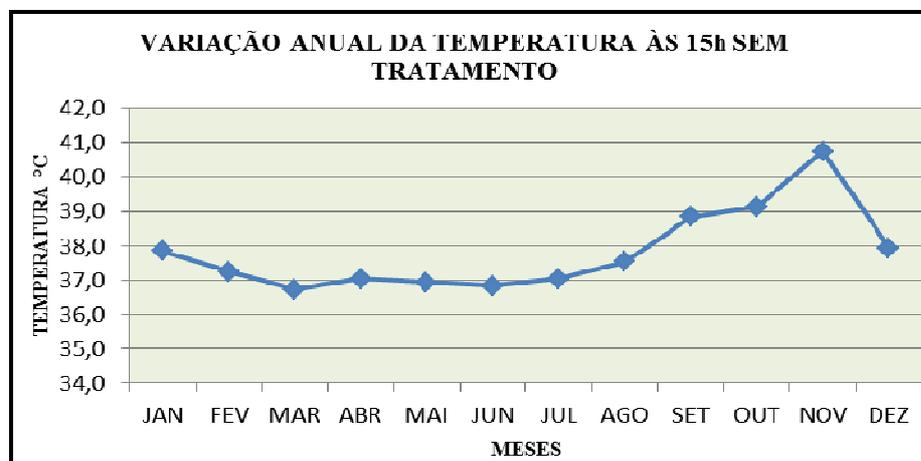
LEGENDA:

-  - Dentro da zona de conforto
-  - Fora da zona de conforto
-  - Limite da zona de conforto

Observa-se que para todos os períodos, o conforto só é garantido até às 07h00min da manhã. A partir das 09h00min pode ocorrer o desconforto para todas as horas e para todos os meses do ano. Com destaque para o mês de Novembro que a temperatura se mostra superior à 40° das 14h às 16h:00min, podendo deixar um ser humano debilitado.

A Figura 4.53 mostra a variação da temperatura para cada mês às 15h00min, devido ser o horário com a possibilidade de maior temperatura interna sem tratamento.

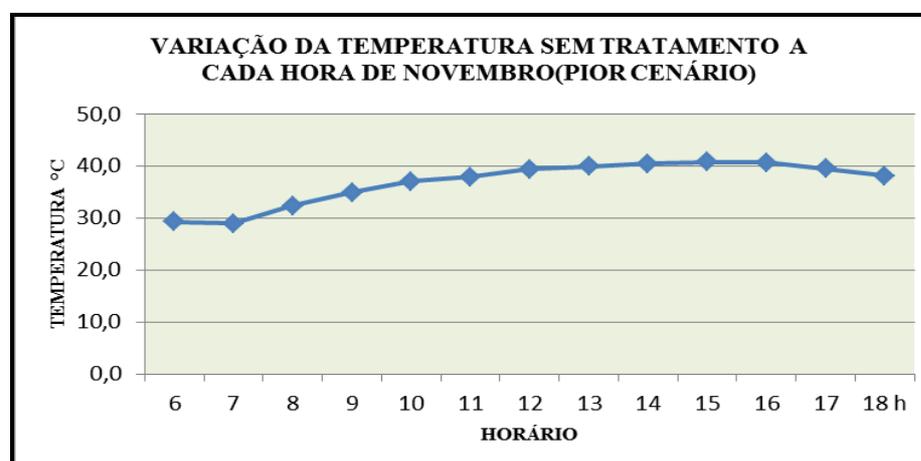
Figura 4.53 - Variação anual da temperatura para o pior cenário sem tratamento



Fonte: Produção dos autores, 2011.

A Figura 4.54 mostra a variação da temperatura a cada hora do mês de novembro, com o maior índice de temperatura às 15h00min.

Figura 4.54 - Variação horária da temperatura sem tratamento para o mês mais quente



Fonte: Produção dos autores, 2011.

4.9.2 Cálculo dos Ganhos de Calor Para o Ambiente – ESTUDO 02

Apresentam-se nesse tópico, os dados referentes aos cálculos para análise do conforto da edificação proposta, levando em consideração o estudo 02, com tratamento e orientação adequados. A Tabela 4.16 mostra dados climáticos da cidade de Macapá, enquanto a Tabela 4.17 apresenta dados do edifício e Características dos materiais.

DADOS GERAIS:

Dados de Clima (Novembro).

Temperatura do ar:

Tabela 4.16 - Dados climáticos utilizados

Símbolo	Descrição	Valor
Ts	Temperatura máxima observada no mês (média).	36,9°C
ts	Temperatura mínima observada no mês (média).	20,8°C
Td	Média mensal das temperaturas máximas diárias.	32,1°C
td	Média mensal das temperaturas mínimas diárias.	23°C
UR	Umidade Relativa do ar.	76 %.

Fonte: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 1992.

O pé direito proposto tem altura de 08 metros, e com aberturas para a fachada Norte. Com o número de ocupantes de 40 pessoas com trabalho leve em bancada emitindo 65W cada, de calor sensível.

Tabela 4.17 - Características dos materiais utilizados para tratamento térmico

Características dos materiais							
Local	Material	e (m)	h(m)	λ (W/m°C)	d (kg/m ³)	α	Str
Peitoril	Em concreto Celular (bloco)	0,15	1	0,05	450	0,2	-
Janela	Vidro com proteção externa	0,01	3,75	5	-	-	0,05
Brise	Persiana Externa madeira laminada(Cedro).	0,02	3,95	0,12	-	0,7	-
Parede	Placa de concreto com vermiculite	0,13	7	0,19	400	-	-
	Argamassa (cor branca)	0,02	-	0,85	1600	0,2	-
Cobertura	Bobina de Aço (clara)	0,002	-	0,46	7800	0,2	-
	Lã de Rocha.	0,1	0,1	0,03	100	-	-
	Bobina de Aço.	0,002	-	0,46	7800	0,2	-

Fonte: dos autores, 2011.

4.9.2.1 Total de Ganhos de Calor

Para se chegar ao total de ganhos de calor, foram calculados os ganhos de calor solar, os ganhos de calor devidos à ocupação (calor sensível) e os ganhos de calor proveniente das máquinas. (Tabela 4.18).

Tabela 4.18 - Cargas térmicas provenientes de máquinas

MÁQUINAS UTILIZADAS			
Descrição	Quantidade	Potencia(W)	Total(W)
Esteira Industrial Horizontal (10 x 0,5m)	4	1100	4400
Prensa Forzan Vertical 10t:	4	2944	11776
Máquina de lavagem	2	735	1470
Máquina de secagem	2	735	1470
obs.: 1cv=735,5 W			
Soma(W)			19.116,00

Fonte: produção dos autores, 2011.

Os ganhos de calor solar foram calculados, considerando-se os índices globais de radiação (I_g) e a capacidade de cada material em conduzir tais índices para o interior do ambiente. A Tabela 4.19 indica a incidência de radiação solar global (wh/m^2) para cada material, orientado a norte e em plano horizontal, hora a hora e seus respectivos ganhos.

Tabela 4.19 -Dados de Radiação Solar Incidente (I_g) sobre Planos Verticais e Horizontais (W/m^2).
Latitude: 0° . Fachada Norte

hora	Fachada Norte				Cobertura		Totais W
	I_g (W/m^2)	Peitoril (I_g)	janelas (I_g)	Empena (I_g)	I_g (W/m^2)	I_g	
		0,120	6,237	0,702		0,814	
08 h	45	5	281	32	424	345	663
09 h	53	6	331	37	669	545	919
10 h	60	7	374	42	869	708	1.131
11 h	63	8	393	44	992	808	1.252
12 h	65	8	405	46	1033	841	1.300
13 h	63	8	393	44	992	808	1.252
14 h	60	7	374	42	869	708	1.131
15 h	53	6	331	37	669	545	919
16 h	45	5	281	32	424	345	663
17 h	28	3	175	20	155	126	324

Fonte: Gonçalves (1955).

Analisando o pior cenário, adota-se para os cálculos o maior valor de radiação direta incidente sobre a edificação durante o dia, 1.300W.

Para ser encontrado o total de ganhos de calor somaram-se todos os ganhos que a fachada pode receber e os resultados foram mostrados da tabela 4.20.

Tabela 4.20 - Somatória dos ganhos de calor

Ganhos de calor	Símbolo	Valor	Unidade
Devidos à ocupação humana	$Q_{ocup.}$	2.600	W
Devidos à máquinas	$Q_{máq.}$	11.469,60	W
Devido à radiação direta	I_g	1.300W	W
Ganhos totais	Q	15.370	W

Fonte: Produção dos autores, 2011.

Observa-se nos ganhos totais de calor que as máquinas representam valores elevados de ganhos de calor para o ambiente.

4.9.2.2 Perdas de Calor

As perdas de calor foram calculadas, considerando: Perdas de calor devidas à diferença de temperaturas interna e externa (Δt) e perdas devidas à ventilação (Tabela 4.21).

Tabela 4.21 - Perdas de calor

Perdas de calor	Símbolo	Valor	Unidade
Diferença de temperaturas interna e externa	Q'	791	Δt (W)
Devidos à ventilação	$Q'_{vent.}$	157.973	Δt (W)
Ganhos totais	Q'	158.764,36	Δt (W)

Fonte: produção dos autores, 2011.

4.9.2.3 Balanço Térmico: (Ganhos = Perdas)

Para que haja equilíbrio térmico entre as temperaturas externa e interna, considera-se que as mesmas sejam iguais (Equação 01). Substituindo os seus respectivos valores, encontra-se a variação da temperatura que pode ocorrer.

$$15.370(W) = 158.764,36 \Delta t (W) \quad (01)$$

$$\Delta t = 0,097^\circ C.$$

4.9.2.4 Avaliações da Inércia - Peso da Parede (inclusive piso e teto).

Para o cálculo da inércia térmica da construção, utilizaram-se os coeficientes de Croiset, (1972). (15). O resultado obtido foi $m = 08$.

4.9.2.5 Cálculo de Temperatura Externa Média (T_e) e Elongação (E). (Tabela 4.22).

Tabela 4.22 - Temperatura externa média e alongação

Temperatura	Símbolo	valor	unidade
Temperatura externa máxima	T_{max}	34,5	$^\circ C$
Temperatura externa mínima	T_{min}	21,9	$^\circ C$
Temperatura externa	t_e	28,20	$^\circ C$
Amplitude	A	13	$^\circ C$
Temperatura de Elongação	E	6,3	$^\circ C$

Fonte: produção dos autores, 2011.

4.9.2.6 Cálculos da Temperatura Interna Máxima Resultante - (T_{imax})

De posse de todos os dados, deve-se calcular a temperatura máxima provável no interior do ambiente. Os cálculos apontaram o valor de $T_{imax} = 29,5^{\circ}\text{C}$. Para que o recinto possa ser considerado confortável em determinado período, tal temperatura deve estar dentro da zona de conforto. Dessa forma, repetiu-se o cálculo para cada mês e depois para cada hora do dia, resultando nos valores apresentados na Tabela 4.23.

Tabela 4.23 - Resumo dos cálculos de temperatura máxima interna anual

TEMPERATURA MÁXIMA COM TRATAMENTO INTERNA PIOR CENÁRIO ($^{\circ}\text{C}$)												
HORÁRIO(h)	MESES (T_i máx.)											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
6	18,8	18,2	17,6	18,0	17,9	18,0	18,0	18,5	19,8	20,1	21,7	18,9
7	19,2	18,6	18,1	18,4	18,3	18,4	18,4	18,9	20,2	20,5	22,1	19,3
8	19,4	18,8	18,3	18,6	18,5	18,6	18,6	19,1	20,4	20,7	22,3	19,5
9	21,0	20,4	19,9	20,2	20,1	20,2	20,2	20,7	22,0	22,3	23,9	21,4
10	22,9	22,3	21,8	22,1	22,0	22,1	22,1	22,6	23,9	24,2	25,8	23,0
11	23,7	23,1	22,6	22,9	22,8	22,9	22,9	23,4	24,7	25,0	26,6	23,8
12	25,0	24,4	23,9	24,2	24,1	24,2	24,2	24,7	26,0	26,3	27,9	25,1
13	25,8	25,2	24,7	25,0	24,9	25,0	25,0	25,5	26,8	27,1	28,7	25,9
14	26,2	25,6	25,1	25,4	25,3	25,4	25,4	25,9	27,2	27,5	29,1	26,3
15	26,6	26,0	25,5	25,8	25,7	25,8	25,8	26,3	27,6	28,9	29,5	28,7
16	26,6	26,0	25,5	25,8	25,7	25,8	25,8	26,3	27,6	27,9	29,5	26,7
17	25,5	24,9	24,4	24,7	24,6	25,8	24,7	25,2	26,5	26,8	28,4	25,6
18	24,2	23,0	23,1	23,4	23,3	23,4	23,4	23,9	25,2	25,5	27,1	24,3

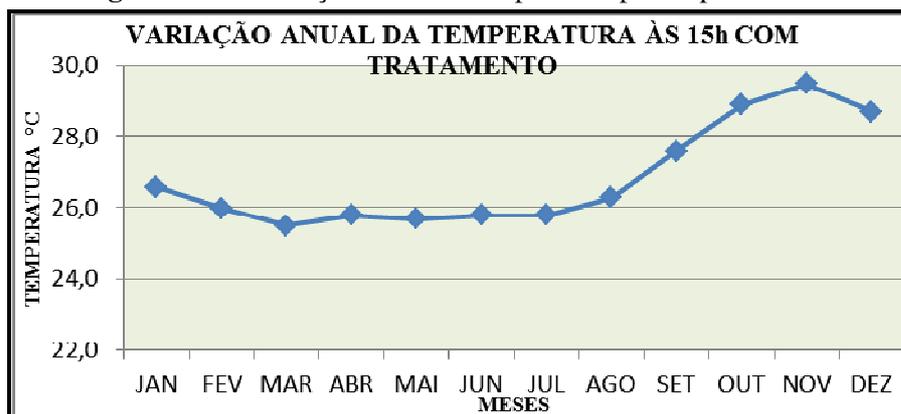
Fonte: Produção dos autores, 2011.

