UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL

EDUCANDO PARA A SUSTENTABILIDADE: COLETORES SOLARES COMO ALTERNATIVA DE ENERGIA NAS CASAS DE ESTUDANTE DA UFSM

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

José Ayrton de Souza Borne Junior

Santa Maria, RS, Brasil 2011 PRPGP/UFSM, BORNE JR., José Ayrton de Souza

Especialista 2011

EDUCANDO PARA A SUSTENTABILIDADE: COLETORES SOLARES COMO ALTERNATIVA DE ENERGIA NAS CASAS DE ESTUDANTE DA UFSM

José Ayrton de Souza Borne Junior

Monografia apresentada ao curso de especialização do Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Especialista em Educação Ambiental**.

Orientadora: Prof.^a Dr^a. Damaris Kirsch Pinheiro

Santa Maria, RS, Brasil. 2011

Universidade Federal de Santa Maria Centro de Ciências Rurais Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental

A comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Monografia de Especialização

EDUCANDO PARA A SUSTENTABILIDADE: COLETORES SOLARES COMO ALTERNATIVA DE ENERGIA NAS CASAS DE ESTUDANTE DA UFSM

elaborada por José Ayrton de Souza Borne Junior

como requisito parcial para obtenção do grau de **Especialista em Educação Ambiental**

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. a Dra. Damaris Kirsch Pinheiro (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Prof. Dr. Djalma Dias da Silveira (UFSM)

Prof. Dr. Jorge Orlando Cuéllar Noguera (UFSM)

Santa Maria, 24 de novembro de 2011.

AGRADECIMENTOS

- ✓ Ao Poder Superior, Deus, conforme eu O concebo. E porque é só por hoje.
- ✓ Agradeço a minha esposa, Carla, pelo apoio, compreensão e ajuda em todos os momentos, bons e ruins e pelos quinze anos de convivência.
- ✓ Aos meus familiares, pelo apoio e paciência em todos os momentos, na pessoa de minha mãe Iara Maciel Borne.
- ✓ A Prof.ª Drª. Damaris Kirsch Pinheiro, pela amizade, resolução de dificuldades e orientação no trabalho.
- ✓ Aos professores, apesar da distância e do tempo gasto na frente do computador, a paciência e a disposição para ensinar.
- ✓ Aos colegas no ambiente virtual e nos poucos encontros mensais, nos trabalhos em conjunto, mesmo na distância valeu pela convivência e por conhecer outros profissionais.
- ✓ Gostaria de fazer um agradecimento especial ao Diretor e funcionários do Restaurante Universitário sem os quais seria impossível a realização do "questionário do conhecimento", não só pela autorização para a entrada no recinto bem como pela ajuda nos horários do café da manhã e janta, mas também por receber os mesmos respondidos e guardá-los até que pudesse ir buscá-los. Faço este agradecimento a todos os funcionários deste setor nas pessoas abaixo citadas.
 - Odone Romeu Denardin.
 - Ciro Alberto Dias Perez.
 - Danilo.
 - Mabeli Razzera.
- ✓ Ao apoio da chefia no local de trabalho, Pró-Reitoria de Infraestrutura, na pessoa do Pró-Reitor Valmir Brondani.

"Não derrube o mato, nem mesmo um só pé de pau. Não toque fogo no roçado nem na caatinga. Não cace mais e deixe os bichos viverem. Não crie o boi nem o bode soltos; faça cercados e deixe o pasto descansar para se refazer. Não plante em serra acima nem faça roçado em ladeira muito em pé; deixe o mato protegendo a terra para que a água não a arraste. Faça uma cisterna no oitão de sua casa para guardar água de chuva. Represe os riachos de cem em cem metros, ainda que seja com pedra solta. Plante cada dia pelo menos um pé de algaroba, de caju, de sabiá ou outra árvore qualquer, até que o sertão todo seja uma mata só. Aprenda a tirar proveito das plantas da caatinga, como a maniçoba, a favela e a jurema; elas podem ajudar a conviver com a seca. Se o sertanejo obedecer a estes preceitos, a seca vai aos poucos se acabando, o gado melhorando e o povo terá sempre o que comer. Mas, se não obedecer, dentro de pouco tempo o sertão todo vai virar um deserto só". (Pe. Cícero Romão Batista)

RESUMO

Monografia Programa de Pós-Graduação Especialização em Educação Ambiental Universidade Federal de Santa Maria

EDUCANDO PARA A SUSTENTABILIDADE: COLETORES SOLARES COMO ALTERNATIVA DE ENERGIA NAS CASAS DE ESTUDANTE DA UFSM

AUTOR: JOSÉ AYRTON DE SOUZA BORNE JUNIOR ORIENTADOR: DAMARIS KIRSCH PINHEIRO Data e Local da Defesa: Santa Maria, 25 de novembro de 2011.

Este trabalho propõe um estudo de viabilidade de instalação de um sistema coletor solar no novo bloco anexado ao prédio 34 da CEU como forma de aquecer a água do banho dos estudantes que irão habitar este prédio. Como um incentivo a aplicação da educação ambiental através da utilização de uma forma de energia renovável e sustentável, faz-se um projeto calculando o número de coletores a serem utilizados para a substituição do uso de chuveiros elétricos no mesmo. Analisa-se o Sol como fonte de energia e a sua interação com a Terra. Faz-se um balanço energético da realidade atual do estado brasileiro bem como do estado do Rio Grande do Sul enfocando a utilização, ou não, do coletor solar. Introduz-se o funcionamento das formas de utilização da energia do Sol. Devido a não disponibilização da confecção prática do sistema e orientado pela educação ambiental, fez-se uma pesquisa com os estudantes da UFSM que possuem benefício socioeconômico, que habitam na CEU e que serão os beneficiados com este projeto. Procurou-se conhecer a opinião dos estudantes sobre educação ambiental, utilização econômica da energia, o uso de energias renováveis e sustentáveis, qual a visão deles, como estudantes da UFSM, da forma como a universidade aborda o assunto e também se levantou informações pessoais, que serão úteis não só para o cálculo do ganho energético teórico na implantação e utilização do sistema, mas também quando da montagem e funcionamento do equipamento. Foi realizada a análise da pesquisa estatisticamente, através de tabelas e gráficos.

Palavras-chave: Educação Ambiental. Energias Renováveis. Energia Solar.

ABSTRACT

Monograph
Graduate Specialization in Environmental Education
Federal University of Santa Maria

EDUCATING FOR SUSTAINABILITY: SOLAR PANELS AS AN ALTERNATIVE ENERGY IN THE HOMES OF STUDENTS FROM THE FEDERAL UNIVERSITY OF SANTA MARIA.

AUTHOR: JOSÉ AYRTON DE SOUZA BORNE JUNIOR ADVISOR: DAMARIS KIRSCH PINHEIRO Date and Location of Defense: Agudo, November 25, 2011

This paper proposes a feasibility study for installation of a solar collector system in the new building block attached to the 34 student's house in order to heat the bath water of the students who will inhabit this building. As an incentive for implementation of environmental education through the use of a form of renewable energy and sustainable, it was a project by calculating the number of collectors to be used to replace the use of electric showers in it. It looks at the sun as an energy source and its interaction with the Earth. It is an energy balance of the current reality and the Brazilian state and district of Rio Grande do Sul focusing on the use, or not, the solar collector. Place the functioning of the ways of using energy from the sun due to unavailability of the manufacturing system and practice of environmental education, it was a survey of students who have UFSM benefit socio-economic status, living at house of the university student and will be the beneficiaries of this project. We sought to know the opinion of students on environmental education, economic use of energy, the use of renewable energy and sustainable, what their vision, as students UFSM, the way the university approaches the subject and also stood up personal information that will be useful not only to calculate the theoretical energy gain in the deployment and use of the system, but also when the assembly and operation of the equipment. It was performed statistical analysis of the research, through tables and graphs.

Key words: Educational environment. Renewable energy. Solar energy.

LISTA DE FIGURAS

Oferta de energia elétrica por fonte	22
Forma de uma onda eletromagnética	30
Fluxo espectral do Sol	31
Espectro Eletromagnético	32
Diagrama de bloco de um sistema solar fotovoltaico	33
Componentes do processo de conversão de energia solar em elétrica	34
Detalhes internos e externos de um reservatório térmico	35
Fotografia da entrada de apartamento da Casa do Estudante Universitário	39
Fotografia – fachada – do novo módulo residencial, anexado	
ao prédio 34, para estudantes da UFSM aonde será	43
instalado o Sistema de Aquecimento Solar.	
Gráfico da porcentagem relativa às respostas da questão 1	47
do "Questionário do conhecimento".	4/
Gráfico da porcentagem relativa às respostas da questão 3	49
do "Questionário do conhecimento".	49
Gráfico da porcentagem relativa às respostas da questão 8	53
do "Questionário do conhecimento".	33
Gráfico da porcentagem relativa às respostas da questão 9	56
do "Questionário do conhecimento".	50
Gráfico da porcentagem relativa às respostas da questão 10	58
do "Questionário do conhecimento".	50
Gráfico da porcentagem relativa às respostas da questão 11	60
	00
<u> </u>	62
	02
	64
•	01
	67
	07
	71
Mapa solarimétrico	96
	Forma de uma onda eletromagnética Fluxo espectral do Sol Espectro Eletromagnético Diagrama de bloco de um sistema solar fotovoltaico Componentes do processo de conversão de energia solar em elétrica Detalhes internos e externos de um reservatório térmico Fotografia da entrada de apartamento da Casa do Estudante Universitário Fotografia – fachada – do novo módulo residencial, anexado ao prédio 34, para estudantes da UFSM aonde será instalado o Sistema de Aquecimento Solar. Gráfico da porcentagem relativa às respostas da questão 1 do "Questionário do conhecimento". Gráfico da porcentagem relativa às respostas da questão 3 do "Questionário do conhecimento". Gráfico da porcentagem relativa às respostas da questão 8 do "Questionário do conhecimento". Gráfico da porcentagem relativa às respostas da questão 9 do "Questionário do conhecimento". Gráfico da porcentagem relativa às respostas da questão 9 do "Questionário do conhecimento".