LEGENDA:

-  - Dentro da zona de conforto
-  - Fora da zona de conforto
-  - Limite da zona de conforto

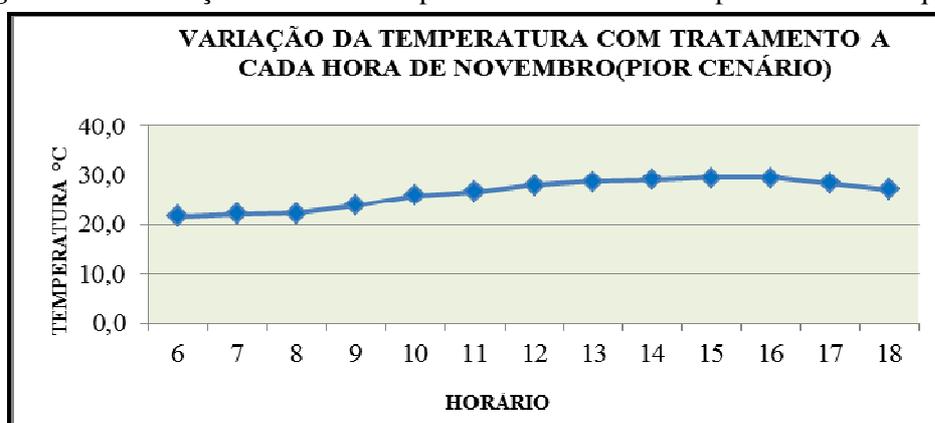
Os valores obtidos na tabela 4.23, apontam que os índices de conforto foram atingidos para todas as horas do dia e para todos os meses do ano. De acordo com Givoni (1992), um ambiente submetido a 29°C de temperatura pode estar confortável, desde que o recinto esteja ventilado. Para uma melhor visualização, apresentam-se na Figura 4.55 os valores de temperatura máxima encontrada às 15h00min, para todos os meses do ano e na Figura 4.56 a variação da temperatura a cada hora do mês de novembro, com o maior valor encontrado às 15h00min.

Figura 4.55 - Variação anual da temperatura para o pior cenário



Fonte: Produção dos autores, 2011.

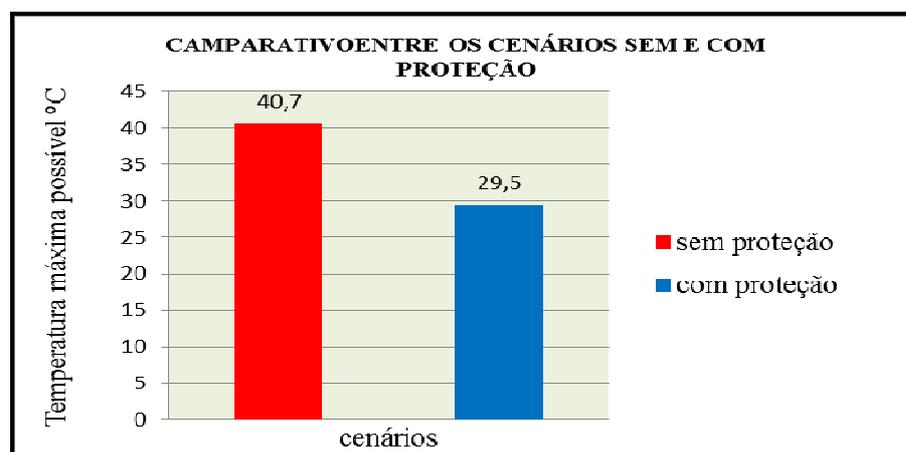
Figura 4.56 - Variação horária da temperatura com tratamento para o mês mais quente



Fonte: Produção dos autores, 2011.

Após a análise dos dois cenários houve a necessidade da realização de uma comparação entre os dois, a fim de ilustrar melhor, os ganhos obtidos com as estratégias de proteção, conforme figura 4.57.

Figura 4.57 - Comparação das maiores temperaturas prováveis nas duas simulações no pior cenário



Fonte: Dos autores, 2011.

Os índices de conforto foram alcançados sem ser considerada nos cálculos a ventilação pela cobertura, as proteções proporcionadas pela arborização e a utilização de telhados verdes, o que reduzirão ainda mais os valores de temperatura.

4.9.2.7 Calculo do Número de Renovações do Ar e Vazão

Os caçulos para vazão e renovação do ar são apresentados a seguir de acordo com as equações 02 e 03.

VAZÃO DE AR

$$Q=V.A \text{ (m}^3\text{/s)} \quad (2)$$

$$Q= 284,95 \quad (\text{m}^3\text{/s}) \quad (\times 3600)$$

$$Q=1.025.806,20 \quad (\text{m}^3\text{/h})$$

4.9.2.8 Número de Renovações do Ar Por Unidade de Tempo

$$Nr = Q/V[(\text{m}^3\text{/s})/\text{m}^3] \quad (3)$$

$$Nr = 0,01\text{renovações/s} \quad (\times 3600)$$

$$Nr = 29,85 \text{ Renovações/h}$$

O teste de verificação da ventilação demonstra que o ambiente se apresenta bem ventilado, garantindo e reforçando o conforto em todo período no interior do ambiente, sem a necessidade de climatização artificial.

4.9.2.9 Verificação Quanto aos Requisitos da Norma NBR 15220

A verificação dos requisitos da norma NBR 15220, projeto 02:135.07-001/3, está apresentada na tabela 4.24.

Tabela 4.24 - Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação Externa

Diretrizes bioclimáticas para a Zona -08 (ZB-8)		Projeto Sem tratamento	Projeto Com tratamento
Sombreamento das aberturas	Sombrear aberturas	Não sombreada	Sombreada
Tamanho das aberturas	A > 40%	A > 42%	A=42%
Paredes Externas	Leve Refletores $U \leq 3,60 \text{ W/m}^2\text{.K}$	$U= 11,30 \text{ W/m}^2\text{.K}$	U= 3,40 W/m².K
Coberturas	Leve Refletores $U \leq 2,30 \text{ W/m}^2\text{.K}$	$U=4,55 \text{ W/m}^2\text{°C}$	U=0,28 W/m²°C
Estratégia para condicionamento Passivo de verão	Ventilação cruzada	Não há	Ventilação cruzada

Fonte: produção dos autores, 2011. Adaptado Norma

Os resultados apresentados na tabela 4.24, mostraram que, para a configuração arquitetônica sem tratamento térmico, apenas o tamanho das aberturas atendeu os requisitos da norma, ficando os demais acima do recomendado, não funcionando a ventilação cruzada. À a configuração sem tratamento atendeu a todos esses, garantindo o conforto térmico para essas recomendações.

4.10 ANÁLISE DO CUSTO X BENEFÍCIO DO TRATAMENTO TÉRMICO

Foi realizado um orçamento estimativo dos custos sem tratamento térmico (Tabela 4.25) e com tratamento térmico para garantir o conforto para todo o período; (Tabela 4. 26).

Tabela 4.25 - Orçamento estimativo da usina de reciclagem sem tratamento térmico

DESCRIÇÃO	TOTAL DOS ITENS
Serviços Preliminares	195.176,72
Fundações	320.879,35
Estrutura	658.107,42
Paredes e Painéis	380.224,59
Esquadrias	865.495,10
Cobertura	1.028.754,6
Revestimento Interno de Paredes	930.085,45
Pavimentação Externa	325.903
Serviços Finais	768.600,00
PARCIAL (Sem BDI)	5.510.922,22

Fonte: Produção dos autores, 2011.

Tabela 4.26 - Orçamento estimativo - usina de reciclagem com tratamento térmico

DESCRIÇÃO	TOTAL DOS ITENS
Serviços Preliminares	195.176,7
Fundações	320.879,35
Estrutura	689.107,4
Paredes E Painéis	402.942,53
Esquadrias	1.312.395,1
Cobertura	1.055.365,8
Revestimento Interno De Paredes	930.085,5
Pavimentação Externa	325.903
Serviços Finais	768.600
PARCIAL (Sem BDI)	5.999.111,3

Fonte: Produção dos autores, 2011.

Os orçamentos (tabelas 4.25 e 4.26), mostram a diferença nos custos com a adição de materiais para tratamento térmico, e estão melhor detalhados no apêndice C.

Para melhor compreensão dos custos com materiais para tratamento apresenta-se um orçamento na tabela 4.28 mostrando a diferença entre ambos com e sem tratamento. Apenas referente ao ambiente do setor de produção e processamento de resíduos estudado.

A relação custo x benefício, referente aos gastos com climatização artificial para a configuração do ambiente estudado sem tratamento térmico, considerando as temperaturas adequadas para conforto, foi verificada no programa “fachada” (FAUUSP, 2005). Vale ressaltar que este orçamento está baseado em valores fornecidos por empresas especializadas do Sul do país, com preço do transporte e impostos incidentes. Os preços globais desses produtos estão discriminados na Tabela 4.27.

Tabela 4.27 - Orçamento estimativo para análise de retorno financeiro com tratamento térmico

SIMULAÇÃO DE CUSTOS X BENEFÍCIOS				
MATERIAIS	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	TOTAL EM R\$
SEM TRATAMENTO				
Peitoril em concreto comum	m ³	5,7	633	3.608,10
Parede em alvenaria	m ²	65,25	72,5	4.730,63
Cobertura Roll-On simples	m ²	1890	336,82	636.589,80
TOTAL DO ÍTEM				644.928,53
COM TRATAMENTO				
Peitoril em concreto CELULAR (20 X 30 X 60CM)	m ²	38	73,6	2.796,80
Parede em placas de concreto Com vermiculite	m ³	65,25	319,26	20.832,00
cobertura Roll-on com (Lã de rocha R\$31/m ²)	m ²	1890	351	663.390,00
brise em madeira tipo Cedro	VB	205	2.180	446.900,00
TOTAL DO ÍTEM				1.133.918,80
DIFERENÇA ENTRE OS PREÇOS (AUMENTO)				488.990,27
Consumo médio mensal de energia (condicionador de ar) em (Kw/h/m ²)				72,2
Tarifa de energia elétrica (Kw/h).				0,19729
Valor gasto com condicionamento artificial				25.012,43
Tempo de retorno financeiro com economia de energia (Meses)				19,55

Fonte: Produção dos autores, 2011.

Os resultados mostraram que o retorno financeiro referente aos gastos adicionais com tratamento térmico não demoraram longos períodos, uma vez que os gastos com condicionamento artificial para atingir os índices de conforto térmico são elevados, ultrapassando os 25 mil Reais por mês. Isso mostra que o retorno pode ser alcançado a partir de 20 meses de funcionamento, ou seja, em menos de 02 (dois anos). Enfatizando e justificando a importância da utilização de tratamento térmico nas edificações a fim de reduzir custos a médio e a longos prazos, proporcionando conforto, salubridade, qualidade; representando ganhos econômicos e ambientais.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES

A literatura consultada apresenta as principais discursões sobre a importância de melhores gestões dos resíduos sólidos urbanos domiciliares. Mostra o quadro atual dos resíduos num panorama mundial, nacional e local, ressaltando suas deficiências quanto ao seu destino final adequado. Apresenta os principais estudos realizados e as diretrizes, conceitos, estratégias e índices referentes à arquitetura bioclimática, para climas quentes e úmidos.

Os tratamentos desses resíduos sólidos alcançaram hoje uma tendência mundial, no sentido de repensar seu gerenciamento nos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Emerge um consenso, pelo menos em discurso, de que as políticas de gerenciamento devem atuar em todas as etapas do processo produtivo, com os objetivos de por um lado, diminuir o consumo de energia e recursos naturais, e por outro, diminuir o volume de resíduos a serem tratados pelos processos tradicionais. Isso porque o lixo é, ao mesmo tempo, fruto dos processos econômicos de produção e o resto destas relações, assim como um indicador do grau de participação dos indivíduos no mercado de consumo e de seu poder aquisitivo, conforme Gomes, (2001), “o lixo jamais deixará de existir”.

O Brasil é um país que possui um potencial enorme de materiais passíveis de serem reciclados, pois, geram, aproximadamente, 195 mil toneladas de resíduos por dia, um volume enorme de materiais que possuem, em sua maioria, os aterros e lixões, como seu destino final. Essa quantidade de resíduos pode ser convertida em ganhos para o país, pois, ao serem reciclados são desviados dos aterros sanitários e/ou lixões.

É pertinente, e merece destaque, o processo de recuperação da matéria-prima do lixo, onde catadores de resíduos são considerados peças fundamentais, e em muitos casos são deixados de lado da cadeia produtiva; o que deveria ser o contrário, pelos benefícios socioeconômico e ambiental que trazem à sociedade.

Esta discussão não só deve abranger o regime de distribuição e apropriação dos ganhos atuais da reciclagem como demonstrar a estrutura mercadológica do sistema e a racionalidade econômica que o define. Pesquisas com tal caráter se mostra fundamental, no sentido de apresentar subsídios para se repensar, por um lado, os elementos institucionais que permeiam as atividades ligadas à reciclagem, como o reconhecimento formal da atividade dos catadores de recicláveis.

Na cidade de Macapá, observou-se que a gestão desses resíduos se processa com a coleta e deposição no aterro controlado, sem uma devida seleção ou triagem, formando uma mistura de todos os tipos de materiais, proporcionando maiores riscos de contaminação do solo da atmosfera, e conseqüentemente da humanidade. E que nessas condições vivem os

catadores “carapirás”, buscando, nesse espaço, e em condições insalubres e desumanas, mais agravadas pelas características climáticas da cidade, uma alternativa para adquirir a renda familiar. E essa situação se torna mais preocupante, pelo fato de desenvolverem suas atividades a céu aberto sujeito a diversas doenças (respiratórias, insolação, etc.), e sem um espaço adequado para armazenar os materiais coletados.

Quanto à arquitetura bioclimática, observou-se que o Brasil apresenta 08 classificações climáticas e que o Estado do Amapá e a cidade de Macapá estão na região de clima quente e úmido que abrange 53,8% do território nacional. E geograficamente, a cidade de Macapá é a única capital nacional cortada pela linha imaginária do Equador. Essa posição geográfica é desfavorável, considerando sua temperatura. Pois nos equinócios o sol está geometricamente perpendicular à superfície terrestre na cidade, ou seja, a incidência do sol é direta e a mais próxima, do que em outros períodos. Isso implica em aumento da temperatura local, dificultando a sensação de conforto térmico.

Levando em consideração todos esses condicionantes, as estratégias encontradas para proporcionar o conforto térmico nessas condições são: orientação estratégica, proteção das fachadas com maior incidência solar e das aberturas através de dispositivos artificiais e de vegetação estratégica, uso de índice aceitável de ventilação natural através da ação dos ventos, e a utilização de materiais adequados, principalmente os isolantes e com inércia térmica considerável (materiais leves).

Como este trabalho teve como objetivo a aplicação de estratégias bioclimáticas com enfoque no conforto térmico aplicada a uma proposta arquitetônica de uma Usina de reciclagem dos resíduos sólidos urbanos domiciliares, atendendo os interesses ambientais, sociais e econômicos de acordo com a dinâmica e a realidade do município de Macapá – AP. E diante dos condicionantes que o caracterizam, foi proposta uma usina de reciclagem próxima do aterro, dimensionada para atender toda a demanda de resíduos Sólidos Urbanos Domiciliares, considerando as perspectivas de crescimento populacional e da geração de resíduos até 2020, em face das expectativas e dos resultados da nova política nacional dos resíduos sólidos.

Os resíduos considerados para a reciclagem foram o plástico, papel, metais e vidros, pela sua abundância, pelo grau de degradação que causam ao meio ambiente, e devido ao seu tempo longo de decomposição. Na configuração arquitetônica foi apresentando uma proposta, contemplando um processo mecânico de tratamento, da triagem até a fase de enfardamento para vendas. Apresenta um local para fabricação de vassouras, utilizando as “garrafas PET” como matéria prima, resgatando uma atividade bastante lucrativa que está sendo desvalorizada no aterro, por falta de recursos. Para uma gestão eficiente da usina, foi

projetado um bloco administrativo integrado a área de produção, coordenando todo o processo burocrático, produtivo e comercial/vendas, e ainda, disponibilizando áreas sociais, lazer e refeitório, suficiente para atender a demanda do edifício, com vistas para uma imensa área verde, sempre buscando a natureza para dentro do edifício.