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	Qual a sua opinião sobre educação ambiental.	47
QUADRO 2	Em caso afirmativo, quais as ações que você utiliza para	49
	economizar energia?	49
QUADRO 3	Em caso afirmativo, quais os tipos de lâmpadas?	50
QUADRO 4	Em caso negativo, por que não?	52
QUADRO 5	Se a resposta for positiva, pode citar alguma.	53
QUADRO 6	Em sua opinião, quais as formas de energia utilizadas hoje	
	poderiam ser substituídas por alguma forma de energia	55
	sustentável.	
QUADRO 7	De acordo com o item número 8 quais poderiam ser	58
	utilizadas no estado do Rio Grande do Sul.	30
QUADRO 8	Deveria haver mais disciplinas sobre energias renováveis	60
	nos cursos da UFSM? Por quê?	00
QUADRO 9	O que o Sol representa para você?	62
QUADRO 10	Se a resposta for positiva, qual a sua opinião a respeito do	63
	uso?	03
QUADRO 11	Qual a sua opinião a respeito deste projeto piloto na	66
	UFSM?	00
QUADRO 12	Em caso afirmativo, poderia citar qual.	68
QUADRO 13	O folder explicativo sobre Energia Solar de alguma forma	
	lhe ajudou a compreender o que é uma energia renovável	69
	e qual a sua utilização.	
QUADRO 14	Qual a sua opinião sobre a divulgação da utilização de	70
	energias renováveis na UFSM?	/0

LISTA DE REDUÇÕES

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

CEEE – COMPANHIA ESTADUAL DE ENERGIA ELÉTRICA (RS)

CGTEE – COMPANHIA DE GERAÇÃO TÉRMICA DE ENERGIA ELÉTRICA

IFES – INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE ENSINO SUPERIOR

INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA

MEC - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA

PETROBRAS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.

PRAE – PRÓ-REITORIA DE ASSUNTOS ESTUDANTIS

PROCEL – PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

REUNI – PROGRAMA DE REESTRUTURAÇÃO DAS UNIVERSIDADES FEDERAIS DO GOVERNO FEDERAL

UFSM – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

LISTA DE SÍMBOLOS

 $V_{\rm CONSUMO}$ Volume total de água quente consumida diariamente (m³)

 Q_{pu} Vazão da peça de utilização (m³/s)

 $T_{\rm u}$ Tempo médio do uso diário da peça de utilização (s)

 V_{ARMAZ} Volume do sistema de armazenamento do Sistema de Aquecimento

Solar (m³)

 $T_{CONSUMO}$ Temperatura de consumo de utilização (°C)

 T_{ARMAZ} Temperatura de armazenamento da água (°C)

 $T_{AMBIENTE}$ Temperatura ambiente média anual do local de instalação (°C)

 E_{UTIL} Energia útil (kWh/dia)

 E_{PERDAS} Somatório das perdas térmicas dos circuitos primário e secundário

(kWh/dia)

ρ Massa específica da água igual a 1000 (kg/m³)

 C_P Calor específico da água a 4,18 (kJ/k)

 $A_{COLETORA}$ Área coletora do Sistema de Aquecimento Solar (m²)

 I_G Valor da irradiação global média anual para o local de instalação

(kWh/m².dia)

PMDEE Produção média diária de energia específica do coletor solar (kWh/m²)

 $F_{r\tau\alpha}$ Coeficiente de ganho do coletor solar (adimensional)

 F_{Rul} Coeficiente de perdas do coletor solar (adimensional)

 FC_{instal} Fator de correção para inclinação e orientação solar

 β Inclinação do coletor em relação ao plano horizontal (°)

 $\beta_{\text{ótimo}}$ Inclinação ótima do coletor para o local da instalação (°)

γ Ângulo da orientação dos coletores solares em relação ao norte

geográfico (°)

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Capacidade instalada de geração de energia.	23
TABELA 2	Geração e potência de energia elétrica no RS dos principais	25
	operadores.	23
TABELA 3	Propriedades físicas do Sol.	28
TABELA 4	Tempo médio de banho dos alunos que responderam ao	70
	"Questionário do conhecimento".	72
TABELA 5	Fabricantes e modelos de coletores para comparação da	
	área coletora com a quantidade de placas coletoras para o	92
	referido projeto.	
TABELA 6	Dados climáticos anuais do local da instalação.	94

SUMÁRIO

LIS	TA DE	FIGURAS	9
LIS	TA DE	QUADROS	10
LIS	TA DE	REDUÇÕES	11
LIS	TA DE	SÍMBOLOS	12
LIS	TA DE	TABELAS	13
1	INT	RODUÇÃO	16
	1.1 (Objetivos	17
		1.1.1 Objetivo geral	17
		1.1.2 Objetivos específicos	17
	1.2 J	ustificativa	18
2	REV	TSÃO BIBLIOGRÁFICA	19
	2.1	Educação Ambiental	19
	2.2	Cenário Energético Brasileiro	21
	2.3	Cenário Energético no Rio Grande do Sul	24
	2.4	Energia Solar	26
		2.4.1 O Sol	26
		2.4.2 Radiação Solar	29
		2.4.3 Espectro Solar	30
	2.5	Captação da energia solar	32
		2.5.1 Sistemas de geração de energia utili	zando o Sol 32
		2.5.1.1 Sistema fotovoltaico autônon	no 33
		2.5.1.2 Geração termos solar	33
		2.5.1.2.1 Coletor	34
		2.5.1.2.2 Receptor	34
		2.5.1.2.3 Transporte e armaz	enamento 34
		2.5.1.2.4 Conversão elétrica	34
		2.5.2 Sistema de aquecimento de fluido ut	tilizando o Sol 35
		2.5.3 O Coletor solar	35
	2.6	Casa do Estudante Universitário	38
		2.6.1 Histórico	38
3	MET	TODOLOGIA	40
	3.1	Metodologia de Trabalho	40
	3.2	O Projeto	42

	3.2.1 Utilização do chuveiro elétrico	42
	3.2.2 Substituição por Sistema de Aquecimento Solar	42
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
	4.1 Análise do "questionário do conhecimento"	44
	4.2 Análise do ganho energético do projeto	72
5	CONCLUSÕES	74
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
7	APÊNDICES	
	APÊNDICE A – Questionário do conhecimento	79
	APÊNDICE B – Folder sobre Energia Solar	82
	APÊNDICE C – Cálculo do Sistema de Aquecimento Solar	85
8	ANEXOS	
	ANEXO A – Dados climáticos anuais da cidade de Santa Maria	93
	ANEXO B – Mapa solarimétrico da radiação solar global horizontal	
	média anual no território brasileiro	95

1. INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica de nossa sociedade tem sido surpreendente nos últimos anos; nas décadas de 60 e 70, no momento da chegada da televisão ao Brasil, não havia a menor sombra de certeza do que se sucederia nos próximos anos que chegariam.

Com o surgimento, na década de 80, do computador pessoal, um "boom" de avanços científicos e tecnológicos aliados à informática, ou tecnologia da informação, inundou o mundo com diversas novidades tentadoras e facilitadoras da vida em sociedade, sem as quais, seria impensável trabalhar, estudar e ter lazer. Você já se imaginou sem seu telefone celular, TV a cabo e *notebook*?

Mas o que este tema tem a ver com a Educação Ambiental? Energia. O consumo de energia na atual sociedade industrial e mesmo pós-industrial tem aumentado significativamente e toda essa energia tem que ser drenada, buscada, de algum lugar, e isso só existe, felizmente ou infelizmente, da natureza em forma de petróleo, minérios, cursos d'água e do núcleo do átomo. Mas o planeta possui recursos limitados, e o que hoje se tem em abundância, certamente com a exploração desenfreada e sem limites que se observa, terá um fim, ou seja, são recursos não renováveis.

Por outro lado, o meio-ambiente possui reservas de energia renováveis, que mesmo não sendo eternas, possuem um alto poder energético que possibilita seu uso sem o risco de esgotamento, e entre essas formas de energia está à luz solar. Há na energia radiante do Sol oportunidades de transformação energética no planeta que poderiam ser melhor utilizadas e aproveitadas como uma alternativa às energias não renováveis.

O que é apresentado aqui é uma forma de abastecer com energia solar, e por um razoável período do ano, as necessidades das casas dos estudantes no campus da Universidade Federal de Santa Maria e dessa maneira não só adotar uma atitude de respeito ao meio-ambiente bem como economizar e racionalizar o uso da energia elétrica.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Colocar em prática a Educação Ambiental de uma maneira sustentável e ao mesmo tempo utilizar um tipo de energia renovável, entre tantas existentes, para criar uma consciência ambiental nas futuras gerações, estudantes universitários, que se preparam para exercer as carreiras profissionais escolhidas.

1.1.2 Objetivos específicos.

Procura-se facilitar aos alunos moradores da CEU:

- permitir a tomada de consciência do meio ambiente;
- educar para a sustentabilidade: mostrar que é possível utilizar formas de energia alternativas;
- criar no comportamento, atual e futuro, a prática
 da economia dos meios naturais e energéticos;
- entender o uso da energia solar através de um folder explicativo e
- adquirir um maior conhecimento da energia radiante do Sol.

1.2 Justificativa

O trabalho se justifica pela relevância do assunto, não só em um meio ambiente castigado de forma irracional pela ganância e ação predatória antrópica, mas também pelo despertar de uma consciência ecológica livre, humanizada e pela partilha do bem comum entre os homens e demais seres vivos, que é a natureza, numa convivência sustentável.

A educação ambiental deveria fazer parte do currículo de escolas e universidades e de todas as formas de ensino atualmente sendo ministradas e utilizadas no Brasil, como o EJA (Educação de Jovens e Adultos) e EAD (Ensino a Distância). A educação ambiental nunca deveria ser somente uma via teórica; ao passo que a palavra educação pressupõe algo que se adquire em uma vivência familiar e educacional através do ouvir e ler a palavra ambiental revela uma ação proativa, pois não se consegue ter um contato com o meio ambiente, no sentido de ambiente a que está se referindo, sem ter um contato real com ele, experimentando, sentindo e interagindo com os diversos meios complexos que o compõe.

A teorização da educação ambiental deveria abrir portas para ideias inovadoras e que possam fornecer soluções concretas para uma sociedade insaciável por energia. Fontes de energia renováveis e sustentáveis devem ser mais exploradas e investimentos em novas tecnologias devem ser realizados. Que este texto possa cumprir a função de uma descoberta, para revelar os pressupostos deste trabalho em prol do meio ambiente e que sirva como um incentivo para a análise das respostas do "Questionário do conhecimento", fazendo corroborar esta justificativa com o aprendizado da educação ambiental.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Educação Ambiental

O Brasil, como nação, deixa bem claro em sua carta magna, a Constituição Federal Brasileira de 1988, no seu Título VIII, Da Ordem Social, no Capítulo VI, Do Meio Ambiente, em seu artigo número 225, § 1°, no item VI que cabe ao poder público "promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente", ou seja, que a educação ambiental é um dever do poder público a sua disseminação e que todos têm direito ao seu acesso.