O tratamento térmico foi implementado utilizando-se da geometria da insolação, considerada ótima, com as fachadas que não devem ter incidência solar para as orientações Norte e Sul; aplicação de materiais isolantes na cobertura (tratamento com camada de lã de rocha) e materiais leves nas paredes com incidência de radiação e propícias à ganhos de carga térmica (utilizando o concreto com vermiculite no peitoril e o concreto celular na parede). Para as proteções externas foram utilizados a associação de brises horizontais e verticais de madeira, dimensionados para proteger as aberturas durante qualquer período. As aberturas foram projetadas estrategicamente para atingir uma taxa de ventilação e renovação do ar interior adequada, através da ventilação cruzada.

Na avaliação do pior cenário, através do método CSTB, apresentado por Borel (1967) e Croiset (1972), a configuração da usina sem tratamento térmico, com os materiais convencionais mais utilizados na região, apresentou uma temperatura máxima interna desconfortante em todos os meses e em todos os horários a partir das 09h:00min da manhã, podendo chegar à 40,7° em novembro às 15h:00min da tarde. Sendo que os índices mostrados, propostos por Givoni (1976) garantem conforto com temperaturas entre 18° à 29°, desde que apresentem uma ventilação considerável.

Portanto, sem o devido tratamento poderíamos ter índices de temperatura muito elevada, comparada com a de conforto. Já a configuração da usina com os tratamentos propostos, foi possível atingir os índices aceitáveis de conforto, com a temperatura máxima de 29,5° em novembro às 15h:00min da tarde, e para os demais meses e horas do dia, com temperaturas menores. Atingindo os parâmetros da norma (NBR15220- Projeto 02:135.07-001/3), quanto a Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação externa, foram atingidos. Garantindo, dessa forma, o conforto térmico no interior da edificação.

A metodologia de avaliação do custo x benefício, utilizando o programa “térmicus” (FAUUSP, 2005), partir de um orçamento estimativo do aumento de custos com os materiais isolantes térmicos, mesmos, considerando a compra em outros estados, mostrou que os gastos com energia elétrica, para condicionamento artificial são elevados. E que os custos com tratamento podem ser equacionados em um curto período de 20 meses, utilizando-se de recursos que seriam gastos em energia elétrica para climatização artificial do cenário sem tratamento. E a partir daí, tem-se apenas o usufruto dos ganhos proporcionados.

Através do desenvolvimento deste estudo pode-se mensurar os principais benefícios ambientais e sociais que a instalação de uma Usina de Reciclagem no município de Macapá com a aplicação dos princípios bioclimáticos, pode agregar através dos indicadores:

- A redução do volume de lixo a ser enviado para aterros sanitários, prolongando sua vida útil. Pois, a diminuição do volume de lixo enviado ao aterro sanitário é inversamente proporcional ao tempo de vida de sua utilização, o que significa um benefício ambiental expressivo. Além de uma diminuição de vetores transmissores de doenças presentes nesses locais, o que sugere a diminuição de transmissão e doenças. Reduz ainda o impacto ambiental proporcionado pelo aterro sanitário na contaminação do lençol freático, melhora o aspecto visual e diminui o odor desagradável proporcionado pelo lixo. Facilita o descarte cada vez mais controlado pelos órgãos de Meio Ambiente. Indica ainda uma melhora na captação de lixo doméstico, sugerindo uma diminuição de lixo nas ruas e em encostas de morros, ressacas, lagos, sinalizando uma diminuição de alagamentos, inundações, quedas de barreiras obstrução de canais pluviais.
- A geração de empregos diretos como a demonstração de um benefício social extremamente gratificante, pois, possibilitará ao pessoal envolvido atualmente com coleta desordenada e individualizada, a se adequar à obtenção de melhores condições de trabalho e qualidade de vida, com segurança, higiene e direitos até então inexistentes.
- Um ambiente de trabalho mais confortável termicamente e com maior salubridade, através da ventilação, proporcionando aumento na produtividade, maior satisfação e redução das possibilidades de doenças adquiridas pelo aumento da temperatura.

Observou-se a necessidade de mais informações relativas à reciclagem, para formulação legislações mais adequadas, que busquem incentivos à reutilização e à reciclagem dos resíduos sólidos (reutilização planejada, que envolva os setores públicos, privados e de consumo) em um ambiente que proporcione conforto térmico, além da garantia legal de que os resíduos recebam tratamento e tenham disposição final adequada. São elementos essenciais para que se solucionem os problemas aqui discutidos.

Em suma, o tratamento dos resíduos sólidos não depende apenas de um tratamento técnico apropriado, mas, também de um tratamento cultural adequado. Mudanças de hábitos e valores são essenciais em uma sociedade em que predominam o desperdício e de descaso em relação ao espaço público, ao cidadão e ao meio ambiente.

Portanto, a questão da disposição final dos resíduos sólidos urbanos é urgente e necessita de providências imediatas, e o maior problema está no fato de que o tratamento e a disposição final destes resíduos envolvem vários agentes (poder público, sociedade civil e setor produtivo), bem como a necessidade de vultosos investimentos para aquisição de equipamentos, treinamento, capacitação e controle de todo o sistema de manejo de resíduos sólidos.

A arquitetura bioclimática deve ser considerada como parâmetro em todas as produções arquitetônicas em nossa região e no país, e as edificações existentes devem atender à suas diretrizes. A fim de contribuir com a redução da “zona de calor” que predomina sobre as regiões metropolitanas, devido a grande concentração de calor nos edifícios durante o dia e pela perda desse calor durante à noite, uma vez que não se tem consciência da utilização de configurações arquitetônicas adequados, que possam amenizar tal situação.

Do exposto, a pesquisa mostrou que é possível a implantação de um espaço arquitetônico, para a atividade de reciclagem, adequado as condições climáticas da cidade de Macapá, atendendo ao conforto térmico e a demanda da produção de resíduos através da reciclagem, respeitando o meio ambiente, na redução da extração de produtos naturais. E principalmente, contribuindo para a redução do aquecimento global, através da diminuição de calor conduzido pela edificação para a atmosfera.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10151– **Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade**. Rio de Janeiro, 2000.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10152 – **Níveis de ruídos para conforto acústico**. Rio de Janeiro, 1987.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT/CB-02 - **Projeto 02:135.07-001/3. Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. SET, 2003.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12179 – **Tratamento acústico em recintos fechados**. Rio de Janeiro, 1992.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Caderno Especial - Panorama Mundial dos Resíduos Sólidos. 2007. Disponível em:** <<http://www.abrelpe.org.br/downloads/Panorama2007.pdf>>. Acessado em: 02 Jul. 2011.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Caderno Especial - Panorama Mundial dos Resíduos Sólidos. 2010. Disponível em:** <<http://www.abrelpe.org.br/downloads/Panorama2010.pdf>>. Acessado em: 02 Jul. 2011.

AGUIAR, Alexandre; PHILIPPI Jr, Arlindo. **Reciclagem de plásticos de resíduos domésticos: problemas e soluções**. Departamento de Saúde Ambiental. Faculdade de Saúde Pública da USP, 2010.

ANALYSIS-SOL-AR. **Versão 6.2**. (2009). LABEE (Laboratório de eficiência energética em edificações. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/downloads/software/analysis-sol-ar>>. Acesso em: 06.Out. 2011.

ALENCAR, M. M. M.. **Reciclagem de lixo numa escola pública do município de salvador**. Revista Virtual, Candombá, v.1, n.2, p.96-113, 2005. Disponível em: <<http://www.fja.edu.br/candomba/2005-v1n2/pdfs/MarileiaAlencar2005v1n2.pdf>>. Acesso em: 06 Mai. 2011.

ALUCCI, Marcia P. – Programa **Brise BR 1.3**. Tese (doutorado). departamento de Tecnologia- LABAUT, da FAUUSP.

ALVES, R. N. B.; ALVES, R. M. M.; MOCHIUTTI, S. **Diagnóstico da agropecuária amapaense**. Macapá: Embrapa Amapá, 1992. (Documentos, 3).

AMAPÁ. Lei Complementar nº. 0005 de 18 de agosto de 1994.**Código Ambiental do Estado**. Macapá, AP, 1994.

ANA, Lanham; GAMA, Pedro; BRAZ, Renato. **Arquitetura Bioclimática: Perspectivas de inovação e futuro-Seminários de Inovação**. Lisboa, 2010.

ANDREASI, Wagner Augusto; VERSAGE, Rogério de Souza. **A Ventilação Natural Como Estratégia Visando Proporcionar Conforto Térmico E Eficiência Energética No Ambiente Interno**. Eletrobrás/Procel/FUFMS: Campo Grande, 2010.

ARAÚJO, Bianca Carla Dantas de; CARAM Rosana. **Análise Ambiental: Estudo Bioclimático Urbano Em Centro Histórico**. Ambiente & Sociedade – Vol. IX nº. 1 jan./jun. 2006.

ATHAYDE Júnior, G.B.; Nobrega, C.C.; Onofre, F.L. **Usina de reciclagem para resíduos sólidos domiciliares**: estudo de caso da viabilidade econômica para bairros de classe média da cidade de João pessoa/PB. In: II Simposio Iberoamericano de Ingeniería De Resíduos, 24-25, Anais. Barranquilla, 2009. Disponível em: <<http://www.uninorte.edu.co/divisiones/Ingenierias/IDS/upload/File/Memorias%20II-SIIR/02-pdf>>. Acesso em: 06 Mai. 2011.

AVEZUM, A de Castro Marcus Cesar; SCHALCH, Valdir. **Avaliação da eficiência de uma usina de reciclagem e compostagem: estudo de caso**. (Dissertação Mestrado). Departamento de Hidráulica e Saneamento. Escola de Engenharia de São Carlos - USP.

BARBOSA, Djean da Costa; LIMA, Mariana Brito de. **Arquitetura Bioclimática: Recomendações Apropriadas Para Palmas/To**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do TO-IFTO. Palmas, 2010.

BARBIERO, Miriam. **Avaliação das Percepções Quanto ao Ambiente Térmico em uma Indústria Metalúrgica**: Um Estudo De Caso. Dissertação (Mestrado) UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Porto Alegre, 2004.

BEZERRA, Luciano André Cruz. **Análise do Desempenho Térmico de Sistema Construtivo de Concreto com EPS como Agregado Graúdo**. Dissertação (mestrado). UFRN: Natal, 2003.

BITTENCOURT, Leonardo Salazar; CÂNDIDO, Christina Maria. **Introdução à ventilação natural**. EDUFAL, Maceió; 3ª edição, 2008.

BOREL, J. **Le confort thermique en climat chaud**. Cours professé à La FAU-USP, São Paulo, 1967. In: FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto Térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 2003.

BRITO, JCX. **Tipologia, composição e peculiaridades dos resíduos sólidos urbanos**. In: Mansur GL, Penido Monteiro JH, (organizadores). Análise de projetos para gestão integrada de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro: ABES; 2001. p. 23 – 49. Disponível em: <http://www.google.com.br/#hl=pt-&source=hp&biw=&bih=&q=Tipologia%2C+composi%C3%A7%C3%A3o+e+peculiaridades+dos+res%C3%ADduos+s%C3%B3lidos+urbanos&aq=f&aqi=&aql=&oq=&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.&fp=1>. Acesso em: 06 Mai. 2011.

CARMO FILHO, José Coutinho do. **Conforto Térmico em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS)**. Monografia (Especialização)-Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2008.

CARMO FILHO, José Coutinho do. **Conforto Térmico em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde - Belém – PA**. Monografia (Especialização) – UFBA: Salvador, 2008.

CASTILHOS Jr. AB (organizador), 2003. **Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para Municípios de Pequeno Porte - RIMA**, Projeto PROSAB3, Rio de Janeiro: ABES; 2003.

CAVALCANTI NETO, A. L. G.; RÊGO, A. R. F.; LIRA, A.; ARCANJO, J. G.; OLIVEIRA, M. M. **Consciência ambiental e os catadores de lixo do lixão da cidade do Carpina-PE**.

Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient. v.19, p.99-109, 2007. Disponível em: <<http://www.remea.furg.br/edicoes/vol19/art24v19a8.pdf>>. Acesso em: 06 Mai. 2011.

COHEN, Simone Cynamon. **Habitação Saudável como Caminho para a Promoção da Saúde**. Rio de Janeiro, 2004.

COSTA, Ennio Cruz da. **Ventilação**: São Paulo: Edgard Blucher, 2005.p.

CUNHA, Leonardo Jorge Brasil de Freitas. **Análise de métodos para aplicação de ventilação natural em projetos de Edificações em Natal-RN**.(Dissertação de Pós-Graduação). Natal/ RN, 2010.

CROISSET, M. **L'hygrothermiquedans le batiment**. Paris, Eyrolles, 1972. In: FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto Térmico**.São Paulo: Studio Nobel, 2003.

D'ALMEIDA, M.Luiza; VILHENA, André. **Lixo Municipal**: Manual de Gerenciamento Integrado. 2 .ed. São Paulo: IPT/CEMPRE , 2000. 370 p.

DELMONT, Luís Gustavo.**Análise Dos Impactos Econômicos Oriundos Da Reciclagem De Resíduos Sólidos Urbanos Para A Economia Brasileira No Ano De 2004**: Uma Abordagem Insumo-Produto.Universidade Federal Da Bahia - Curso De Mestrado Em Economia. Salvador, 2007.

DEMAJOROVIC, J. **Da Política Tradicional de Tratamento de lixo à Política de Gestão de Resíduos Sólidos**. As Novas Prioridades. Revista Administração de Empresas. V.35, n.3, p.88-89, Mai-Jun., 1995

ECOTELHADO. **Norman Foster cria novo projeto sustentável**. 2011. Disponível em: <<http://ecotelhado.blog.br/?p=1016>>. Acesso em: 17, Set. 2011.

EST. **Energy efficient ventilation in dwellings** – a guide for specifiers: Londres: Energy save trust, 2006.p.

FIEMG - FEDERAÇÃO DA INDÚSTRIA DE MINAS GERAIS. **Guia de Sustentabilidade na Construção**. Câmara Da Indústria Da Construção. Belo Horizonte: 2008. 60p.

FERREIRA, Glauciela Sobrinho Cunha Pantoja. **Sustentabilidade Urbana x Meio Ambiente - Impasses e Perspectivas em Macapá – Amapá**. Disponível em: <http://artigos.netsaber.com.br/resumo_artigo_8325/artigo_sobre_sustentabilidade_urbana_x_meio_ambiente_-_impasses_e_perspectivas_em_macapa_-_amapa>

FONSECA, E, 1999. **Iniciação ao Estudo dos Resíduos Sólidos e da Limpeza Urbana – João Pessoa**: Gráfica e Editora A União. Joao Pessoa-PB, 1999.