A educação ambiental também pode ser definida como:

Um processo contínuo e permanente que busca a transformação de valores e atitudes e posicionamentos pelos quais, a comunidade por intermédio do indivíduo esclarece conceitos voltados para a conservação do ambiente. (NOGUERA, 2004, s/n).

Sendo um processo contínuo, há a necessidade de que seja constantemente transmitido e disseminado em todos os níveis educacionais e civis de nossa sociedade. No pós-guerra e durante as diversas conflagrações que se sucedeu, o meio ambiente ficou relegado apenas a um mero fornecedor, para o homem, de recursos para suprir as suas necessidades de sustento, energia e matéria-prima. Estas gerações em conjunto com a geração do "boom" tecnológico, no qual a informática e a computação ocuparam um espaço relevante, conjuntamente com o fim da guerra fria, também relevaram a natureza a um segundo plano, com o fim somente de suprir a sociedade com energia para manter seus processos e sistemas. Pode-se dizer que em termos ambientais, teve-se uma geração perdida e ignorante, com desconhecimento e total alienação, em termos de preservação do meio no qual e aonde habitamos, nos movemos e coexistimos.

Somente na era pós-industrial, quando se observa e se começa a descobrir que se pertence à natureza e que tudo o que se faz tem um movimento contrário, a lei física da ação e reação, tem-se a percepção de que a natureza está devolvendo as agressões sofridas e que se começa a perder um grande

patrimônio genético e de diversidade, além dos problemas climáticos em todo o globo; a partir desta consciência houve um movimento de retorno à importância do meio ambiente. Prova latente disso são os eventos: Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, em Estocolmo, capital da Suécia, aonde se produziu a "Declaração sobre o Ambiente Humano", com 26 (vinte e seis) princípios sobre desenvolvimento e ambiente; Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), a ECO-92 no ano de 1992 na cidade do Rio de Janeiro, no Brasil; a Conferência das Partes signatárias da Convenção (Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (CQNUMC)) COP-3 realizada na cidade de Quioto, no Japão, aonde foi considerada uma das mais importantes por ter sido consenso à criação do Protocolo de Quioto e a instalação, em 1989, do IPCC (Intergovernamental Panel on Climate Change), a mais alta autoridade científica do mundo sobre aquecimento global, reunindo centenas de cientistas atmosféricos, oceanógrafos, especialistas em gelo, economistas, sociólogos e outros especialistas renomados, que estão constantemente avaliando as mudanças no clima.

Todas estas conferências são tentativas, válidas, de alertar e tentar educar o ser humano, seja em qualquer lugar que se encontre para as condições ambientais do planeta. Tiveram-se várias gerações perdidas, ambientalmente falando, agora é a oportunidade de investir nas gerações atuais que estão frequentando as escolas e as universidades no sentido da conscientização para uma educação ambiental atuante e transformadora da realidade. É o momento de mostrar que o futuro da natureza está nas mãos deles e que a convivência sustentável e recuperadora do meio ambiente é um passo concreto que deve ser tomado, com pró-atividade e projetos viáveis colocados em prática, ações pró-ambientais.

As situações de aprendizagem propostas em Educação Ambiental interessam aos alunos porque elas estão relacionadas com sua realidade concreta. Elas oferecem um contexto de vulgarização de noções abstratas. Por outro lado, pode-se ligar o conhecimento à

ação. E os jovens têm necessidade de sentir que podem participar da mudança social (SAUVÉ, 1997, pág. 24).

Pode-se perceber que o investimento nos jovens é um auspício salutar da presença de um futuro mais acolhedor e sustentável no trato em relação ao cuidado e utilização do meio ambiente. Há também um ponto positivo no qual a presente geração, além da consciência crítica em relação aos atuais meios de utilização de energia, está mais aberta a novas formas renováveis e na curiosidade de pesquisar e agregar conhecimento sobre o assunto. É o momento de investir em tecnologias inovadoras, tais como: solar, eólica, geotérmica, fotovoltaica e de trazer novas ideias acerca do assunto para dentro das escolas e universidades. Não há tempo suficiente disponível para ser alienado e não há mais chance de recuperar o que foi perdido, mas ainda há tempo para inovar em tecnologias renováveis e substituíveis aos atuais combustíveis geradores de gases de efeito estufa.

2.2 Cenário Energético Brasileiro

Todo o potencial energético brasileiro é regulado através da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que é uma autarquia em regime especial com personalidade jurídica de direito público, vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), criada pela Lei n°. 9.427 de 26 de dezembro de 1996 (Brasil, 1996) e regulamentada pelo Decreto n°. 2.335, de 06 de outubro de 1997 (Brasil, 1997)e que tem como missão "proporcionar condições favoráveis para que o mercado de energia elétrica se desenvolva com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade" (ANEEL, 2010, pág. 14).

Segundo dados da ANEEL (ANEEL, 2010), o setor elétrico brasileiro cresceu 3,59% em potência e 3,34% em extensão da rede básica (ano de 2009). A capacidade instalada para geração de energia elétrica chegou a 106.301,07

MW¹, transmitidos por 93.295,3 km de linhas de transmissão. O Ministério das Minas e Energia (MME) através da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) gera, anualmente, o Balanço Energético Nacional que contém a contabilidade relativa à oferta e consumo de energia no Brasil e do qual são retirados os dados constantes deste resumo do cenário energético brasileiro em especial relativo à utilização, ou não, da energia solar em terreno brasileiro. Será fornecida uma visão geral das formas de energia utilizada no Brasil atualmente e em particular no estado do Rio Grande do Sul, enfocando, quando possível, o potencial de energia solar.

O Brasil é uma nação que possui uma grande bacia hidrográfica e, portanto, a base de geração de energia para alimentar os processos e sistemas do país é, essencialmente, hidroelétrica.

Esta situação pode ser claramente observada na Figura 1.

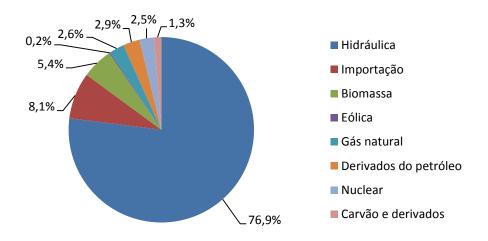


Figura 1: Oferta interna de Energia Elétrica por Fonte

(Fonte: Balanço Energético Nacional 2010, ano base 2009, ANEEL, 2010, pág. 12).

A biomassa referente à Figura 1 inclui: lenha, bagaço de cana, lixívia e outras recuperações.

Além da possibilidade de geração de energia através do potencial hidroelétrico, ao redor de 80%, fica evidente na análise da Figura 1 que o Brasil possui uma boa matriz energética renovável, cerca de 8% na geração de energia

¹MW (MegaWatt) unidade de potência elétrica para grandes sistema elétricos.

elétrica e que os combustíveis de origem fóssil representam uma fração pequena, somente cerca de 4%. Segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar, "o Brasil é um país localizado na sua maior parte na região intertropical, possui grande potencial para aproveitamento de energia solar durante todo o ano" (PEREIRA, 2006, pág. 10). Mas o que se pode observar na Figura 1 é que não há indicação de nenhuma fração correspondente à utilização da energia solar térmica² ou fotovoltaica³.

Na Tabela 1 é mostrada a capacidade instalada de geração de energia, em porcentagem, por formas de energia nas cinco regiões brasileiras.

Tabela 1 – CAPACIDADE INSTALADA DE GERAÇÃO DE ENERGIA

(Fonte: Balanço Energético Brasileiro 2010 | ano base 2009, pág. 137).

CAPACIDADE INSTALADA DE GERAÇÃO DE ENERGIA

9

REGIÃO		HIDRO)	TERMO			EÓLICA		NUCLEAR	
	SP ⁴	APE ⁵	TOTAL	SP	APE	TOTAL	SP	APE	TOTAL	SP
Norte	14,2	0,8	13,5	19,6	2,9	13,6				
Nordeste	14,5	4,6	14,0	18,0	14,5	16,8	72,0	100,0	72,1	
Sudeste	29,9	62,7	31,5	35,2	67,9	46,9	0,2		0,2	100,0
Sul	28,0	27,9	28,0	18,5	8,9	15,0	27,8		27,7	
Centro-oeste	13,4	4,1	13,0	8,7	5,8	7,7				

Analisando a Tabela 1, é possível perceber que há sim um investimento em formas de energia renováveis no Brasil e que as regiões nordeste e sul possuem um grande potencial eólico⁶ que poderia ser aproveitado, em conjunto com a região norte do Brasil, para um investimento em energia solar. É possível auferir também que o principal investimento brasileiro em geração de energia na forma nuclear⁷, unicamente instalado na região sudeste, poderia também ser instalado em outras regiões do país, devendo para isso ser realizado um estudo

²Referente à energia térmica proveniente do Sol.

³Transformação da energia luminosa (luz) em corrente elétrica.

⁴Serviço Público (inclui produtores independentes).

⁵ Autoprodutor (não inclui usinas hidrelétricas em consórcio com concessionárias de Serviço Público, como Igarapava, Canoas I e II, Porto Estrela, Machadinho e outras).

⁶Referente à energia do movimento (cinética) contida nas massas de ar em movimento.

⁷É a energia liberada pela fissão de um elemento radioativo bombardeado por partículas atômicas denominadas nêutrons.

econômico do investimento, que com certeza seria bem elevado devido à própria tecnologia do reator⁸. Mas novamente, a energia solar térmica e/ou fotovoltaica não é considerada como uma opção possível de geração elétrica de baixo custo utilizando a radiação solar, gratuita e disponível a cada dia.

2.3 Cenário Energético no Rio Grande do Sul

Em relação ao estado do Rio Grande do Sul, as principais fontes geradoras de energia elétrica encontram-se nos potenciais hidroelétricos, termoelétricos e mais recentemente um investimento no potencial eólico.

Dos dados do Balanço Energético do Rio Grande do Sul, 2010 – ano, base 2009 (CAPELETTO, 2010, pág. 44) consta que estão em operação 121 empreendimentos de geração de energia elétrica totalizando uma potência instalada de 7.150.078 kW assim divididos:

- 69,93% correspondem a 14 usinas hidroelétricas, somando 4.978.825 kW;
- 23,69% correspondem a 38 usinas termoelétricas, somando
 1.694.315 kW e
- 2,10% correspondem a 3 usinas eólicas somando 150.000 kW.

Ou seja, apesar do aproveitamento de energias renováveis ainda se apresentarem de uma forma incipiente no estado do Rio Grande do Sul, há uma preocupação em se aproveitar a energia eólica para efetivamente gerar energia.

Na Tabela 2 é possível observar as principais empresas de geração de energia elétrica no estado do Rio Grande do Sul e a natureza da geração de Energia, dados provenientes do Balanço Energético do Rio Grande do Sul 2010 – ano base 2009 (CAPELETTO, 2010).

Nota-se pela Tabela 2, que as principais formas utilizadas para esta geração são a hidráulica, que é considerada uma forma de energia renovável e

_

⁸Câmara de resfriamento hermética, blindada contra radiação, onde é controlada uma reação nuclear para a obtenção de energia.

limpa, mas cujas usinas causam impactos ambientais ainda não completamente determinados e a geração termoelétrica através do carvão, que é considerada uma forma de geração altamente poluente devido à liberação de gases do efeito estufa⁹ como subproduto da queima para geração de eletricidade através do vapor em alta pressão que move as turbinas e geradores elétricos.

Tabela 2 – GERAÇÃO E POTÊNCIA DE ENERGIA ELÉTRICA NO RS DOS PRINCIPAIS **OPERADORES**

(Fonte: Balanço Energético do Rio Grande do Sul 2010 | ano base 2009, pág. 47).

EMPRESA	NATUREZA	ENERGIA PRODUZIDA MWh	POTÊNCIA INSTALADA MW
CEEE	Hídrica	4.199.344,83	1.080,40
Companhia Energética Rio das Antas	Hídrica	1.562.258,55	252,00
Dona Francisca Energética	Hídrica	737.241,66	95,00
Tractebel	Hídrica	6.691.675,34	1.489,50
BAESA	Hídrica	1.532.101,25	349,00
AES Uruguaiana	Térmica	0,00	639,90
CGTEE	Térmica	945.188,08	324,00
Petrobras	Térmica	438.715,95	231,00
Tractebel	Térmica	265.933,49	138,00

Um ponto positivo na atual matriz energética gaúcha foi à instalação e inauguração do Parque Eólico na região de Osório, em abril de 2006. Este projeto foi dividido em três parques: Osório, Sangradouro e Índios, com um total de 75 aero geradores¹⁰; cada parque possui 25 equipamentos com potência nominal de 2 MW cada um.

Em termos de utilização, o uso de energia solar "é pequeno no RS em virtude do elevado custo de implantação dos painéis de captação" (CAPELETTO, 2010, pág. 70). Isto demonstra o baixo interesse nos investimentos neste tipo de energia, não só em nível de Brasil, como já visto, mas também no estado do Rio Grande do Sul, uma vez que o Estado possui uma

⁹Processo que ocorre quando uma parte da radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre é absorvida por alguns gases presentes na atmosfera terrestre.

Gerador elétrico integrado ao eixo de um cata-vento e que converte energia eólica em energia elétrica.

"média de insolação diária em torno de 6 horas, índice superior, por exemplo, a média da região norte do Brasil" (CAPELETTO, 2010, pág. 70).

Também merece registro negativo o alto incentivo à utilização, nos próximos anos, da geração de energia por meio da termoeletricidade (queima do carvão) através da implantação e inauguração da fase III da CGTTE, na cidade de Candiota, utilizando o carvão fornecido pela mina de mesmo nome; se por um lado é um acréscimo de energia elétrica para o estado, por outro lado irá gerar mais gases do efeito estufa que, por mais que se tenha o cuidado na filtragem dos resíduos da queima do carvão, sempre geram impactos ambientais.

2.4 Energia Solar

2.4.1 O Sol

Segundo a *The Cambridge Encyclopedia of the Sun* (LANG, 2001) o Sol é uma estrela¹¹ de 5ª grandeza e, como tantas outras estrelas, é muito massiva. Possui 109 vezes o tamanho do diâmetro da Terra e 333.000 vezes a sua massa. O Sol tem uma densidade inferior a da Terra, ou massa por unidade de volume. A densidade média do Sol é de 1409 kg/m³, o qual é a quarta parte da densidade média da Terra.

Da Terra, o Sol parece pequeno, por causa da grande distância que separa ambos. A distância média da Terra é aproximadamente 1,5.10¹¹, ou 150 bilhões de metros. O significado da distância da Terra ao Sol é uma medida muito importante, pois configura a escala do sistema solar e habilita para inferir, de outras observações, o tamanho, massa, luminosidade e a temperatura efetiva do Sol. Esta distância é chamada "unidade astronômica" (astronomical unit) ou AU. O melhor valor de cálculo é:

Significado distância do Sol = 1 unidade astronômica = 1 AU = 1,4959787.10¹¹m.

-

¹¹É um corpo celeste luminoso formado de plasma que devido a sua alta pressão interna, produz energia por fusão nuclear, que é a transformação de moléculas de hidrogênio (H) em Hélio (He).

Nesta distância, a luz do Sol leva cerca de 8 minutos para alcançar a Terra. O Sol produz uma grande quantidade de luz. Essa luminosidade absoluta, ou intrínseca, é designada pelo símbolo L_{\odot} , aonde o subscrito Θ representa o Sol. Para determinar a quantidade de energia solar que alcança quase todo centímetro quadrado da Terra a cada segundo, pode-se utilizar a constante solar, $f_{\odot}(1366 \text{ W/m}^2)$, e a distância média do Sol a Terra, então utilizando a equação 1:

$$L_{\Theta} = 4.\pi . f_{\Theta} . (AU)^{2} = 4.\pi . 1366 \frac{W}{m^{2}} . (1.4959787.10^{11} m)^{2} = 3.854.10^{26} W$$

$$L_{\Theta} = 3.854.10^{26} \frac{J}{s}$$
(1)

Como forma de comparação, uma lâmpada incandescente emite de 60 a 100 W de potência, assim o Sol é mais luminoso do que 10²⁴ lâmpadas incandescentes.

Logo, a Terra recebe uma grande quantidade de energia proveniente do Sol, energia esta que está à disposição todos os dias e perfeitamente pronta para ser utilizada.

Na Tabela 3, é possível verificar as propriedades físicas do Sol.

Tabela 3 – PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOL

(Fonte: The Cambridge Encyclopedia of the sun, 2001, pág. 10)

Propriedade	,	Valor		
Distância média, AU	1,4959787.10 ¹¹ m			
Tempo de viagem da luz do sol a Terra	499.004.782 s			
$Raio, R_{\mathcal{O}}$	$6,955.10^8 m$			
Volume	$1,412.10^{27} m^3 (1,3 m)$	ilhões de planetas Terra)		
$Massa, M_{\mathcal{O}}$	1,989.10 ³⁰ kg (332	946 massas do planeta		
	7	Gerra)		
Densidade média	140	09 kg/m³		
Constante solar, $f_{\mathcal{O}}$	1366 J/s.m	$a^2 = 1366 \text{ W/m}^2$		
Luminosidade, $L_{\mathcal{O}}$	3,85.10 ²⁶ J/	$\sqrt{s} = 3.85.10^{26} \text{ W}$		
Principais constituintes químicos				
(da análise das linhas de Fraunhofer)	(pelo n° de átomos)	(pela fração de massa)		
Hidrogênio	92,1%	X=70,68%		
Hélio	7,8%	<i>Y</i> =27,43%		
Todos os outros	0,1%	Z=1,89%		
Idade	4,566.10 ⁹ anos			
Densidade (no centro)	$1,513.10^5 \ kg/m^3$			
Pressão (centro)	2,334	$.10^{16} Pa^{9(1)}$		
(fotosfera)	i	10 Pa		
Temperatura (centro)	1,56	$5.10^7 K^{(2)}$		
(fotosfera)	5	780 K		
(cromosfera)	$6.10^3 - 2.10^4 K$			
(região de transição)	$2.10^4 - 2.10^6 \ K$			
(coroa)	$2.10^6 - 3.10^6 K$			
Período de rotação (equador)	26	5,8 dias		
(30° latitude)	28,2 dias			
(60° latitude)	30	,8 dias		
Campo magnético (manchas solares)	$0.1 - 0.4 T^{(3)} =$	$=1.10^3-4.10^3 G^{(4)}$		
(do efeito Zeeman)				
(polar)	0,	$001\ T = 10\ G$		

2.4.2 Radiação Solar

De acordo com Lang (2001), para compreender como o Sol gera energia, deve-se examinar a sua radiação. Esta radiação se espalha no espaço e carrega energia em todas as direções. Quando a radiação se propaga no espaço de um lugar para outro toma a forma de um trem de ondas. Este fenômeno chama-se radiação eletromagnética porque se propaga pelo cruzamento de campos elétricos e magnéticos oscilantes. Ondas eletromagnéticas viajam através do espaço vazio a uma velocidade constante, a velocidade da luz. Esta velocidade é usualmente utilizada pela letra "c" minúscula e tem um valor aproximado de 300.000.000 m/s, ou 3.108 m/s. Um valor mais exato seria de: 2,99792458.108 m/s.

O fato de que a luz viaja através do espaço a uma velocidade constante nos facilita muito calcular a distância. Nós podemos especificar a distância de um objeto astronômico através do tempo que a luz leva para viajar do objeto para a Terra. A luz refletida pela Lua leva 1,5s para alcançar a Terra, assim dizemos que a Lua está distante há 1,5 segundos-luz da Terra.

Diferentes tipos de radiação eletromagnética diferem em seu comprimento de onda, apesar de se propagarem a mesma velocidade. Como ondas do mar, as ondas eletromagnéticas possuem picos e vales em sua propagação. O comprimento de onda é a distância entre sucessivos picos ou sucessivos vales (Figura 2). O comprimento de onda é usualmente representado pela letra grega minúscula *lambda*, λ, e medida em metros (m). Algumas vezes a radiação é descrita por sua frequência representada pela letra grega minúscula *nu*, ν. A frequência de uma onda é o número de vezes que o pico passa por um observador estacionário por segundo, medida em hertz, abreviado Hz. Um hertz é equivalente a um ciclo por segundo. A frequência nos fornece a informação de quão rápido uma radiação oscila. O produto do comprimento de onda e da frequência nos fornece a velocidade da luz, através da fórmula 2.

$$\lambda . \nu = c \tag{2}$$

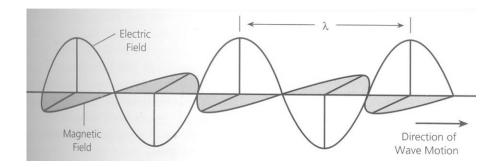


Figura 2: forma de uma onda eletromagnética

(Fonte: The Cambridge Encyclopedia of the Sun, 2001, pág. 3).