FRANCISCO, Maíra do Lago; INO, Akemi. **Análise da incorporação de estratégias bioclimáticas buscando a eficiência energética de habitações no meio rural**. Caso:Assentamento rural Sepé Tiaraju (Serra Azul-SP). V encontro nacional e III encontro Latino americano sobre edificações e comunidades sustentáveis-ELECS: Recife, 2010.

FRITSCH, Paulo Roberto Corrêa, 2001. **VII Curso de Agentes Municipais de Saneamento Módulo II – Resíduos Sólidos**– MS/FUNASA, DIESP/RJ – Rio de Janeiro; 2001.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto Térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 2003.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar Projetos de Pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2010

GIVONI, B., MILNE, M. **Architectural Design Based on Climate, Energy Conservation Through Buildings Design**. McGraw Hill Book Company, USA, 1979.

GIVONI, B. **Comfort climate analysis and building design guidelines, Energy and Buildings**. v.18, n.1, 1992. pp. 11-23.

GOMES, P. C. C. **A condição urbana: ensaios de geopolítica da cidade**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2002.

GONÇALVES, H. **O sol nos edifícios**. Rio de Janeiro, Lemos, 1955.

HACKENBERG, A. M.; PEREIRA, J. T. V.; LIMA FILHO, E. C. **A influência das variáveis ambientais e pessoais nas sensações térmicas dos trabalhadores fabris e as recomendações da bioclimatologia**. In: ENCONTRO NACIONAL, 6., ENCONTRO, 2001.

HACKENBERG, A. M. **Conforto e “stress” térmico em indústrias**: pesquisas efetuadas nas regiões de Joinville, SC, e Campinas, SP. 2000. 265 f. Tese (Doutorado), Universidade de Campinas. São Paulo: UNICAMP, 2000.

HERTZ, JOHN B. **Ecotécnicas em arquitetura**: como projetar nos trópicos úmidos do Brasil. São Paulo, 1998.

IACONO, Maria Angélica. **Usinas De Triagem E Compostagem Financiadas Pela Funasa No Estado Do Rio De Janeiro – Uma Análise Crítica**. (Dissertação Mestrado), UERJ, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2007/PEAMB2007MAIacono.pdf>>. Acesso em: 06 Mai. 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Primeiros dados do censo 2010**. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/primeiros_dados_divulgados>. Acessado em: 09 Mai. 2011.

IIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1990.

JESUS, Edmir dos Santos; NEVES, Daniel Gonçalves das. **Caracterização do Vento em Macapá-Ap no Período de 2003 A 2005**. IEPA- Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá - Laboratório de Hidrometeorologia – LABHIDRO, 2006.

JUNKES, M. B.. **Procedimentos para aproveitamento de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)– Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2002. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd48/9349.pdf>>. Acesso em: 06 Mai. 2011.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo. PROCEL 1997.

LAMBERTS R. **Desempenho térmico de edificações**. UFSC – LABEE (Laboratório de Eficiência Energética em Edificações). Florianópolis, 2011.

LIMA, Lucimeire Pessoa de. **Clima E Forma Urbana: Métodos De Avaliação Do Efeito Das Condições Climáticas Locais Nos Graus de Conforto Térmico e no Consumo de Energia Elétrica em Edificações.** Dissertação (mestrado). Curitiba, 2005.

LIMA, Luiz Mário de Queiroz. **Lixo: Tratamento e Biorremediação.** 3ª ed: Hemus, 1995.

LIMA, Rosimeire Suzuki. **Resíduos Sólidos Domiciliares: Um Programa De Coleta Seletiva Com Inclusão Social.** Brasília, Ministério das cidades, 2007.

LYRA, R. **Predominância do vento na região de tabuleiro costeiro próximo a Maceió-AL.** X Congresso Brasileiro de Meteorologia. Anais, Brasília-DF, 1998.

PMM-Lei Complementar Nº 007/2011 – Plano Diretor de Macapá. Macapá, AP, 2011.

MACHADO, L. M.C. P. SANTOS, V. L. dos. **A crise ambiental na sociedade atual: uma crise de percepção,** In: Estudos Geográficos, Rio Claro, 2(2): 81-86, dezembro – 2004, disponível em: <www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm>. Acesso em: 10, Abr. 2011.

MANSUR GL, PENIDO Monteiro JH, 1991. **O que é preciso saber sobre Limpeza Urbana.** IBAM/SNS-MAS. Rio de Janeiro: IBAM/CPU; 1991

MASCARELLO, Vera Lucia Dutra. **Princípios Bioclimáticos E Princípios De Arquitetura Moderna - Evidências No Edifício Hospitalar.**Dissertação (Mestrado).Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul.Porto Alegre, 2005.

MASCARÓ, Lúcia Raffo de. **Luz, Clima e Arquitetura.** 3º edição. São Paulo: Editora Nobel,1983.

MARICATO, Ermínia. **Brasil, cidades: alternativas para a crise urbana.** Petrópolis: Vozes, 2001. 204 p.

MARTINS, C. H. B.. **Trabalhadores na reciclagem do lixo: dinâmicas econômicas, socioambientais e políticas na perspectiva de empoderamento.** 2005. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/1902956/Trabalhadores-na-Receclagem-do-Lixo>>. Acesso em: 06 Mai. 2011.

MEDINA, H. V. **Reciclagem de materiais: tendências tecnológicas de um novo setor.** In Tendências tecnológicas Brasil 2015: Geociências e Tecnologia Mineral. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007.

MENEZES,Ms Cássio Tavares. **Apostila Conforto Ambiental.**CESUMAR, 2006.

MESQUITA JÚNIOR, J.M. de. **Gestão integrada de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2007. 40 p. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/1902956/Trabalhadores-na-Receclagem-do-Lixo>>. Acesso em: 10 Mai. 2011.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA.**Normais Climatológicas (1961-1990).**Secretaria Nacional de Irrigação. Brasília, 1992.

MIQUELIN, Lauro C. **Anatomia dos edifícios hospitalares.** São Paulo: CEDAS, 1992.

MONTANER, Josep Maria. **Depois do movimento moderno**. Barcelona, Gustavo Gili, 2001, p. 260.

MS-Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 2ª ed.- 3ª ed. Brasília, 2010.

MUÑOZ, S. I. S.. **Impacto ambiental na área do aterro sanitário e incinerador de resíduos sólidos de ribeirão Preto, SP**: avaliação dos níveis de metais pesados. 2002. Dissertação (Mestrado em Enfermagem em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/22/22133/tde-25072003-084308/pt-br.php>>. Acesso em: 06 Mai. de 2011.

NALINI, José Eduardo. **Mercado de Reciclagem do Lixo no Brasil**: Entraves ao Desenvolvimento. Dissertação (mestrado). Pontifícia Universidade Católica De São Paulo (PUC-SP) São Paulo, 2008.

NARDIN, Marcelo; PROCHNIK, Marta; CARVALHO, Mônica Esteves de. **Usinas de Reciclagem de Lixo**: Aspectos Sociais e Viabilidade Econômica. 1987. Disponível em: <http://www.bndespar.com.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/c_onhecimento/livro_ideias/livro-10.pdf>. Acesso em: 06 Mai. 2011.

NEVES. L. O. **Arquitetura bioclimática e a obra de Severiano Porto: estratégias de ventilação natural**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

NEVES, Laert Pedreira. **Adoção do Partido na Arquitetura**. Salvador: editora da Universidade Federal da Bahia, 1998. 206p.

NETO, Ana Lucia Gomes Cavalcanti; RÊGO, Ana Rita Franco do; LIRA, Andréia; ARCANJO, Jacineide Gabriel; OLIVEIRA, Maria Marly de. **Consciência Ambiental e Os Catadores De Lixo Do Lixão Da Cidade Do Carpina-PE** Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient. ISSN 1517-1256, v.19, julho a dezembro de 2007. Disponível em: <<http://www.remea.furg.br/edicoes/vol19/art24v19a8.pdf>>. Acesso em: 06 Mai. 2011.

NEWMAN, Robert. **Acústica arquitetônica**. São Paulo: Eucatex, 1960. 66 p.

OLGYAY, Victor. **Design with climate : bioclimatic approach to architectural regionalism**: Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1963.190p p.

OLIVEIRA, H. S.. **Problemática socioambiental do lixo e gestão da coleta em áreas pobres do Recife-pe**: um desafio territorial. Revista de Geografia, Recife. v. 24, n. 1, p. 202 - 211, 2007. Unicenp, 2007. Ceará, Fortaleza. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/mexico/03184p04.pdf>>. Acesso em 06: Mai. 2011.

PAIS, João Sávio de Oliveira. **Usina de Triagem e Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos Domiciliares**. Boletim Técnico, (Monografia) .Planaltina – DF, 2009. Disponível em: <http://www.upis.br/pesquisas/pdf/agronomia/2010/Jo%C3%A3o_Savio_Oliveira_Pais_PP.pdf>. Acesso em: 16 Abr.2011.

PEREIRA, C. M. C.. **Análise da problemática do lixo nas romarias em juazeiro do norte** – CE. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará. 2005. Disponível em: <<http://www.prodema.ufc.br/dissertacoes/131.pdf>>. Acesso em: 06 de Mai 2011.

PFEIL, Walter; PFEIL, Michèle. **Estruturas de madeira**. LTC, 6ª ed. Rio de Janeiro, 2003.

POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Lei Federal Nº 12.305**. Brasília 3 de Agosto de 2010.

PONTES, J. R. M.; CARDOSO, P. A.. **Usina de reciclagem e compostagem de lixo em Vila Velha**: viabilidade econômica e a incorporação de benefícios sociais e ambientais. In: XXVI ENEGEP, 9-11. Fortaleza, 2006. Anais. Fortaleza: Abepro, 2006. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR520346_8490.pdf>. Acesso em: 16 Abr.2011.

PORTILHO, Ivone dos Santos. **Áreas de Ressaca e Dinâmica Urbana em Macapá/AP**. Doutoranda em Geografia – UNESP – Rio Claro. VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física Universidade de Coimbra, Maio de 2010.

PORTO, Severiano Mário. Entrevista AU: **abrigo natural**. AU, São Paulo, n. 81, p. 24-25, dez./jan. 1998.

RIVERO, R. **Arquitetura e clima**: acondicionamento término natural. Porto Alegre: Dc - Luzzatto, 1986.

ROSSO, Silvana. **As dez obras sustentáveis mais emblemáticas do mundo: Por que alguns edifícios construídos nas duas últimas décadas viraram ícones de sustentabilidade**. Setembro, 2010. Disponível em: <<http://www.piniweb.com.br/construcao/sustentabilidade/as-dez-obras-mais-sustentaveis-do-mundo-184801-1.asp>>. Acesso em: 16 Jun.2011.

ROVO, Mirian Keiko Ito; OLIVEIRA, Beatriz Santos. **Por um regionalismo eco-eficiente: a obra de Severiano Mário Porto no Amazonas**. Arqtextos, São Paulo, 04.047, Vitruvius, abr 2004. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/04.047/594>>. Acesso em: 16 Mai. 2011.

SALVINI, Beatriz Pedrosa; SILVA, Fernanda Francisco da; MAINIER, Fernando Benedicto. **Eficiência Energética e Conforto Ambiental na Área Industrial Energizada**. VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão Energia, Inovação, Tecnologia e Complexidade para a Gestão Sustentável. Niterói, RJ, Brasil, 5, 6 e 7 de agosto de 2010.

SANTOS, Rodrigo Couto; CAMPOS, Joliz Fermينو; PINHEIRO, Cauby Donizete; TOLON, Yamília Barrios; SOUZA, Silvia Regina Lucas de; BARACHO, Marta; CARMO, Ezequiel Lopes do. **Usinas de Triagem e Compostagem de Lixo como alternativa viável à problemática dos lixões no meio urbano**. Fundação Tricordiana de Educação – MG. 2006. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2006/Usinas%20de%20Comp%C3%B3stagem.pdf>>. Acesso em: 09 Mai. 2011.

SANTOS, Emmanuel Antônio dos. **Bioclimatismo Na Arquitetura**: Arquitetura Sustentável. (ITA) Instituto Tecnológico De Aeronáutica, 2007.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo – razão e emoção**. São Paulo: Edusp, 2002. 384p.

SEGAWA, H. **Arquiteturas no Brasil: 1900-1990**. 2.ed. São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo. (1999).

SEMUR. Secretaria municipal de manutenção urbanística. **Levantamento de resíduos sólidos urbanos e valores.** Macapá, AP, 2010.

SEPURB (Secretaria de Política Urbana), 2001. **Orientações básicas para organizar um serviço de limpeza pública em comunidades de pequeno porte.** Brasília: PNMA; 2001.

SILVA, Antônio Marcos Barbosa da; COSTA, Marquelane Rodrigues da; SOUZA, Paula Mariana Salgueiro de; BARROS, Rubens Pessoa de. **Diagnóstico da produção per capita de lixo doméstico com a análise da disposição final dos rejeitos nas cidades de Girau do Ponciano – AL.**2010. In: Anais... 1º SIMAGA - Simpósio Alagoano de Gestão Ambiental, Arapiraca-AL. Disponível em: <<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNPEPI2010/paper/viewFile/167/157>>. Acesso em: 10 Mai. 2011.

SILVA, K. R. **Análise de fatores ergonômicos em marcenarias no município de Viçosa, MG.** 1999. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

SILVA, Michele Chagas da; SANTOS, Gemelle Oliveira dos. **Densidade Aparente De Resíduos Sólidos Recém Coletados.** 2009. Disponível em:< <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNPEPI2010/paper/viewFile/167/157>>. Acesso em: 10 mai. 2011.

SILVEIRA, Ana Lucia R. C. da; ROMERO, Marta A. B. **Parâmetros Bioclimáticos para Avaliação de Conjuntos Habitacionais na Região Tropical Subúmida do Brasil.** Universidade Federal do Piauí e Instituto Camillo Filho:Teresina-PI, 2010.

SOBREIRA, Frederico Garcia;FILHO, José Francisco do Prado. **Desempenho operacional e ambiental de unidades de reciclagem e disposição final de resíduos sólidos domésticos financiadas pelo ICMSEcológico de Minas Gerais.** Minas Gerais, 2007.

SOUZA, Léa Cristina Lucas de; ALMEIDA,Manuela Guedes de;BRAGANÇA,Luís.**Bê-à-bá da acústica arquitetônica:** ouvindo a Arquitetura. São Carlos:Ed. UFSCar, 2006. 149p.

STILPEN, Daniel Vasconcellos de Sousa. **Eficiência Energética e Arquitetura Bioclimática:** Dissertação (Mestrado) UFRJ. 2007. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/pppe/Produzction/tesis/mstilpendvs.pdf>>. Acesso em: 16 de Mai 2011.