Os olhos humanos detectam uma pequena faixa do comprimento de onda que é coletivamente chamada de luz branca. Esta faixa da luz solar é também chamada de radiação visível para distinguir da radiação invisível que, como é chamada, não pode ser vista pelo olho humano. A luz branca são todos os comprimentos de onda da radiação visível.

Apesar de a luz solar ter a tendência para o amarelo, é uma combinação de cores que nós designamos luz branca. O cérebro e olhos traduzem estes comprimentos de onda em cores. Esta faixa de comprimentos de onda da luz solar e a intensidade de cada comprimento de onda são chamadas de espectro solar.

2.4.3 Espectro solar

Das ondas curtas para as ondas longas, as cores do espectro da luz solar correspondem ao vermelho, laranja, amarelo, verde, azul e violeta. A luz vermelha (radiação infravermelha) possui um comprimento de onda de cerca de 7.10^{-7} m, ou 700nm (nanômetros) e a luz violeta(radiação ultravioleta) são cerca de 400 nm. Um nanômetro corresponde a um bilionésimo do metro, ou seja, $1 \text{ nm} = 1.10^{-9}$ m.

As Figuras 3 e 4 correspondem ao fluxo espectral do Sol e o espectro eletromagnético.

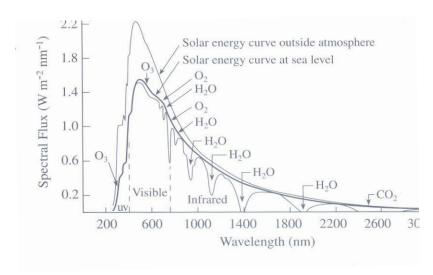


Figura 3: fluxo espectral do Sol

(Fonte: The Cambridge Encyclopedia of the Sun, 2001, pág. 6).

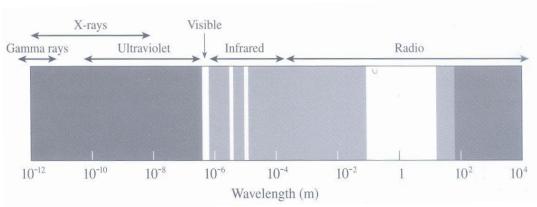


Figura4: espectro eletromagnético

(Fonte: The Cambridge Encyclopedia of the Sun, 2001, pág. 6).

Quando a luz é absorvida ou emitida por átomos¹² não se comporta como uma onda, mas sim como um pacote de energia, ou uma partícula. Estes pacotes recebem o nome de fótons de energia. Eles são criados quando um objeto emite radiação eletromagnética, e eles são consumidos quando a radiação é absorvida pela matéria. Além disso, cada átomo pode somente absorver e irradiar um tipo específico de fótons de energia. A habilidade da radiação de interagir com a

_

¹²A unidade da matéria, a menor unidade de um elemento, com todas as características deste elemento e que é formado de um núcleo denso central carregado positivamente e limitado por um sistema complexo de elétrons, que orbitam o núcleo.

matéria é determinada pela energia dos seus fótons. A energia do fóton depende do comprimento de onda ou da frequência da radiação.

Pode-se determinar a quantidade total de radiação produzida pelo Sol da quantidade de radiação que atinge a Terra e da distância do Sol.

Da Tabela 3 a constante solar é igual a 1366 W/m² com uma incerteza de ± 1,0 W/m². A constante solar é definida como a quantidade total de energia radiante solar por unidade de tempo e por unidade de área que atinge o topo da atmosfera terrestre e na distância média entre a Terra e o Sol. Uma vez que se conhece a distância do Sol, pode-se utilizar a constante solar para determinar a luminosidade solar (calculado já demonstrado no item 2.4.1).

A potência total recebida em qualquer metro quadrado da superfície da Terra, conhecida como insolação solar, é muito menor que a constante solar. Isto é devido à absorção da luz do Sol na atmosfera terrestre. A insolação varia de acordo com a altitude do Sol em consequência da: variação do ângulo entre o vetor normal da superfície terrestre e a direção do Sol e devido à quantidade de luz solar que atravessa a atmosfera terrestre. A energia total recebida em nível do solo é então reduzida da irradiação solar de 1366 W/m² para cerca de 1000 W/m².

A atenuação atmosférica é muito maior a certos comprimentos de onda que outros devido à absorção pelas moléculas de ozônio (O₃), oxigênio (O₂), água (H₂O) e dióxido de carbono (CO₂), presentes na atmosfera terrestre (como pode ser observado na Figura 3). As moléculas de ozônio na atmosfera terrestre absorvem os raios ultravioletas do Sol, desse modo filtrando esta radiação energética que pode ser prejudicial à vida na Terra.

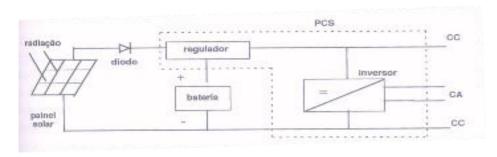
2.5 Captação da energia solar

2.5.1 Sistemas de geração de energia utilizando o Sol

Após uma explanação do que é o Sol, a estrela mais próxima da Terra, e de como ele gera a sua energia em forma de radiação que chega até o planeta,

faz-se necessário mostrar algumas formas de utilização desta radiação para gerar energia antes de adentrar no tema propriamente dito, específico deste trabalho, que é a utilização de coletores solares.

2.5.1.1 <u>Sistema fotovoltaico autônomo</u>: é um sistema de acumulação de energia utilizando módulos em painéis fotovoltaicos e que, ao invés de utilizar a energia solar para aquecimento da água, por exemplo, a utiliza para gerar tensões elétricas. Normalmente estes módulos, ou células, fotovoltaicos são fabricados com semicondutores¹³ extrínsecos (não puros, ou seja, dopados com outros componentes químicos, também semicondutores, que tem a função de aumentar o fluxo de cargas elétricas, elétrons, e com isso aumentar a corrente elétrica) entre os quais o mais conhecido é o Silício. São os seguintes os principais constituintes deste sistema: conjunto de módulos fotovoltaicos, reguladores de tensão¹⁴, sistema para armazenamento de energia (acumuladores, dentre os mais conhecidos estão às baterias) e inversor corrente contínuo-alternada (Figura 5).



PCS: subsistema condicionador de potência (power conditioning subsystem)

CC: corrente contínua
CA: corrente alternada

Figura 5: diagrama de bloco de um sistema solar fotovoltaico (Fonte: REIS, 2003, p. 153).

2.5.1.2 <u>Geração termos solar</u>: é um processo que converte energia solar em energia térmica e esta, por sua vez, é convertida em energia elétrica. Este

¹³Propriedade de alguns elementos químicos e que se situa entre os condutores e os isolantes. Possui a característica de possuir uma pequena banda proibida, permitindo com que uma pequena energia (0,7V para o Silício) uma carga elétrica consiga saltar da banda de valência para a banda de condução.

¹⁴São sistemas eletrônicos que mantém o valor de tensão da saída fixo independente do valor variável de entrada.

processo de conversão é realizado em quatro etapas: coletor, receptor, transporte e armazenamento e conversão elétrica (Figura 6).

- 2.5.1.2.1 Coletor: capta e concentra a radiação solar incidente no coletor e a dirige ao processo no qual é transformada em energia térmica.
- 2.5.1.2.2 Receptor: absorve e converte a radiação solar e a transfere para um fluido de trabalho na forma de calor.
- 2.5.1.2.3 Transporte e armazenamento: este fluido é transferido para o sistema no qual a energia térmica se transforma em energia mecânica através de um dos ciclos básicos da termodinâmica (ciclo de *Rankine*¹⁵ (vapor), *Brayton*¹⁶ (gás), etc.).
- 2.5.1.2.4 Conversão elétrica: realizada através dos processos convencionais utilizados na geração termelétrica a combustíveis fósseis (utilização de vapor em alta pressão).

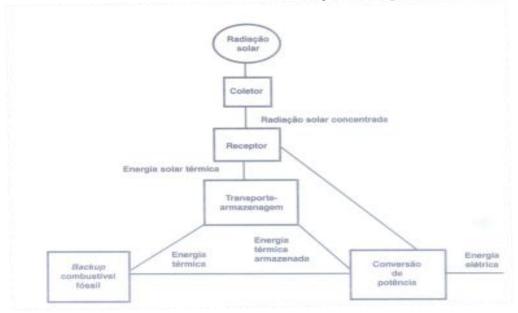


Figura 6: componentes do processo de conversão de energia solar em elétrica (Fonte: REIS, 2003, p. 158).

_

¹⁵Ciclo termodinâmico que descreve a operação de turbinas a vapor comumente encontradas em estações de produção de energia.

¹⁶Ciclo termodinâmico no qual a adição de calor ocorre à pressão constante, utilizado no estudo das turbinas a gás.

2.5.2 Sistema de aquecimento de fluido utilizando o Sol.

O Sistema de Aquecimento Solar funciona como um trocador de calor através das seguintes etapas: captação da energia solar; transferência da energia para o fluido; armazenamento da energia térmica e distribuição da água aquecida para o sistema.

Nas etapas de captação, transferência e acumulação os coletores e o reservatório trabalham em conjunto e na etapa de distribuição os componentes fundamentais são as tubulações e os acessórios hidráulicos.

Analisando o mercado mundial de aquecimento solar o coletor mais utilizado é o tubo de vácuo, com uma participação de 47%, seguido de 33% de coletor plano e 19% de coletores abertos. No Brasil, o modelo mais utilizado é o coletor plano com 62%, seguido do coletor aberto com 34%, o restante, 4%, é atribuído ao coletor tubo de vácuo.

2.5.3 O coletor solar

A ABNT define como sendo coletor solar todo dispositivo que absorve radiação solar incidente, transferindo-a para um fluído de trabalho, sob a forma de energia térmica. Atualmente existem quatro tipos principais de coletores solares utilizados para aquecer água e ar: a ar, plano, plano com concentrador parabólico e tubo a vácuo.

De acordo com Farret (2010), os coletores são formados por uma caixa de material isolante, geralmente de *fiberglass* e resinas de poliéster, isolados internamente com lã de vidro fenólica, sobre a qual está um intercambiador de cobre revestido por um corpo negro¹⁷. O conjunto é coberto por um vidro de cristal de 4 mm de espessura, perfeitamente isolado com lã de vidro ou silicone.

Segundo Machado (2004), a maioria dos coletores planos é montada numa posição estacionária, sobre um muro ou estrutura do telhado,

 $[\]overset{17}{\mathrm{E}}$ um corpo que absorve toda a radiação que nele incide: a luz não o atravessa nem é refletida.

com uma orientação otimizada para uma locação particular em questão, para a época do ano mais desfavorável que o equipamento é projetado para operar.

O aquecedor solar entra em funcionamento quando a energia solar radiante ou irradiante, luz visível e infravermelho, incide sobre a superfície preta dos coletores. A energia absorvida pela placa transforma-se em calor e aquece a água que está no interior dos coletores. A água aquecida diminui sua densidade e começa a se movimentar em direção ao reservatório, dando início a um processo natural de circulação da água, denominado termos sifão. Esse processo mantém o sistema em operação enquanto houver radiação solar incidente sobre as placas ou até toda a água do circuito atingir o equilíbrio térmico.

Machado (2004) em sua dissertação de mestrado intitulada "Análise dos ganhos energético-ambientais na substituição de chuveiros elétricos por sistema de aquecimento solar coletivo" abordou a mesma linha de trabalho com a utilização de coletores solares para aquecimento da água, só que diferentemente da educação ambiental. Ele focou a sua análise no comparativo entre as perdas energéticas do chuveiro elétrico e os ganhos energéticos de sistemas coletores solares planos em termos de gases do efeito estufa no meio ambiente. O seu projeto também deu ênfase na colocação de coletores solares na CEU, mas ao invés de utilizar um dos módulos de moradia, ele calculou a quantidade de painéis (o resultado do cálculo foi de 44 painéis por módulo residencial) para todos os módulos residenciais. Ele utilizou, também, um fabricante nacional sediado no estado do Rio Grande do Sul, na cidade de Caxias do Sul, que fabrica e comercializa seus próprios painéis solares.

Associado ao coletor solar o reservatório térmico é outro componente que requer cuidados especiais para garantir o desempenho do sistema de aquecimento solar (Figura 7). Este componente deve manter a água aquecida para ser utilizada após algumas horas ou dias. Na maior parte dos projetos, em especial os referentes à residenciais, os reservatórios térmicos são

dimensionados para manter a água aquecida por algumas horas, considerando o ciclo diário do Sol.

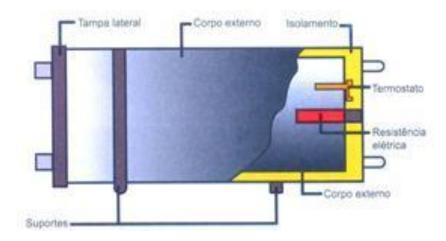


Figura 7: detalhes internos e externos de um reservatório térmico

(Fonte: EKOS Brasil, 2010, p.60).

São tanques térmicos utilizados para armazenar água quente proveniente dos coletores solares, de modo a atender a demanda de aquecimento mesmo fora dos períodos de incidência solar. São constituídos de um corpo interno cilíndrico, geralmente de aço inoxidável ou cobre termicamente isolado para minimizar as perdas de calor para o ambiente. A maior parte dos modelos tem um sistema de aquecimento auxiliar, acionado por um termostato, que aquece a água nos períodos chuvosos ou nublados.

A estratificação é um fenômeno que se observa na água aquecida armazenada no interior de um reservatório térmico. O volume de água a uma temperatura menor sempre tende a ficar abaixo de outro volume de água com uma temperatura maior, como uma consequência deste fenômeno há uma estratificação com variações de temperatura a partir da camada superior até uma camada inferior deste volume armazenado. O reservatório térmico deve ser capaz de suportar grandes pressões e temperaturas de trabalho. Todo projeto de um sistema de aquecimento solar deve prever, sempre, um mecanismo de alívio de pressão, sendo que sem a possibilidade de escape para o vapor, o reservatório pode danificar-se em função de uma dilatação térmica.

2.6 Casa do Estudante Universitário

2.6.1 Histórico

De acordo com dados pesquisados no site da UFSM sobre as casas de estudantes (Alunos / Casa do Estudante) a construção das casas do estudante universitário da UFSM foi iniciada em 1964, durante a gestão do Reitor José Mariano da Rocha Filho (Fundador e primeiro Reitor da Universidade Federal de Santa Maria), sendo que as obras da moradia do Campus foram interrompidas no início da década de 70. A partir de 1976 diversas Pró-Reitorias enviaram ao MEC documentos e solicitações de verbas para a finalização do bloco 15, sendo que somente em 1983 o Ministério da Educação se sensibilizou e liberou a quantia necessária. Com a conclusão do bloco 15, mais de 100 estudantes carentes da instituição foram beneficiados.

Com o passar dos anos, outros blocos foram sendo concluídos e a partir do programa REUNI, do governo federal, novos blocos estão sendo adicionados aos já existentes.

A Universidade Federal de Santa Maria possui um dos melhores programas de assistência estudantil das IFES que compreende além da moradia estudantil, com apartamentos para até seis estudantes com um bom espaço (Figura 8), um amplo plano de benefícios alimentares, com café da manhã e almoço a um baixo custo, programas de estágio com bolsa-auxílio, prédio da União Universitária com dentista e outras atividades culturais e esportivas, sempre incentivando a participação de todos os universitários almejando uma formação integral, não somente intelectual.



Figura 8: fotografia da entrada de um apartamento da Casa do Estudante Universitário (Fonte: BORNE, 2011, s/n).

3 METODOLOGIA

A metodologia que será utilizada com o objetivo de levantar dados acerca do público-alvo, estudantes universitários com benefício socioeconômico e que habitam na CEU, constará de três etapas: confecção de um folder explicativo sobre o funcionamento dos coletores solares, aplicação de um questionário sobre o conhecimento e o uso de energias alternativas e o cálculo da quantidade de painéis solares para aquecer a água do banho.

3.1 Metodologia de Trabalho

Não há no momento verbas específicas para uma implantação prática da instalação dos painéis. Portanto, é realizada uma pesquisa de campo descritiva através de uma técnica padronizada de coleta de dados (questionário (ver APÊNDICE A) e folder explicativo (ver APÊNDICE B)), sendo os dados posteriormente analisados de forma quantitativa (respostas traduzidas em números e a utilização de técnicas estatísticas para análise)). Os objetivos da aplicação do questionário são: informações pessoais (idade, curso, semestre, etc.), sem a necessidade de identificação de quem respondeu, inclusive sobre o tempo gasto no banho, conhecimento de fontes de energia alternativas, em particular a energia solar, o Sol como fonte de energia e a aplicação e uso de fontes de energia sustentáveis. O folder tem como função fornecer uma visão resumida e clara sobre as vantagens da utilização da energia solar em relação aos tipos de energias convencionais e traz em seu arcabouço informações úteis para iniciar ao público-alvo com uma base para um futuro aprofundamento no assunto, quem sabe em nível de pós-graduação. Também traz um resumo do funcionamento de um Sistema de Coletores Solares para o aquecimento da água, com informações de como este fenômeno físico se realiza.

O público-alvo é constituído de estudantes que tem como seu local de moradia, ou não, no período de formação na graduação na universidade as casas de estudantes. Está sendo utilizada uma estratificação de: 96% de moradores da Casa do Estudante Universitário e 4% de estudantes que não utilizam a mesma, isto foi feito para possibilitar uma opinião do público-alvo geral e que não será beneficiado pelo programa, mas que possui, também, uma opinião sobre energias sustentáveis a ser considerada. A área utilizada, e delimitada, de aplicação dos conjuntos (questionário + folder), foi o Restaurante Universitário, Prédio 17 (União Universitária), situado próximo às casas dos estudantes no campus da UFSM em Santa Maria, durante o período de fornecimento do café da manhã e janta que atende tanto aqueles estudantes que moram nas casas de estudantes que são beneficiados pelo benefício socioeconômico como aqueles que não têm sua residência naquele local.

Conforme dados fornecidos pelo site da UFSM (UFSM em números *online*), a universidade conta hoje com um total de 26.261 estudantes, em todos os níveis de formação, destes, segundo dados da PRAE, 1.600 estudantes moram na Casa do Estudante Universitário, portanto são estudantes carentes com direito ao benefício socioeconômico.

A partir disto, a estratificação será composta de:

- 96% de 1600 estudantes da CEU = 1536 estudantes;
- 26.261é o total de estudantes da UFSM 1600 estudantes da CEU = 24661 estudantes que não moram na CEU;
- -4% de 24661 = 986 estudantes e o
- total: 1536 + 986 = 2522 estudantes.

Deste total de 2522 estudantes, foi escolhida uma população¹⁸ de 135 estudantes que receberam os conjuntos (questionário + folder), o que equivale a 5% da estratificação.

¹⁸ É um subconjunto de uma população. A amostra deve ser obtida de uma população específica e homogênea por um processo aleatório. A aleatoriedade é condição necessária para que a amostra seja representativa da população.

3.2 Desenvolvimento do Projeto dos Aquecedores

3.2.1 Utilização do chuveiro elétrico

Segundo Machado (2004), o chuveiro elétrico é um aquecedor de passagem cuja ducha está instalada no corpo do aquecedor e tem como vantagem o baixo custo. Sendo, no entanto, um dos maiores responsáveis pela maior queda de tensão no sistema elétrico nos horários de pico.

De acordo com o Atlas Brasileiro de Energia Solar (PEREIRA, 2010, p. 51), "estima-se que o aquecimento de água é responsável por 25% do total de energia elétrica consumida nas residências brasileiras o que representa um consumo da ordem de 20 bilhões de kWh". O equipamento comumente mais utilizado para a função do aquecimento da água, novamente como já citado, é o chuveiro elétrico, que possui um baixo custo e pode consumir uma potência de até 6 kWh. O setor residencial representa a maior parte do consumo de energia elétrica e a maior porcentagem é devido a equipamentos de aquecimento da água (chuveiros elétricos e aquecedores centrais, 75%). Cada chuveiro elétrico possui um consumo médio de 28 kWh/mês ou 9 kWh/mês/pessoa.