TAVARES FILHO, Arthur Campos. **Manifestações Minimalistas na Arte e Arquitetura:** Interfaces e discontinuidades. Arqutextos, Vitruvius. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqutextos/08.088/208>>. Acesso em: 23, Jun. 2011.

TEIXEIRA, Paulo Cezar. **Arquitetura Bioclimática Aplicada em Anteprojeto de Centro Esportivo Público, no Bairro do Guamá.** Monografia (UFPA): Belém, 2008.

TRADE MÁQUINAS. **Chegou a hora de acabar com os “lixões”, melhorar a saúde pública, criar emprego e renda e ficar de bem com o Meio Ambiente.** 2008. Disponível em: <<http://www.trademaquinas.com.br/reciclixo.htm>> Acesso em: 05, abr. 2011.

TRENTINE, Bianca.**Ar condicionado e atividade física, união que não combina.** 2011. Disponível em: <<http://corpoemfoco.com.br/2011/05/ar-condicionado-e-atividade-fisica-nao-combinam/>> Acessado em: 03, Ago. 2011.

WELLS, Christopher: **Caderno de Reciclagem 2:** O papel da Prefeitura, 3.ed, CEMPRE – Compromisso Empresarial Para Reciclagem, São Paulo, 1997. 40p.

VAREJÃO, SILVA, M.A. **Meteorologia e Climatologia.** Versão digital, 2005. 532p.

APÊNDICES

APÊNDICE A - MEMÓRIA DE CÁLCULO - DESEMPENHO TÉRMICO DA EDIFICAÇÃO:

Cidade: Macapá - Latitude: 0° Novembro

❖ Dados para cálculo sem tratamento

Pé-direito: 8 m Aberturas Norte e Leste

Ocupação: 40 pessoas trabalho leve, em bancada. Emissão: 65 W cada. Ventilação: N = 3.

Tabela 01: características dos materiais utilizados para tratamento térmico sem tratamento.

Características dos materiais							
Local	Material	e (m)	h(m)	λ (W/m°C)	d (kg/m ³)	α	Str
Peitoril	Em concreto (bloco)	0,15	1	1,28	2000	0,2	-
Janela	Vidro com proteção externa	0,01	3,75	5	-		0,86
Parede	Alvenaria: tijolo de concreto furado	0,13	8	0,91	1700	0,2	-
	Argamassa (cor branca)	0,02	-	0,85	1600	0,2	-
Cobertura	Bobina de Aço (clara)	0,002	-	0,46	7800	0,2	-
	Bobina de Aço	0,002	-	0,46	7800	0,2	-

Fonte: dos autores, 2011.

❖ Dados para cálculo com tratamento (cálculo completo)

O método de cálculo utilizado é o do CSTB, apresentado por Borel (1967) e Croiset (1972), baseado no regime térmico permanente. Ademais, os de dados foram retirados dos anexos de conforme Frota e Schiffer (2003).

DADOS GERAIS:

Temperatura do ar $T_s = 36,9^\circ\text{C}$ $t_s = 20,8^\circ\text{C}$ $T_d = 32,1^\circ\text{C}$
 $t_d = 23^\circ\text{C}$; Umidade Relativa do ar $UR = 76\%$

DADOS DO EDIFÍCIO

Pé-direito: 8m; Aberturas Norte.

Tabela 02: características dos materiais utilizados para tratamento térmico.

Características dos materiais							
Local	Material	e (m)	h(m)	\ddot{e} (W/m°C)	d (kg/m ³)	\acute{a}	Str
Peitoril	Em concreto Celular (bloco)	0,15	1	0,05	450	0,2	-
Janela	Vidro com proteção externa	0,01	3,75	5	-		0,05
Brise	Persiana Externa: laminas móveis de madeira (Cedro).	0,02	3,95	0,12	-	0,7	-
Parede	Placa de concreto com vermiculite	0,13	7	0,19	400	-	-
	Argamassa (cor branca)	0,02	-	0,85	1600	0,2	-
Cobertura	Bobina de Aço (clara)	0,002	-	0,46	7800	0,2	-
	Lã de Rocha.	0,1	0,1	0,03	100		-
	Bobina de Aço.	0,002	-	0,46	7800	0,2	-

Fonte: dos autores, 2011.

OCUPAÇÃO: 40 pessoas trabalho leve, em bancada.

65 W cada

Ventilação: N = 29,85 trocas de ar por hora

CALCULAR:

- A) Temperatura interna máxima — t_{max} — Na área produtiva, considerando os compartimentos adjacentes sob condições térmicas semelhantes;
 B) Temperatura Efetiva — T.E. — para velocidades do ar $v_o = 0,5$ m/s e $V_o = 1$ m/s.

-Cálculo do coeficiente global de transmissão térmica — K (Fórmula):

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i} + \frac{e_i}{\lambda} \quad \text{onde,} \quad \frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i}$$

1- Cálculo do coeficiente global de transmissão térmica — K

Peitoril em concreto

$$k = 0,3 \quad \text{W/m}^2\text{°C}$$

DADOS:

$$\frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i} = 0,17$$

$$e = 0,15$$

$$\lambda = 0,05$$

Janelas c/ proteção externa

$$k = 2,0 \quad \text{W/m}^2\text{°C}$$

DADOS:

$$\frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i} = 0,17$$

$$e = 0,02$$

$$\lambda = 0,06$$

Parede — placa de concreto com vermiculite (cor branca)

$$k = 1,1 \quad \text{W/m}^2\text{°C}$$

DADOS:

Concreto: $e = 0,13$ Argam.: $e = 0,02$
 $\lambda = 0,19$ $\lambda = 0,85$

Cobertura
— para fluxo ascendente (ganhos de calor)

$$k = 0,28 \quad \text{W/m}^2\text{°C}$$

DADOS:

$$\frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i} = 0,22$$

$$e_1 = 0,002 \quad e_2 = 0,1 \quad e_3 = 0,002$$

$$\lambda = 0,46 \quad \lambda = 0,03 \quad \lambda = 0,46$$

— para fluxo descendente (perdas de calor)

$$k = 0,29 \quad \text{W/m}^2\text{°C}$$

DADOS:

$$\frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i} = 0,14$$

$$e_1 = 0,002 \quad e_2 = 0,1 \quad e_3 = 0,002$$

$$\lambda = 0,46 \quad \lambda = 0,03 \quad \lambda = 0,46$$

2- Cálculo dos ganhos de calor solar:

Fórmulas: para superfícies opacas

$$Q_{op} = A_{op} \times \frac{\alpha \times K}{h_e} \times I_g$$

Peitoril:

$$Q_1 = 0,120 \quad I_g \quad (\text{W})$$

- para superfícies transparentes

$$Q_{tr} = A_{tr} \times S_{tr} \times I_g \quad (\text{W})$$

DADOS:

$$A_{op} = 1 \times 38 = 38 \text{m}^2$$

$$\alpha = 0,2$$

$$K = 0,3$$

$$h_e = 20$$

Janelas c/ proteção externa (considera-se o brise): DADOS:

$$A_{op} = 3,75 \times 16 = 60 \text{m}^2$$

$$Q2 = 4,17 \text{ Ig (W)}$$

Parede:

$$Q3 = 0,702 \text{ Ig (W)}$$

Cobertura:

$$Q4 = 0,814 \text{ Ig (W)}$$

$$\alpha = 0,7$$

$$K = 2,0$$

$$he = 20$$

DADOS:

$$Aop = 1 \times 63,25 = 63,25^2$$

$$\alpha = 0,2$$

$$K = 1,1$$

$$he = 20$$

DADOS:

$$Aop = 42 \times 45 = 1.890,00 \text{ m}^2$$

$$\alpha = 0,03$$

$$K = 0,3$$

$$he = 20$$

3 - Planilha de ganhos de calor solar:

Tabela 03: Dados de Radiação Solar Incidente (Ig) sobre Planos Verticais e Horizontais (W/m²). Latitude: 0°.

hora	Fachada Norte				Cobertura		Totais W
	Ig (W/m ²)	Peitoril (Ig)	janelas (Ig)	Empena (Ig)	Ig (W/m ²)	Ig	
		0,120	4,17	0,702		0,814	
08 h	45	5	188	32	424	345	570
09 h	53	6	221	37	669	545	809
10 h	60	7	250	42	869	708	1.007
11 h	63	8	263	44	992	808	1.122
12 h	65	8	271	46	1033	841	1.166
13 h	63	8	263	44	992	808	1.122
14 h	60	7	250	42	869	708	1.007
15 h	53	6	221	37	669	545	809
16 h	45	5	188	32	424	345	570
17 h	28	3	117	20	155	126	266

Fonte: Gonçalves(32) e LNEC.

Maior incidência = **1.166W**

4 Ganhos de calor devidos à ocupação (calor sensível) e máquinas

4.1 Pessoas:

Atividade: em pé- trabalho leve

$$Qe = 40 \times 65 \text{ W}$$

$$Qe = 2600 \text{ W}$$

DADOS:

$$W/\text{pessoa} = 65; \text{ N}^\circ \text{ pessoas} = 40$$

4.2 Máquinas:

Q_{máq} = 60% da potencia nominal:

DADOS:

Tabela 04: cargas térmicas provenientes de máquinas.

MÁQUINAS UTILIZADAS			
Descrição	Quantidade	Potencia(W)	Total(W)
Esteira Industrial Horizontal (10 x 0,5m)	4	1100	4400
Prensa Forzan Vertical 10t:	4	2944	11776
Máquina de lavagem	2	735	1470
Máquina de secagem	2	735	1470
obs: 1cv=735,5 W			
soma(W)			19.116,00

Fonte: produção dos autores, 2011.

$$Q_{máq} = 11.469,60W$$

5 soma dos ganhos:

$$Q = 1.166W + 2.600W + 11.469,60W$$

$$Q = 15.235W$$

Perdas de calor:**6 Perdas de calor devidas à diferença de temperaturas interna e externa (Δt)**

Fórmulas: para superfícies opacas e

$$Q'_{op} = A_{op} \times K \Delta t \text{ (W)}$$

superfícies transparentes e translúcidas.

$$Q'_{tr} = A_{tr} \times K \Delta t \text{ (W)}$$

Peitoril:

$$Q'1 = 12,0 \Delta t \text{ (W)}$$

DADOS:

$$h = 1\text{m}; L = 38 \text{ m}$$

$$A = 38\text{m}^2$$

$$K = 0,3 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

Janelas c/ proteção externa:

$$Q'2 = 119,2 \Delta t \text{ (W)}$$

DADOS:

$$h = 3,75 \text{ m}; L = 16\text{m}$$

$$K = 2,0\text{W/m}^2\text{°C}$$

Parede:

$$Q'3 = 70,2 \Delta t \text{ (W)}$$

Cobertura (fluxo ascendente)

$$Q'4 = 530,60 \Delta t \text{ (W)}$$

DADOS:

$$h = 1,0\text{m}; L = 63,25\text{m}$$

$$K = 1,1\text{W/m}^2\text{°C}$$

DADOS:

$$L = 42\text{m}; b = 45 \text{ m}$$

$$K = 0,3\text{W/m}^2\text{°C}$$

7 Perdas devidas à ventilação:

Adotando um valor para a taxa horária de renovação — N — adotada sob o ponto de vista da suficiência e conferida quanto ao dimensionamento do sistema de aberturas no item do cálculo da ventilação, vazão e fluxo de ar no ambiente:

FÓRMULA:

$$Q'_{vent} = 0,35 \times N \times V \times \Delta t$$

Coef. = 0,35

$$Q'_{vent} = 157.973\Delta t \text{ (W)}$$

DADOS:

verificar o nº de renovações na ventilação.

$$N = 29,85 \text{ Trocas/h}$$

$$C = 45\text{m}; b = 42\text{m}; H = 8\text{m}$$

$$V = 15.120,00\text{m}^3$$

TOTAL DE PERDAS DE CALOR:

$$Q' = Q'1 + Q'2 + Q'3 + Q'4 + Q'_{vent}$$

$$Q' = 158.705,35 \Delta t \text{ (W)}$$

DADOS:

$$Q'1 = 12,0 \Delta t \text{ (W)}$$

$$Q'2 = 119,2 \Delta t \text{ (W)}$$

$$Q'3 = 70,2 \Delta t \text{ (W)}$$

$$Q'4 = 530,60 \Delta t \text{ (W)}$$

$$Q'_{\text{vent}} = 157.973 \Delta t \text{ (W)}$$

Balço térmico: ganhos = perdas

$$\boxed{Q = Q'} \rightarrow 15.235 = 158.705,35 = \frac{15.235}{158.705,35 \Delta t} \text{ (W)}$$

$$\Delta t = 0,096^\circ \text{C}$$

8 Avaliação da inércia - Peso da parede (inclusive piso e teto)

Fórmula:

$$\boxed{\frac{e \times d \times 1}{2} \text{ (kg/m}^2\text{)}}$$

Peitoril:

- Concreto: (e= 0,15m; d= 200 kg/m ³)	0,15/2 × 200 =	150	(kg/m ²);
- Revestimento (argamassa): (chapisco + emboço + reboco + pintura):		128	(kg/m ²)
	Total=	278	(kg/m²)

Parede:

-concreto: (e=0,15; d=600 kg/m ³)	=	45	(kg/m ²);
-argamassa: (chapisco + emboço + reboco + pintura).=		128	(kg/m ²)
	Total=	173	(kg/m²)

Cobertura: (e = 0,11 m; d₁= 7800, d₂100, d₃7800 kg/m³). **Total =50,8 kg/m²**

—Parede/administrativo (alvenaria)

Alvenaria: (e =0,13/2m; d =1700(kg/m ²))	55,25	(kg/m ²)
Argamassa: (chapisco + emboço + reboco + pintura(e=0,5+2,5+1=4cm).=64(kg/m ²))		
Total=	119,25	(kg/m²)

—Parede/depósito (alvenaria)

Alvenaria: (e =0,13/2m; d =1700(kg/m ³))	55,25	(kg/m ²).
Argamassa: (chapisco + emboço + reboco + pintura- e= 0,5+2,5+1= 4cm).= 64		(kg/m ²).
Total=	119,25	(kg/m²)

—Piso (concreto simples + revestimento)

Concreto (e=0,15; d= 2000(kg/m ³))		
Revestimento em granilite (e=0,02m; d=2700(kg/m ³)).		
Total=	204	(kg/m²)

Segundo o peso de cada parede e a resistência térmica de seu revestimento, pode-se determinar a superfície equivalente pesada. Croiset, (1972) apresenta um método simplificado para apreciação da inércia de uma parede interior (inclusive piso e teto), que consiste em aplicar um coeficiente igual a 1, 2/3, 1/3 ou 0, segundo o seu peso e a resistência térmica do seu revestimento, conforme a tabela 05:

Tabela 05: coeficientes aplicados para apreciação da inércia de uma parede

Resistência térmica do revestimento (m°C/W)			
Características	Inferior a 0,15	Entre 0,15 e 0,50	Superior a 0,50
Parede pesando + de 200 kg/m ²	1	2/3	0
Parede pesando entre 200 e 100 kg/m ²	2/3	1/3	0
Parede pesando entre 100 e 500 kg/m ²	1/3	0	0
Parede pesando mais de 50 kg/m ²	0	0	0

Fonte: Croiset, (1972), Apud Frota e Schiffer (2003, P.51).