3.2.2 Substituição por Sistema de Aquecimento Solar

Implantação de um sistema de aquecimento da água do banho, em substituição ao chuveiro elétrico, utilizando energia solar em um dos módulos da Casa do Estudante (Figura 9 – fachada – CEU) objetivando com isso a economia de energia elétrica em prol do meio ambiente, diminuindo a conta de energia elétrica da universidade, e disseminando uma consciência de sustentabilidade entre os estudantes universitários dentro da Educação Ambiental.

O método de cálculo que será utilizado para definir a quantidade de painéis solares a serem instalados está baseado na norma brasileira NBR ABNT 15569, de 18 de fevereiro de 2008 – Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto – Projeto e instalação de acordo com o Anexo B – Metodologia

de cálculo (Brasil, 2008). Pressupostos deste método são: dimensionamento em residência unifamiliares e a consideração de uma fração solar de 70% e sem sombreamento sobre os painéis solares.

Todo o cálculo é feito por etapas de dimensionamento nas quais os dados da etapa anterior servem como base para a etapa seguinte (resultados apresentados no APÊNDICE C).



Figura 9: fotografía - fachada do novo módulo residencial anexado ao Prédio 34, para estudantes da UFSM aonde será instalado o Sistema de Aquecimento Solar

(Fonte: BORNE, 2011, s/n).

O projeto de cálculo desenvolvido neste trabalho irá se transformar em uma licitação com vistas a sua operacionalização.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise do "questionário do conhecimento"

Da população de 135 estudantes aos quais foi fornecido o conjunto (questionário + folder), uma amostra¹⁹ de 50 estudantes devolveu o mesmo preenchido, o que corresponde a 37% da população. Destes resultados obtidos, há números interessantes os quais se cita:

- a média de idade dos estudantes que responderam ao questionário é de 22 anos, ou seja, estão inseridos nos 14,4% dos brasileiros de 18 a 24 anos, com mais de 11 anos de estudo, e que estão entrando em um curso superior ainda em uma idade muito alta, segundo dados do relatório PNAD 2010 (IBGE, 2010, s/n);
- para corroborar a amostra de 50 estudantes que devolveram os questionários preenchidos e para validar os dados referentes à idade do público-alvo que respondeu ao mesmo, foi utilizada uma distribuição de probabilidade qui-quadrado, a qual forneceu:
 - média ou graus de liberdade (φ) = 22 anos;
 - desvio padrão (σ) = ± 3 anos e
 - variância = 10,58.

Utilizando a tabela distribuição de x² com graus de liberdade igual a 22 e um erro de 2,5%, tem-se uma probabilidade de 36,8%, o que fornece:

Número de amostras = (135.36,8%)/100

Número de amostras = 50.

Ou seja, corroborando a validade da amostra referente aos dados relativos a idade do público-alvo. Portanto, teve-se uma faixa de idade entre 19 e 25 anos correspondente ao público-alvo que respondeu ao "Questionário do conhecimento;

¹⁹É um subconjunto de uma população. A amostra deve ser obtida de uma população específica e homogênea por um processo aleatório. A aleatoriedade é condição necessária para que a amostra seja representativa da população.

45

- para a média do tempo de moradia na CEU também foi utilizada uma

distribuição qui-quadrado, a qual forneceu:

- média ou graus de liberdade (φ) = 29 meses;

- desvio padrão (σ) = \pm 17 meses e

- variância = 286,54.

Utilizando a tabela de distribuição x² com graus de liberdade igual a 29 e

um erro de 10%, tem-se uma probabilidade de 39,1%, o que fornece:

Número de amostras = (135.39,1%)/100

Número de amostras = 53.

Devido a maior dispersão dos dados referentes ao tempo de moradia na

CEU do público-alvo e para corroborar a amostra escolhida foi necessário

aumentar o erro e mesmo assim, obteve-se um valor próximo a amostra.

Utilizando uma taxa percentual maior de erro, conforme a tabela de

distribuição x2, obtém-se um valor de amostra inferior ao escolhido (com

um erro de 25% obteve-se um valor de 45 amostras).

Portanto, tivemos uma faixa de 12 meses (1 ano) a 46 meses (3 anos e

10 meses) correspondente ao tempo de moradia do público-alvo que

respondeu ao "Questionário do conhecimento";

- 91% dos estudantes que responderam ao questionário provêm de cidades

no estado do Rio Grande do Sul e os restantes 9% vêm de outros

estados da federação, o que evidencia que a UFSM é uma universidade

que é buscada como uma opção para estudantes de diversas localidades do

país, mas que seu principal público a ser atendido na graduação e pós-

graduação continua sendo do estado do Rio Grande do Sul, também

devido à distância e localização no interior do estado;

- conforme as áreas do conhecimento humano, os indivíduos da amostra

do público-alvo ficaram divididos da seguinte maneira:

- exatas: 17%;

- saúde: 15%;

- tecnologia: 23%;

- humanas: 23%;

- sociais: 11% e

- técnicos de nível médio: 11%.

Não houve uma prevalência de determinada área, mas sim uma pulverização em todas as áreas, o que revela não só uma diversidade de estudantes que vivem na CEU, mas também uma representatividade de todas as áreas que responderam ao questionário, validando assim a aleatoriedade da amostra da população.

A análise do questionário é realizada através das respostas fornecidas a cada questão pela amostragem do público-alvo no "questionário do conhecimento". Muitas das questões tiveram mais de uma resposta dada pelos estudantes e todas elas foram levadas em conta nesta análise.

4.1.1 Qual a sua opinião sobre educação ambiental

O questionário inicia com a pergunta-alvo que é o objetivo deste curso de especialização, a compreensão, para o estudante, do que seja a educação ambiental. As respostas, bem como a sua porcentagem em relação ao todo, estão dispostas no Quadro 1 e Figura 10.

ITEM	RESPOSTA NO QUESTIONÁRIO	PORCENTAGEM
1	Melhor utilização dos recursos do planeta para garantir o futuro das próximas gerações.	18%
2	Deve ser mais difundida.	15%
3	Conscientização da população.	15%
4	Necessária.	12%
5	Deve ser praticada pelo maior número de pessoas possível.	7%
6	Não opinou.	7%
7	Tem pouco espaço na sociedade atual.	5%
8	Conhecimentos relativos a processos de gestão ambiental.	5%
9	Deve ser oferecida de forma coerente com propostas interessantes.	3%
10	Outras respostas.	13%

Quadro 1 – Qual a sua opinião sobre educação ambiental (BORNE, 2011, s/n).

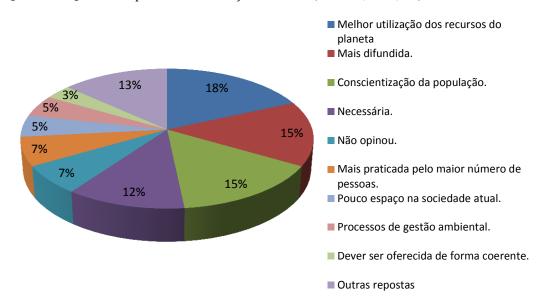


Figura 10: gráfico da porcentagem relativa às respostas da questão 1 do "Questionário do conhecimento", conforme comentado no Quadro 1 (BORNE, 2011, s/n).

Fica evidente pelas respostas apresentadas que, para a maioria dos estudantes, a educação ambiental deve garantir o futuro das próximas gerações através da divulgação e conscientização da população, que isto é uma necessidade e deve ser uma prática do maior número de pessoas. Há um forte

sentido de verdade neste fato, pois apesar da educação ambiental estar focada e bem incentivada na constituição federal brasileira, há pouco conhecimento e muito pouca divulgação. Prova deste fato são as opções "Não opinou" e "Tem pouco espaço na sociedade atual" como respostas fornecidas ao questionário; ele possui a clara visão de que em nossa sociedade a educação ambiental é mais uma questão de ser "ambientalmente" e "socialmente correto" do que colocar em prática. Isto é uma mensagem preocupante para uma sociedade, como a brasileira, que almeja um futuro valorizando a sua natureza.

4.1.2 Você tem como prática economizar energia?

Neste item 92% disseram que sim, tem a prática de economizar energia e somente 8% não tomou como hábito a economia de energia.

Este é um dado positivo, pois a maioria dos estudantes entende que economizar energia é um fator determinante para a manutenção dos recursos ambientais e que habitando em comunidade em um lugar que não lhes pertence, somente durante o curso, podem economizar os gastos do poder público nas contas de energia.

4.1.3 Em caso afirmativo, quais as ações que você utiliza para economizar energia.

As respostas bem como a sua porcentagem em relação ao todo estão dispostas no Quadro 2 e Figura 11.

ITEM	RESPOSTA NO QUESTIONÁRIO	PORCENTAGEM
1	Desligar lâmpadas em locais com ausência de pessoas.	28%
2	Diminuir o tempo do banho.	25%
3	Desligar equipamentos que não estão sendo utilizados.	21%
4	Utilizar lâmpadas econômicas.	5%
5	Utilizar a luz ambiente.	4%
6	Evitar manter lâmpadas acesas durante o dia.	4%
7	Fechar as torneiras quando não utilizadas.	3%
8	Outras respostas.	10%

Quadro 2 – Em caso afirmativo, quais as ações que você utiliza para economizar energia (BORNE, 2011, s/n).

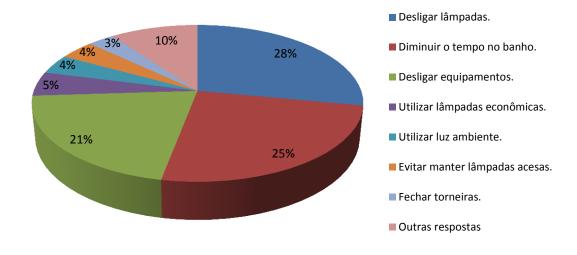


Figura 11: gráfico da porcentagem relativa às respostas da questão 3 do "Questionário do conhecimento", conforme comentado no Quadro 2 (BORNE, 2011, s/n).