Como uma parede (inclusive piso e teto) divide dois ambientes, considera-se apenas a metade de sua espessura, posto que a outra metade será considerada como do recinto vizinho.

Dessa forma, Para as superfícies da usina os resultados da inércia foram os seguintes:

Tabela 06: Coeficientes aplicados para apreciação da inércia da parede da usina.

Superfícies exteriores		
Local	Área (m ²)	Coeficiente
Peitoril	38	2/3(com tratamento)
Parede	63,25	2/3(com tratamento)
Cobertura	1890	1/3(com tratamento)
Superfícies interiores		
Parede/administrativo	76	2/3 (0,04/0,85 < 0,15)
Parede/depósito	296	2/3 (0,04/0,85 < 0,15)
Piso	1890	2/3 (sem tratamento)

Fonte: produção dos autores, (1972).

$$(38 \times 2/3) + (63,25 \times 2/3) + (1890 \times 1/3) + (76 \times 2/3) + (1890 \times 2/3) = 2847,5 \text{ m}^2$$

$$E, \quad \frac{\text{superfície equivalente pesada}}{\text{área do piso}} = \frac{2847,5}{1.890} = \mathbf{1,51.}$$

A inércia do recinto considerado pode ser então classificada, segundo o valor da relação base superfície equivalente pesada / área do piso do local:

Tabela 07 – Coeficientes de Croiset, (1972).

Superfície equivalente pesada /área	Tipo de inercia
Inferior a 0,5	Inércia muito fraca
Entre 0,5 e 1,5	Inércia fraca
Superior a 1,5 e sem cumprir a condição definida para inércia forte	Inércia média
Superior a 1,5 e se a metade das paredes pesar mais de 300 Kg/m ²	Inércia forte

Fonte: Croiset, (1972), Apud, Frota e Schiffer (2003, P.51).

O amortecimento e o atraso serão tanto maiores quanto maior for a inércia da construção. Considera-se que a construção está assentada diretamente sobre o solo ou erguida sobre laje de grande espessura. Podem ser adotados os seguintes valores para o amortecimento:

Tabela 08 – Índices de inércia da construção

Para construção de inércia muito fraca	$m = 0,4;$
Para construção de inércia fraca	$m = 0,6;$
Para construção de inércia média	$m = 0,8;$
Para construção de inércia forte	$m = 1,0.$

Fonte: Croiset, (1972), Apud Frota e Schiffer (2003, P.51).

Sendo, portanto, a inércia classificada como Média, e o coeficiente de inércia de Croiset, (1972) é. $m = 0,8$.

9 Cálculo de temperatura externa média — (te) e alongação — (E)

Pior cenário-Mês Mais Quente = 15h de Novembro.

$T_d = 32,1^\circ\text{C}$ — Média mensal das temperaturas máximas diárias em $^\circ\text{C}$.

$t_d = 23^\circ\text{C}$ — Média mensal das temperaturas mínimas diárias em $^\circ\text{C}$.

$T_s = 36,9^\circ\text{C}$ — Temperatura máxima observada no mês (média) em $^\circ\text{C}$.

$t_s = 20,8^\circ\text{C}$ — Temperatura mínima observada no mês (média) em $^\circ\text{C}$.

$$T_{\text{max}} = \frac{36,9 + 32,1}{2} = 34,5^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{min}} = \frac{23 + 20,8}{2} = 21,9^\circ\text{C}$$

$$t_e = \frac{34,5 + 21,9}{2} = 28,20^\circ\text{C}$$

$$A = 34,5 - 21,9 = 12,60^\circ\text{C} \quad e \quad E = \frac{12,60}{2} = 6,3^\circ\text{C}$$

Cálculo da temperatura interna máxima resultante — (T_{imax})

$$T_{\text{imax}} = t_e + (1 - m) E + (1 - m) \Delta t$$

$$T_{\text{imax}} = 29,48^\circ\text{C}$$

Dados:

$t_e = 28,20^\circ\text{C}$

$m = 0,8$

$E = 6,3^\circ\text{C}$

$\Delta t = 0,096^\circ\text{C}$

VERIFICAÇÃO DA VENTILAÇÃO:

Dados:

Cidade: Macapá

Ambiente Usina: Área de Beneficiamento dos Resíduos

Dimensões: Compr. (m)=38 ; L (m)=46 ; H (m)=8

Velocidade do Vento= **7,8 m/s** - Fonte: Jesus& Neves (2006)
 Volume= **13.984,00 m³**; N° Pessoas= **40**.
 Volume.= **349,6 m³/ pessoa**.

VAZÃO PARA HIGIENE (Ábaco): Frota e Schiffer (2003, p.223).

$\phi_{\text{higTotal}} = X \times \text{n}^\circ \text{ pessoas (m}^3/\text{h)}$.

onde: X é o valor da vazão encontrado no Ábaco

X=vazão requerida - do ábaco = 12 m³/ h/pessoa

X=Vazão total requerida para a usina para 40 pessoas = 480,00 m³/ h

$\phi_{\text{higTotal}} = 19.200,00 \text{ m}^3/\text{h}$

CORREÇÃO DO VENTO DEVIDO SUA ANGULAÇÃO COM A FACHADA

No caso de o vento não ser normal à abertura:

$$v = v_o \cdot \cos\theta \quad (\text{m/s})$$

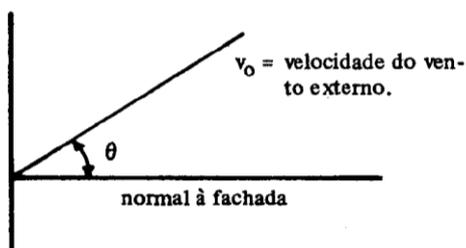
sendo:

$$V_o = 7,8 \text{ m/s}$$

$$\Theta = 45^\circ$$

$$\text{COS } \Theta = 0,71$$

$$V = 5,5 \text{ m/s}$$



CORREÇÃO DA VELOCIDADE DO VENTO LOCAL (Fonte: Lamberts (2001, P.104)).

$$V_H = V_{10} K H^A \quad (\text{m/s})$$

Onde:

V_z - é a velocidade do vento na altura Z de interesse (m/s);

V_{10} - é a velocidade do vento a 10 metros de altura (m/s);

H - é a altura da cumeeira para edificações de até dois andares ou a altura da janela para edificações mais altas (m); $H=4\text{m}$

K e a - são função da localização da edificação e podem ser obtidos na tabela 17

TERRENO	K	A
Campo aberto	0,68	0,17
Campo c/ poucos obstáculos	0,52	0,20
Área urbana	0,40	0,25
Centro urbano	0,31	0,33

$$V_H = 4,75 \text{ m/s}$$

Fonte: Lamberts (2001, P.104).

O fluxo da ventilação devido à ação dos ventos pode ser calculado por meio da seguinte expressão:

$$\phi_v = c_a \cdot A_o \cdot v \sqrt{(c_e - c_s)} \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad \text{Fonte: Frota e Schiffer (2003, p.127).}$$

onde:

ϕ_v — fluxo ou vazão de ar pela ação dos ventos (m³/s);

c_a — coeficiente de perda de carga por ação dos ventos (0,6);

A_o — área equivalente das aberturas (m²);

v — velocidade do vento externo resultante na abertura (m/s);

c_e — coeficiente de pressão da abertura de entrada de ar;

c_s — coeficiente de pressão da abertura de saída de ar.

No que se refere a A_o , será função das áreas das aberturas de entrada e de saída do ar, dentro da seguinte relação:

$$\frac{1}{A_o^2} = \frac{1}{A_e^2} + \frac{1}{A_s^2}$$

$$\frac{1}{A_o^2} = 0,000555556$$

$$A_o^2 = 1.800,00$$

$$A_o = 42,43 \text{ m}^2$$

Para o caso de aberturas iguais: sendo,

$A_e = 60$ — área da abertura de entrada (m²);

$A_s = 60$ — área da abertura de saída (m²).

$c_e - c_s = 0,92$ — Diferença entre os coeficientes de pressão.

Tabela 15. Diferença entre os coeficientes de pressão do vento para casas em campo aberto.	
Ângulo de incidência (θ)	Diferença entre os coeficientes de pressão do vento (ΔC_p)
$0 \leq \theta \leq 30^\circ$	1,2
$30^\circ < \theta \leq 90^\circ$	$0,1 + 0,0183 \cdot (90 - \theta)$

$$\phi_v = 115,96 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

VAZÃO DE AR

$$Q = V \cdot A \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$Q = 284,95 \text{ (m}^3/\text{s) (x 3600)}$$

$$Q = 1.025.806,20 \text{ (m}^3/\text{H)}$$

NÚMERO DE RENOVAÇÕES DO AR POR UNIDADE DE TEMPO

$$Nr = Q/V \text{ [(m}^3/\text{s)/m}^3]$$

$$Nr = 0,01 \text{ renovações/s (x 3600)}$$

NÚMERO DE RENOVAÇÕES DO AR POR UNIDADE DE TEMPO

$$Nr = 29,85 \text{ Renovações/h}$$

$$Nr = Q / V$$

Q = vazão de ar (m³/s; m³/h) - volume de ar que penetra no ambiente, por unidade de tempo

V = volume do ambiente (m³)

APENDICE B - MEMORIAL DESCRITIVO

O Memorial descritivo a seguir tem como objetivo elucidar os componentes de um complexo arquitetônico de um prédio de três pavimentos destinados às instalações do Conselho Regional de Medicina; situado na Rod. BR 210 Km 07, Município de Macapá – Amapá.

A área construída em estudo compreende aproximadamente, 5.023,29m² e a área total do terreno é igual a 15.080m². sendo 5.412 m² de área pavimentada.

1) PROJETO ARQUITETÔNICO

A presente especificação se refere à execução da construção de um prédio, conforme o projeto em questão. Os materiais especificados obedecerão rigorosamente ao projeto arquitetônico.

PROJETO

O projeto de arquitetura desenvolvido nesta monografia segue as seguintes disposições requeridas pelo projeto.

2) MATEIRAIS DE ACABAMENTO

2.1) PISOS

2.1.1) Camada Regularizadora

Todos os pisos, antes da pavimentação final, deverão ser previamente regularizados obedecendo aos níveis de inclinação previstos para a pavimentação que as deve recobrir. Deverá ser prevista nesta camada a devida inclinação em direção aos ralos de escoamento, para os pisos das áreas molhadas.

2.1.2) Estacionamento

Para a execução do piso da garagem, deverá ser feito um piso tipo cimentado com juntas plásticas 1mx1m, com acabamento liso com a devida sinalização e marcação das garagens pintadas na cor amarela.

2.1.3) Calçada

Para a execução da calçada externa, deverá ser feito um piso do tipo cimentado, com acabamento liso, sarrafeado e esponjado, com juntas plásticas dispostas a cada dois metros, no sentido do comprimento da calçada. O nível a ser obedecido é o nível do piso existente da calçada.

2.2) PAREDES

2.2.1) Alvenaria de tijolo cerâmico

As alvenarias serão executadas com tijolo cerâmico, de 1ª qualidade. As espessuras das paredes obedecerão rigidamente as cotas apresentadas em projetos arquitetônicos. As fiadas obedecerão a um perfeito nível, alinhamento e prumo. As juntas terão espessura máxima de 1,50 cm e serão rebaixadas à ponta de colher para que o emboço tenha maior aderência.

2.3) REVESTIMENTOS

2.3.1) Chapisco

Será executado nas superfícies destinadas a receber reboco ou emboço (alvenaria e concreto), com argamassa (cimento e areia grossa), previamente umedecida.

2.3.2) Reboco

Os rebocos nas paredes serão executados com argamassa de cimento, areia e barro nas paredes definidas em projeto e destinadas a receber revestimentos de argamassa e pintura posterior.

2.3.3) Emboço

As superfícies que receberem qualquer outro revestimento (revestimento cerâmico) deverão ter acabamento áspero de acordo com as recomendações técnicas.

2.3.4) Revestimento cerâmico - Interno

Os ambientes indicados na planta (banheiro e copa) deverão receber revestimento em pastilha glass mosaic branca 0,30cm x 0,30cm.

2.3.5) Pintura interna

Os ambientes internos receberão pintura PVA na cor branco neve, sobre reboco liso com massa PVA, aplicado em duas demãos, até o forro, acetinado nas paredes na cor branco gelo de acordo com as especificações do fabricante. E no forro será aplicada pintura PVA fosca na cor branco neve.

2.3.6) Revestimento externo

De acordo com as indicações nas fachadas - ver projeto arquitetônico - as paredes serão revestidas com pastilha de vidro - Glass Mosaic – na cor branca.

2.3.7) Guarita

De acordo com as indicações nas fachadas - ver projeto arquitetônico - as paredes externas serão revestidas com pastilha de vidro – Glass Mosaic – na cor branca.

2.3) RODAPÉS, SOLEIRAS E PEITORIS

2.3.1) Soleiras

Serão colocadas soleiras em vãos entre locais com pavimentação diversa, ou com diferença de nível, com espessura de 2 cm e na espessura da parede. As soleiras serão em granito branco veneziano com acabamento polido.

2.3.2) Peitoris

Serão colocados peitoris nas janelas e balancins em granito branco veneziano com acabamento polido, rebaixo e espessura mínima de 2cm, assentadas. A largura dos peitoris deve ser a espessura da parede mais 4cm de folga.

2.3.4) Rodapés

Nos ambientes internos, deverá ser usado rodapé em madeira de lei tipo freijó com altura h=10,0cm assentado com parafusos.

2.4) ESQUADRIAS

2.4.1) Esquadrias de vidro

Todas as esquadrias externas, inclusive guarita, serão de vidro temperado 8mm na cor translúcido executadas com perfis de alumínio natural e trancas cromadas. As medidas deverão ser conferidas in loco.

2.4.2) Portas

Internamente, serão instaladas portas tipo pranchetão com revestimento de laminado de madeira e guarnições em madeira de lei maciça tipo freijó com polimento em selador; e portas em vidro temperado 8mm na cor fumê de duas folhas com os seguintes vãos.

2.5) LOUÇAS E METAIS

Para os banheiros e lavabos serão colocadas vaso com caixa acoplada (46 unidades), cubas de lavatório (35 unidades), mictórios (10 unidades) de cor branca, da marca *DECA* e metais sanitários de fabricação *DOCOL* com assentamento por mão de obra especializada. Para as cozinhas e áreas de serviço, serão utilizadas cubas retangulares de inox da marca *Tramontina*.

2.6) FORRO

Deverá ser executado forro liso em gesso com placa 60x60cm. Sendo aplicada uma camada de selador para gesso e pintura na cor branco neve fosco PVA.

2.7) COBERTURA

A cobertura será executada em telha metálica ondina, obedecendo às indicações do projeto arquitetônico e recomendações do fabricante.

2.8) ELEVADOR

Haverá 2 elevadores da marca OTIS ou similar, com piso em granito branco.

2.9) ESCADA

O piso da escada será revestido em granito branco veneziano polido, com faixas antiderrapantes de 5 cm na extremidade do degrau. O corrimão será em tubo inox de 2", ver det.

2.10) BANCADAS

Todas as bancadas serão de granito branco veneziano com acabamento polido com as dimensões especificadas no projeto arquitetônico. Todas possuirão rodabanca e saia do mesmo granito medindo 15 cm.

APÊNDICE C- Orçamento Estimativo da Usina com e sem Tratamento.

1 B.D.I (BONIFICAÇÃO POR DESPESAS INDIRETAS) :LOCAL=MACAPÁ

COMPOSIÇÃO DE B.D.I PARA MACAPÁ		
ITEM	DESCRIÇÃO	%
1.0	Administração Central	4,00%
3.0	Taxas, emolumentos e impostos	
3.1	ISSQN	3,00%
3.2	PIS	0,65%
3.3	COFINS	3,00%
4.0	Encargos financeiros	2,32%
5.0	Lucro Bruto	14,03%
	Total	27,00%

FONTE: SINAPI - Sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil, 2011.

Para a realização do Orçamento estimativo, foram utilizados dados de referencia **SINAPI** - Sistema nacional de pesquisa de custos de composições – sintético e índices da construção civil coletados em abril de 2011. No anexo 01, será mostrada uma tabela resumo com a composição de preços, do SINAPI, 2011 para os principais serviços e preços de materiais.

Os preços dos materiais para tratamento foram estimados de acordo com o custo estabelecidos pelos fabricantes, a preço dos serviços e materiais instalados ou montados na obra.

2 ORÇAMENTO ESTIMATIVO - USINA DE RECICLAGEM SEM TRATAMENTO TÉRMICO

2.1 PLANÍLIA ORÇAMENTÁRIA ESTIMATIVA: (Preço Referencia SINAPI, Maio, 2011).

CÓD.	DESCRIÇÃO	UN	QUANTI DADE	CUSTO TOTAL		TOTAL DOS ITENS
				Mat. + m.o.+ Encargos	TOTAL GERAL	
	SERVIÇOS PRELIMINARES					195.176,72
020202	Limpeza do terreno C/raspagem superficial	M²	14.000,00	1,30	18.200,00	
	Placas da obra	M²	6,00	157,85	947,10	
020501	Locação da obra	M²	10.169,00	3,64	37.015,16	
020404	Abrigo provisório	M²	200,00	50,00	10.000,00	
	MOVIM. de TERRA/VALAS	M³	843,48	3,08	2.597,92	
	ATERRO APILOADO	M³	2.934,46	43,08	126.416,54	
	FUNDAÇÕES					320.879,35
060103	Sapatas					
060205	Formas	M²	5,68	24,00	136,32	
060204	Aço 5,0 mm + Aram. Rec.	KG	78,60	6,60	518,76	
060403	Aço 16,0 mm	KG	1.949,25	5,98	11.656,52	
060411	Concreto	M³	25,99	595,13	15.467,43	
	Lançamento de concreto	M³	25,99	43,93	1.141,74	
	Viga Baldrame					

	Formas	M ²	843,48	24,00	20.243,52	
	Aço 5,0 mm + Aram. Rec.	KG	2.794,56	6,60	18.444,10	
	Aço 16,0 mm	KG	17.466,00	5,98	104.446,68	
	Concreto	M ³	232,88	595,13	138.593,87	
	Lançamento de concreto	M ³	232,88	43,93	10.230,42	
	ESTRUTURA					658.107,42
060103	Lajes, Marq., Escadas, P. elevação.					
060205	Formas	M ²	40,78	24,00	978,72	
060204	Aço 5,0 mm + Aram. Rec.	KG	294,40	6,60	1.943,04	
03	Aço 16,0 mm	KG	2.649,60	5,98	15.844,61	
060411	Concreto	M ³	29,44	595,13	17.520,63	
	Lançamento de concreto	M ³	29,44	43,93	1.293,30	
060103	Vigas					
060205	Formas	M ²	1.015,69	39,51	40.129,91	
060204	Aço 5,0 mm + Aram. Rec.	KG	1.400,00	6,60	9.240,00	
060403	Aço 16,0 mm	KG	6.300,00	5,98	37.674,00	
060411	Concreto	M ³	70,00	595,13	41.659,10	
	Lançamento de concreto	M ³	70,00	43,93	3.075,10	
060103	Pilares					
060205	Formas	M ²	873,60	39,51	34.515,94	
060204	Aço 5,0 mm + Aram. Rec.	KG	1.393,20	6,60	9.195,12	
060403	Aço 16,0 mm	KG	6.269,40	5,98	37.491,01	
060411	Concreto	M ³	69,66	595,13	41.456,76	
	Lançamento de concreto	M ³	69,66	43,93	3.060,16	
	Contra-piso em concreto e=8cm		4.324,36	83,95	363.030,02	
	DESCRIÇÃO	UN	Q. TOTAL	MAT. + EQUIP.	TOTAL	
CÓD.	PAREDES E PAINÉIS					380.224,59
	Alvenaria tijolo e= 9 cm	M ²	5.558,95	23,97	133.248,03	
070153	Gesso cartonado (Dry Wall)	M ²	190,00	487,98	92.716,20	
070153	Divisória em placa de fibrocimento	M ²	118,52	986,76	116.954,74	
070160	Divisória em Vidro	M ²	19,88	1.876,54	37.305,62	
070164	VERGAS E CONTRA-VERGAS					
	Vergas em concreto armado	M ³	6,28	830,65	5.216,48	
070401	IMPERMEABILIZAÇÃO					
	Impermeabiliz. de pisos de sanitários	M ²	146,80	26,38	3.872,58	
	Impermeabilização de caixa d'água	M ²	155,00	26,38	4.088,90	
120203	Impermeabilização de lajes	M ²	528,25	2,63	1.389,30	
120304	ESQUADRIAS					865.495,10
	PORTAS					
	Madeira					
	Porta MDF Laqueada.	M ²	124,52	769,77	95.851,76	
080102	METÁLICAS					
	Porta sifonada	M ²	3,87	189,65	733,95	
	AÇO	M ²	2,20	285,11	627,24	
	Alumínio	M ²	52,92	347,65	18.397,64	
	Vidro c/ acessórios	M ²	6,56	690,00	4.526,40	
	JANELAS	M ²				
	Vidro	M ²	45,57	720,00	32.810,40	
	VENEZIANAS	UN	70,20			
	BALANCINS	UN				
	Vidro.	UN	26,31	690,00	18.153,90	
	PAINÉIS	UN				
	Vidro	UN	686,86	989,76	679.826,55	
	COBERTURA					1.028.754,6
	Estrutura + Cobertura com telha Roll-On. Sem tratamento p/ setor de processamento dos resíduos.	M ²	2.677,27	336,82	636.589,80	
	Estrutura+ Cobertura telha Roll- On	m ²	787,27	336,82	265.168,28	

	sem tratamento p/ outros ambientes.					
	Estrut. Met.+cobertura. Telha Ondina.	M ²	58,80	436,80	25.683,84	
	Cobertura com telha ondina.	M ²	456,02	30,00	13.680,60	
	Estrutura Metálica Pórtico	M ²	112,60	59,28	6.674,93	
	Revest. Alumínio Pórtico	M ²	315,56	220,00	69.423,20	
	Instalações Hidráulicas	VB				
	Instalações conforme projetos					
	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	34,00	180,00	6.120,00	
	Cuba de embutir	UN	39,00	138,82	5.413,98	
ACABAMENTO						
CÓD.	DESCRIÇÃO	UN	TOTAL	CUSTO TOTAL		
150101	REVESTIMENTO INTERNO DE PAREDES			MAT. + EQUIP.	TOTAL	930.085,45
150209	Chapisco	M ²	5.558,95	4,24	23.569,95	
150318	Emboço	M ²	5.558,95	15,02	83.495,43	
150410	Reboco	M ²	5.558,95	18,00	100.061,10	
150418	Cerâmico	M ²	238,10	30,00	7.143,00	
	REVESTIMENTO INTERNO TETOS					
140202	Chapisco	M ²	11,30	4,24	47,91	
140311	Emboço	M ²	11,30	15,02	169,73	
140404	Reboco	M ²	11,30	18,00	203,40	
	Forro de gesso em placas	M ²	600,00	40,19	24.114,00	
	Moldura de gesso	M	240,00	10,00	2.400,00	
	REVESTIMENTO DE PISOS					
170203	Regularização para pisos cerâmicos	M ²	178,48	24,00	4.283,52	
170326	Piso em porcelanato	M ²	178,48			
170327	Regularização de base para piso de granilite	M ²	2.704,00	24,00	64.896,00	
170341	Piso de granilite c rodapé	M ²	2.734,00	59,00	161.306,00	
170342	Regularização de base para carpete	M ²	74,60	24,00	1.790,40	
170331	Carpete c rodapé	M ²	74,60			
	Regularização para pisos de granito	M ²	562,00	24,00	13.488,00	
170333	Granito arabesco	M ²	562,00	269,24	151.312,88	
	Rodapé de granito	M	281,00	20,00	5.620,00	
170409	Degraus de granito	M	31,20			
170416	Soleira de granito	M	10,88	49,56	539,21	
170416	Piso Laminado	M ²	24,00	72,28	1.734,72	
	PINTURA INTERNA					
200204	Emassamento de paredes para pintura	M ²	5.320,00	7,00	37.240,00	
	Tinta Acrílica Semi-Brilho	M ²	5.320,00	9,00	47.880,00	
	Esmalte sobre esquadrias metálicas	M ²	63,00	9,00	567,00	
	REVESTIMENTOS EXTERNOS					
160209	Chapisco	M ²	5.320,00	4,24	22.556,80	
160311	Emboço	M ²	5.320,00	15,02	79.906,40	
	Reboco	M ²	5.320,00	18,00	95.760,00	
170103	PAVIMENTAÇÃO EXTERNA					325.903,00
170331	Contra piso de concreto e= 8 cm	M ³	471,00	41,00	19.311,00	
170333	pavimentação com blocos de concreto	M ²	4.400,00	69,68	306.592,00	
	SERVIÇOS FINAIS					768.600,00
	Paisagismo	VB	4.900,00	134,00	656.600,00	
	Limpeza geral interna, externa .	VB	14.000,00	8,00	112.000,00	

10.200,00m²

PARCIAL= 5.510.922,22
BDI=27% = 1.487.949,00

686,16 R\$/m²**TOTAL DA OBRA (R\$)= 6.998.871,21**

3 ORÇAMENTO ESTIMATIVO - USINA DE RECICLAGEM COM TRATAMENTO TÉRMICO

3.1 PLANÍLIA ORÇAMENTÁRIA:

OBS: Preço Referencia SINAPI, Maio de 2011.

CÓD.	DESCRIÇÃO	UN	QUANTIDADE	CUSTO TOTAL		TOTAL DOS ITENS
				Mat. + m.o.+ Encargos	TOTAL GERAL	
	SERVIÇOS PRELIMINARES	UN				195.176,7
020202	Limpeza do terreno C/raspagem superficial	M²	14.000,00	1,30	18.200,00	
	Placas da obra	M²	6,00	157,85	947,10	
020501	Locação da obra	M²	10.169,00	3,64	37.015,16	
020404	Abrigo provisório	M²	200,00	50,00	10.000,00	
	MOVIM. de TERRA/VALAS	M³	843,48	3,08	2.597,92	
	ATERRO APILOADO	M³	2.934,46	43,08	126.416,54	
	FUNDAÇÕES					320.879,35
060103	Sapatas					
060205	Formas	M²	5,68	24,00	136,32	
060204	Aço 5,0 mm + Aram. Rec.	KG	78,60	6,60	518,76	
060403	Aço 16,0 mm	KG	1.949,25	5,98	11.656,52	
060411	Concreto	M³	25,99	595,13	15.467,43	
	Lançamento de concreto	M³	25,99	43,93	1.141,74	
	Viga Baldrame					
	Formas	M²	843,48	24,00	20.243,52	
	Aço 5,0 mm + Aram. Rec.	KG	2.794,56	6,60	18.444,10	
	Aço 16,0 mm	KG	17.466,00	5,98	104.446,68	
	Concreto	M³	232,88	595,13	138.593,87	
	Lançamento de concreto	M³	232,88	43,93	10.230,42	
	ESTRUTURA					689.107,4
060103	Lajes, Marquises, Escadas, Poço de elevação.					
060205	Formas	M²	40,78	24,00	978,72	
060204	Aço 5,0 mm + Aram. Rec.	KG	294,40	6,60	1.943,04	
060403	Aço 16,0 mm	KG	2.649,60	5,98	15.844,61	
060411	Concreto	M³	29,44	595,13	17.520,63	
	Lançamento de concreto	M³	29,44	43,93	1.293,30	
060103	Vigas					
060205	Formas	M²	1.015,69	39,51	40.129,91	
060204	Aço 5,0 mm + Aram. Rec.	KG	1.400,00	6,60	9.240,00	
060403	Aço 16,0 mm	KG	6.300,00	5,98	37.674,00	
060411	Concreto	M³	70,00	595,13	41.659,10	
	Lançamento de concreto	M³	70,00	43,93	3.075,10	
060103	Pilares					
060205	Formas	M²	873,60	39,51	34.515,94	
060204	Aço 5,0 mm + Aram. Rec.	KG	1.393,20	6,60	9.195,12	
060403	Aço 16,0 mm	KG	6.269,40	5,98	37.491,01	
060411	Concreto	M³	69,66	595,13	41.456,76	
	Lançamento de concreto	M³	69,66	43,93	3.060,16	
	Contra-piso em concreto e=8cm		4.324,36	83,95	363.030,02	
	DESCRIÇÃO	UN	Q. TOTAL	MAT. + EQUIP.	TOTAL	
CÓD.	PAREDES E PAINÉIS					402.942,5

	Alvenaria tijolo e= 9 cm	M²	5.455,70	23,97	133.248,03	
070153	Gesso cartonado (Dry Wall)	M²	190,00	487,98	92.716,20	
070153	Divisória em placa de fibrocimento	M²	118,52	986,76	116.954,74	
	Peitoril em concreto CELULAR (20 X 30 X 60CM)	M²	38,00	73,60	2.796,80	
	Empena em placas de concreto Com vermiculite	m³	65,25	319,26	20.832,00	
070160	Divisória em Vidro	M²	19,88	1.876,54	37.305,62	
070164	VERGAS E CONTRA-VERGAS					
	Vergas em concreto armado	M³	6,28	830,65	5.216,48	
070401	IMPERMEABILIZAÇÃO					
	Impermeabilização de pisos de sanitários	M²	146,80	26,38	3.872,58	
	Impermeabilização de caixa d'água	M²	155,00	26,38	4.088,90	
120203	Impermeabilização de lajes	M²	528,25	2,63	1.389,30	
120304	ESQUADRIAS					1.312.395,1
	PORTAS					
	Madeira					
	Porta MDF Laqueada	M²	124,52	769,77	95.851,76	
080102	METÁLICAS					
	Porta sifonada	M²	3,87	189,65	733,95	
	AÇO	M²	2,20	285,11	627,24	
	Alumínio	M²	52,92	347,65	18.397,64	
	Vidro c/ acessórios	M²	6,56	690,00	4.526,40	
		M²				
	JANELAS	M²				
	Vidro	M²	45,57	720,00	32.810,40	
	VENEZIANAS	UN	70,20			
	BALANCINS	UN				
	Vidro.	UN	26,31	690,00	18.153,90	
	PAINÉIS	UN				
	Vidro	UN	686,86	989,76	679.826,55	
	Brise em madeira tipo Cedro	m²	205	2.180	446.900,00	
	COBERTURA					1.055.365,8
	Estrutura + Cobertura com telha Roll-On. Com tratamento p/ setor de processamento dos resíduos.	M²	2.677,27	351	663.390	
	Estrutura+ Cobertura com telha Roll-On sem tratamento p/ outros ambientes.	m²	787,27	336,82	265.168,28	
	Estrut. Met. cobertura. com telha Ondina.	M²	58,80	436,80	25.683,84	
	Cobertura com telha ondina.	M²	456,02	30,00	13.680,60	
	ESTRUTURA METÁLICA PÓRTICO	M²	112,60	59,28	6.674,93	
	REVEST. ALUMÍNIO PÓRTICO	M²	315,56	220,00	69.423,20	
	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	VB				
	Instalações conforme projetos					
	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	34,00	180,00	6.120,00	
	Cuba de embutir	UN	39,00	138,82	5.413,98	
ACABAMENTO						
150101	Revestimento Interno De Paredes		TOTAL	MAT. + EQUIP.	TOTAL	930.085,5
150209	Chapisco	M²	5.558,95	4,24	23.569,95	
150318	Emboço	M²	5.558,95	15,02	83.495,43	
150410	Reboco	M²	5.558,95	18,00	100.061,10	
150418	Cerâmico	M²	238,10	30,00	7.143,00	

REVESTIMENTO INTERNO TETOS					
140202	Chapisco	M ²	11,30	4,24	47,91
140311	Emboço	M ²	11,30	15,02	169,73
140404	Reboco	M ²	11,30	18,00	203,40
	Forro de gesso em placas	M ²	600,00	40,19	24.114,00
	Moldura de gesso	M	240,00	10,00	2.400,00
REVESTIMENTO DE PISOS					
170203	Regularização de base para pisos cerâmicos	M ²	178,48	24,00	4.283,52
170326	Piso em porcelanato	M ²	178,48		
170327	Regularização de base para piso de granilite	M ²	2.704,00	24,00	64.896,00
170341	Piso de granilite c rodapé	M ²	2.734,00	59,00	161.306,00
170342	Regularização de base para carpete	M ²	74,60	24,00	1.790,40
170331	Carpete c rodapé	M ²	74,60		
	Regularização de base para pisos de granito	M ²	562,00	24,00	13.488,00
170333	Granito arabesco	M ²	562,00	269,24	151.312,88
	Rodapé de granito	M	281,00	20,00	5.620,00
170409	Degraus de granito	M	31,20		
170416	Soleira de granito	M	10,88	49,56	539,21
170416	Piso Laminado	M ²	24,00	72,28	1.734,72
PINTURA INTERNA					
200204	Emassamento de paredes para pintura	M ²	5.320,00	7,00	37.240,00
	Tinta Acrílica Semi -Brilho	M ²	5.320,00	9,00	47.880,00
	Esmalte sobre esquadrias metálicas	M ²	63,00	9,00	567,00
REVESTIMENTOS EXTERNOS					
160209	Chapisco	M ²	5.320,00	4,24	22.556,80
160311	Emboço	M ²	5.320,00	15,02	79.906,40
	Reboco	M ²	5.320,00	18,00	95.760,00
CÓD.	DESCRIÇÃO	UN	CUSTO TOTAL		
			Q. TOTAL	MAT. + EQUIP.	TOTAL
170103	PAVIMENTAÇÃO EXTERNA				325.903,00
170331	Contra piso de concreto e= 8 cm	M ³	471,00	41,00	19.311,00
170333	pavimentação com blocos de concreto	M ²	4.400,00	69,68	306.592,00
	SERVIÇOS FINAIS				768.600
	Paisagismo	VB	4.900,00	134,00	656.600,00
	Limpeza geral interna, externa e fachada	VB	14.000,00	8,00	112.000,00

10.200,00m²

PARCIAL= . 5.999.111,3

BDI=27% = 1.619.760

743,28 R\$/m²**TOTAL DA OBRA (R\$)= 7.618.871,43**

4 CRONOGRAMA FÍSICO/FINANCEIRO DE DESEMBOLSO

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	%	30 DIAS	60 DIAS	90 DIAS	120 DIAS	150 DIAS	180 DIAS
3.1	SERVIÇOS PRELIMINARES	195.176,72 100,00%	192.608,66 100,00%					
3.3	FUNDAÇÕES	320.879,35 100,00%		320.879,35 100,00%				
3.5	ESTRUTURA	689.107,42 100,00%			344.553,71 50,00%	344.553,71 50,00%		
3.6	PAREDES E PAINÉIS	401.378,49 100,00%					200.689,25 50,00%	200.689,25 50,00%
3.7	COBERTURA	1.055.554,83 100,00%				527.777,42 50,00%	527.777,42 50,00%	
3.8	REVESTIMENTO INTERNO	930.085,45 100,00%			465.042,73 50,00%			465.042,73 50,00%
3.9	ESQUADRIAS COM FERRAGENS E BRISES	1.312.395,10 100,00%					1.312.395,10 100,00%	
3.10	PAVIMENTAÇÃO EXTERNA	325.903,00 100,00%					162.951,50 50,00%	162.951,50 50,00%
3.11	SERVIÇOS FINAIS E LIMPEZA	768.631,00 100,00%				384.315,50 50,00%		384.315,50 50,00%
DESEMBOLSO MENSAL (SEM BDI)		5.999.111,36	192.608,66	320.879,35	809.596,44	1.256.646,63	2.203.813,27	1.212.998,98
BDI (27%)		1.619.760,07	52.004,34	86.637,42	218.591,04	339.294,59	595.029,58	327.509,72
DESEMBOLSO MENSAL (COM BDI)		7.618.871,43	244.613,00	407.516,77	1.028.187,48	1.595.941,22	2.798.842,85	1.540.508,70
TOTAL MENSAL (%)		100,0%	3,21%	5,35%	13,50%	20,95%	36,74%	20,22%
TOTAL ACUMULADO		315.000,00	244.613,00	652.129,77	1.680.317,25	3.276.258,47	6.075.101,32	7.618.871,43
TOTAL ACUMULADO (%)		100,00%	3,21%	8,56%	22,06%	43,01%	79,75%	100%



APÊNDICE D: QUESTIONÁRIO APLICADO NA ENTREVISTA COM OS CATADORES

INFORMAÇÕES PESSOAIS

Nome:		Idade:	
Profissão:		Grau de escolaridade:	
Endereço:			
Filhos:		Idade:	
Estado civil:		Casa própria () Alugada () Cedida () Outros ()	
Transporte para o aterro:			

1. Rotina da coleta: como é feita a coleta? (frequência/horários).

- () Todo dia () Dias _____ () manhã
() tarde

2. Com quem ou onde os filhos ficam enquanto vocês estão trabalhando?

- () Em casa () Creche () Escola
() Outros _____

3. Para quem é vendido cada tipo de material?

- () Atravessadores () Sucataria () Fábricas
() Outros _____

4. Quais os tipos de materiais recolhidos? Quais os mais procurados?

- () Plásticos () PET () Papel () Vidro
() Quiboa () Metal (Ferro/Alumínio/Cobre)

- () Plásticos () PET () Papel () Vidro
() Quiboa () Metal (Ferro/Alumínio/Cobre)

5. Qual a quantidade média semanal de cada um desses materiais? Em Kg.

- () Plásticos () PET () Papel () Vidro
() Quiboa () Metal (Ferro/Alumínio/Cobre)

6. Qual o tipo de material mais encontrado na mistura desses resíduos?

- () Plásticos () PET () Papel () Vidro () Quiboa
() Metal (Ferro/Alumínio/Cobre) () Outros _____

7. Chega resíduo já separado? Existe algum tipo de doação de resíduos por parte da população?

- () Não () Sim. De onde? _____
() Não () Sim. De quem? _____

8. Qual o preço de cada um dos enfardados? Em R\$.

- () Plásticos () PET () Papel () Vidro

- () Quiboa () Metal (Ferro/Alumínio/Cobre)

9. O poder público participa desse processo de catação e reciclagem?

- () Não () Sim. Como? _____

10. Você acha viável economicamente uma usina de reciclagem? Quais os benefícios?

- () Não () Sim.
Quais os benefícios? _____

11. No caso da implantação de uma usina de reciclagem, vocês realizariam essa coleta?

- () Não () Sim. Como? _____

12. Vocês têm conhecimento de alguma empresa que realize coleta seletiva e entregue diretamente aos recicladores?

- () Não () Sim. Qual? _____

15. Você desenvolveria melhor o seu trabalho num ambiente mais confortável e adequado à atividade de reciclagem?

- () Não () Sim.

16. Qual a perspectiva de vocês em relação ao fechamento do lixão? Existe alguma alternativa do poder público para atender as pessoas que trabalham como catadores?

- () Não há () Desempregado () Outros _____

17. Quais as doenças/ contaminações ou sintomas mais freqüentes que vocês adquirem?

- () Malária () Dengue () Doenças Respiratórias
() Insolação () Febre/Dor de Cabeça () Outros _____

18. Vocês já sofreram acidentes de trabalho na catação?

- () Não () Sim. Qual? _____

19. Qual a sua renda média mensal, catando esses resíduos?

ANEXO

COMPOSIÇÕES UNITÁRIAS PARA EMBASAMENTO DO ORÇAMENTO

Tabela 01: Custo de Composições - Sintético

Código	Descrição	Unidade	Custo Total (R\$)
74242/001	Barracão de obra em chapa de madeira compensada com banheiro, cobertura.	M ²	108,75
74209/001	Placa de obra em chapa de aço galvanizado	M ²	157,85
73866/002	Estrutura para cobertura tipo fink, em alumínio anodizado, vão de 30m.	M ²	436,80
75381/001	Cobertura Com Telha Chapa Aço Zincado, Ondulada, Esp=0,5mm	M ²	30,00
72114	Estrutura Metálica Em Tesouras, Vão 30m.	M ²	59,28
73933/001	Porta de Ferro Abrir Tipo Grade com Chapa 0,87x2,10m, Incluso Guarnico.	M ²	218,18
74136/001	Porta de aço de enrolar tipo grade, chapa 14.	M ²	285,11
72120	Vidro temperado incolor, espessura 10mm	M ²	210,33
72123	Vidro aramado, espessura 7mm	M ²	326,62
73838/001	Porta de vidro temperado, 0,9x2,10m, espessura 10mm, inclusive acessórios	UN	1.309,49
68052	Janela alumínio, basculante, serie 25.	M ²	250,36
5987	Forma plana em chapa compensada resinada, estrutural, e = 12 mm, com Eapr.8x.	M ²	39,51
74254/001	Armação aço ca-50 diam.16,0 (5/8) à 25,0mm (1) - fornecimento/ corte (p Erda de 10%) / dobra / colocação.	kg	5,98
74254/002	Armação aço ca-50, diam. 6,3 (1/4) à 12,5mm(1/2) - fornecimento/ corte(kg	6,60
74138/004	Concreto usinado bombeado fck=30mpa, inclusive colocação, espalhamento.	M ³	595,13
74099/001	Verga, contraverga, ou cinta em concreto armado fck=20mpa, prep. Mecan. Ico, forma canaleta (15x20x20), aço CA 60 5.0 (taxa de ferragem = 45,13 kg/m3).	M ³	854,76
68053	Impermeabilização com manta- Lona plástica preta, espessura 150 micras - fornecimento e colocação.	M ²	2,63
73872/001	Pintura impermeabilizante com tinta a base de resina epóxi alcatrão,	M ²	14,94
6021	Vaso sanitário sifonado louça branca padrão popular.	un	112,46
6009	lavatório em louca branca, sem coluna padrão popular, com torneira cromada popular , sifão, válvula e engate plástico.	un	104,68
73911/001	Cuba aço inoxidável 40,0x34,0x11,5 cm, com sifão em metal cromado 1.1/	un	138,82
7011	Escavação e acerto manual na faixa de 0,45m de largura p/ execução	M	2,00
5835	Aterro interno (edificações) compactado manualmente	M ³	19,46
5626	Transporte de material de qualquer natureza dm t> 10 km	t/km	0,60
6519	alvenaria em tijolo cerâmico maciço 5x10x20cm 1 vez (espessura 20cm),	M ²	134,70
73998/001	Alvenaria de blocos de concreto vedação 9x19x39cm, espessura 9cm.	M ²	21,64
73863/001	Alvenaria com blocos de concreto celular 10x30x60cm, espessura 10cm,	M ²	28,64
73764/002	Pavimentação em blocos de concreto sextavado, espessura 8 cm, com junt.	M ²	51,11
73892/001	Execução de calçada em concreto não estrutural, com uso de seixo rolad.	M ²	27,42

73954/001	Pintura látex acrílica ambientes interno-externos, três demãos	M ²	11,98
6082	Pintura em verniz sintético brilhante em madeira, três demãos	M ²	8,80
73829/001	Piso em cerâmica esmaltada la pei-v, padrão médio, assentada com argam Assa colante	M ²	51,32
9691	Piso em granilite branco, incluso juntas de dilatação plásticas e poli	M ²	55,72
6123	Rodapé em argamassa traço 1:0,5:5 (cimento, cal e areia), largura 8cm,	M	6,55
6051	Regularização de piso/base em argamassa traço 1:0,5:5 (cimento, cal e Areia), espessura 2,5cm, preparo mecânico.	M ²	12,73
5974	Chapisco em paredes traço 1:4 (cimento e areia), espessura 0,5cm, prep. Aro mecânico.	M ²	2,82
5976	Emboco em tetos traço 1:4 (cal e areia media), espessura 1,5cm, preparo manual.	M ²	12,86
5994	Reboco em tetos argamassa traço 1:2 (cal e areia fina peneirada), espessura 0,5cm preparo manual	M ²	10,22
74105/001	Revestimento de tetos com gesso corrido distorcido	M ²	20,07
40675	Peitoril de cimento, incluso aditivo impermeabilizante	M ²	2,25
73788/001	Plantio arbusto, h=0.5 a 0.7m / 12 unid/m2, apenas mão de obra, excluso o fornecimento da muda e do adubo	M ²	1,95
74236/001	Gramma batatais em placas	M ²	11,24
9537	Limpeza final da obra	M ²	0,93

Fonte: Referência SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), abril de 2011.