Dos 92% dos estudantes que responderam afirmativamente que tem como prática economizar energia, todos citaram tarefas práticas para tornar este fato em realidade. Ações como diminuir o tempo do banho, desligar equipamentos que não estão sendo utilizados e utilizar lâmpadas econômicas revelam ações em prol da economia de energia. Desligar lâmpadas na ausência

de pessoas e fechar as torneiras quando não utilizadas lembram campanhas do governo em momentos nos quais havia uma menor oferta de energia pelo poder público e em momentos de falta de chuva em regiões brasileiras e no estado do Rio Grande do Sul, isto mostra que realmente a propaganda influencia quando bem direcionada em prol do meio ambiente e interesses econômicos governamentais. Uma grata surpresa foi à citação da utilização da luz ambiente, o que revela uma educação ambiental no sentido de economia ao utilizar a luz solar ao invés de consumir a luz artificial.

4.1.4 Em seu local de residência, você tem como prática utilizar lâmpadas econômicas?

Neste item, 66% dos estudantes que responderam ao questionário informaram que possuem como prática utilizar lâmpadas econômicas, já 34% informou que não possuem a iniciativa. É realmente curioso saber porque este ato de economia e favorecimento ao meio ambiente não foi uma unanimidade, o que pode ser conferido nas próximas duas questões.

4.1.5 Em caso afirmativo, quais os tipos de lâmpadas.

No Quadro 3 é possível ver os tipos de lâmpadas citados.

ITEM	RESPOSTA NO QUESTIONÁRIO	PORCENTAGEM
1	Lâmpada fluorescente.	78%
2	Lâmpada incandescente.	10%
3	Não opinou.	6%
4	Lâmpada vapor de sódio.	3%
5	Não me lembro do modelo.	3%

Quadro 3 – Em caso afirmativo, quais os tipos de lâmpadas (BORNE, 2011, s/n).

Em relação ao item anterior dos 66% estudantes que responderam que utilizam lâmpadas econômicas, 78% citaram as lâmpadas fluorescentes como o tipo escolhido de dispositivo de iluminação econômico. Por outro lado, 22% não têm o conhecimento dos tipos de lâmpadas que existem e tampouco à classe de economia a que pertencem. Isto pode ser devido a não estar cursando alguma área relativa à tecnologia ou ciências exatas, não ter recebido este conhecimento em casa ou desconhecimento total mesmo. Lâmpadas incandescentes, totalmente antieconômicas e com uma classificação muito baixa segundo o PROCEL, lâmpadas vapor de sódio, quase sempre utilizadas para iluminação exterior, vias públicas e edificações com pé direito alto e não ter opinado representam bem esta falta de conhecimento.

4.1.6 Em caso negativo, por que não?

O custo alto das lâmpadas fluorescentes foi a principal razão citada por 34% dos estudantes que responderam que não tem o hábito de utilizar lâmpadas econômicas. Isto está coerente com o motivo pelo qual os estudantes optam por utilizar a CEU durante seu tempo de estudo e não investirem alugar um imóvel: a carência de recursos financeiros familiares para tal. Em primeiro lugar não se conhece a realidade financeira dos mesmos e, em segundo lugar, como é uma habitação de uso coletivo, nem todos tem a mesma opinião a ser partilhada e compartilhada com seus colegas, conforme revela uma das repostas no Quadro 4.

ITEM	RESPOSTA NO QUESTIONÁRIO	PORCENTAGEM
1	São de custo elevado.	57%
2	Não foi necessária realizar a troca.	19%
3	Não há concordância sobre o assunto no apartamento no qual resido.	6%
4	É uma questão de hábito.	6%
5	Compro as lâmpadas mais baratas.	6%
6	Trata-se de um investimento mais elevado.	6%

Quadro 4 – Em caso negativo, por que não? (BORNE, 2011, s/n).

4.1.7 Tem ideia do que sejam energias renováveis?

Esta questão obteve um resultado altamente positivo: 96% das respostas apontam um conhecimento do que sejam energias renováveis, que são aquelas que não poluem o meio ambiente e que, como o nome diz, estão disponíveis em todos os novos dias. Aponta para um começo muito auspicioso de educação ambiental nos estudantes que buscam um conhecimento superior e que podem realmente influenciar na utilização de novas formas de energia, inovando e não somente utilizando energias provenientes de fontes fósseis e altamente poluidoras, formadoras de gases do efeito estufa e instabilizando o clima.

4.1.8 Se a resposta for positiva, pode citar alguma?

Conforme o Quadro 5 e a Figura 12 são possíveis conferir, percentualmente e graficamente, as energias renováveis citadas pelos estudantes e as quais tem algum conhecimento, senão profundo, pelo menos prévio.

ITEM	RESPOSTA NO QUESTIONÁRIO	PORCENTAGEM
1	Energia solar	41%
2	Energia eólica	38%
3	Energia das marés	8%
4	Biomassa	6%
5	Hidroelétrica	3%
6	Energia nuclear	2%
7	Energia geotérmica	1%
8	Biodigestor	1%

Quadro 5 – Se a resposta for positiva, pode citar alguma? (BORNE, 2011, s/n).

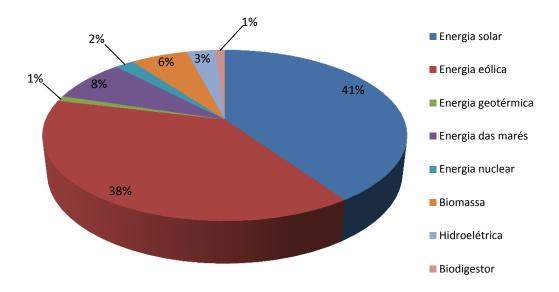


Figura 12: gráfico da porcentagem relativa às respostas da questão 8 do "Questionário do conhecimento", conforme comentado no Quadro 5 (BORNE, 2011, s/n).

Realmente muito significativo e altamente positivo o nível das respostas aqui apresentadas pelos estudantes referentes aos tipos de energias renováveis que eles conhecem ou ouviram falar. É possível perceber que todas as energias renováveis conhecidas atualmente e que estão sendo aplicadas e/ou pesquisadas foram aqui citadas. Não só a energia solar que tem sido bastante utilizada em muitos lugares, principalmente em países desenvolvidos e de uma

forma mais tímida em países em desenvolvimento, como a energia eólica que de uma forma prática tem sido divulgada e aplicada no estado do Rio Grande do Sul, em especial na localidade de Osório, próximo à área litorânea marítima do estado, local de vento intenso. Devido a esta divulgação, aplicação e estudo ela foi citada nesta pesquisa. Mesmo energias que não são muito conhecidas no meio acadêmico e na nação brasileira como um todo, foram igualmente citadas com um percentual significativo: a energia das marés e a energia geotérmica.

Biomassa e biodigestores têm sido bastante utilizados nas regiões de produção agrícola no estado do Rio Grande do Sul e Brasil, como uma forma de aproveitamento de resíduos sólidos e para geração de gás e energia elétrica; como muitos estudantes da UFSM vêm das regiões interioranas do estado e focadas principalmente neste tipo de atividade, a citação destas formas de energia está ligada a estes estudantes de uma forma mais direta e diária.

Até mesmo a energia nuclear, que no início deste ano causou certo medo e desconforto devido aos problemas ocorridos pelo fenômeno *tsunami*²⁰ devido a um forte terremoto no Japão e que atingiu as usinas nucleares da região de *Fukushima* foi citada como uma forma de energia renovável e não poluente e a qual o Brasil, como uma nação independente, soberana e interessada na preservação do meio ambiente, deveria investir mais.

Em suma, tem-se uma opinião diversificada e focada nas energias renováveis e quiçá possam se tornar cada vez mais realidade na transformação ambiental educacional da sociedade, não só gaúcha como também brasileira.

4.1.9 Em sua opinião, quais formas de energia hoje utilizadas poderiam ser substituídas por alguma forma de energia renovável.

Esta questão gerou uma série de sugestões plausíveis e de aplicação, senão imediata, pelo menos em médio prazo. Destaca-se a efetiva

_

²⁰Onda gigante causada por um abalo sísmico nas placas tectônicas da superfície da Terra e que se propaga no oceano e que causa destruição ao atingir uma costa terrestre.

participação dos estudantes, já que este é um tema concernente à educação ambiental, pois visa à diminuição da emissão de gases do efeito estufa por energias não renováveis.

Para uma análise inicial seria realmente interessante observar o Quadro 6 e a Figura 13 para uma posterior discussão.

ITEM	RESPOSTA NO QUESTIONÁRIO	PORCENTAGEM
1	Energia elétrica pela energia solar.	22%
2	Petróleo por biocombustíveis.	17%
3	Termoelétricas.	14%
4	Energia elétrica residencial para aquecimento da água.	6%
5	Energia solar.	6%
6	Energia nuclear deveria ser substituída devido aos riscos que oferece.	6%
7	Energia eólica.	5%
8	Energia elétrica pela energia nuclear.	3%
9	Não opinou.	3%
10	Hidroelétricas deveriam ser substituídas por Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCH).	3%
11	Aproveitar a luz solar para economizar iluminação artificial.	3%
12	Outras respostas.	11%

Quadro 6 – Em sua opinião, quais formas de energia hoje utilizadas poderiam ser substituídas por alguma forma de energia renovável (BORNE, 2011, s/n).

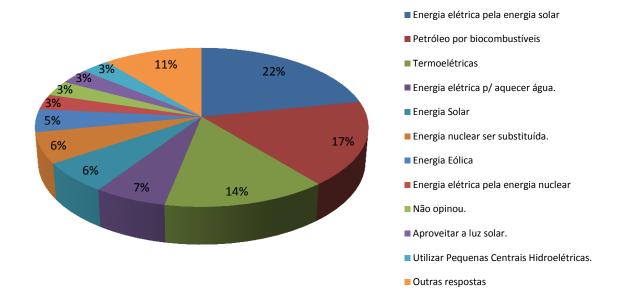


Figura 13: gráfico da porcentagem relativa às respostas da questão 9 do "Questionário do conhecimento", conforme comentado no Quadro 6 (BORNE, 2011, s/n).

O objetivo principal desta questão era citar uma substituição possível de alguma forma de energia não renovável utilizada hoje por uma forma de energia renovável e que pudesse, com esta troca, trazer benefícios para o meio ambiente.

É possível perceber que respostas significativas e inseridas no contexto da questão apareceram e representaram a maioria daquelas fornecidas pelos estudantes. Há uma consciência da necessidade de substituição de energias potencialmente poluidoras por energias também potencialmente sustentáveis e renováveis. A substituição da energia elétrica pela energia solar e a substituição do uso do petróleo por biocombustíveis são as que alcançaram maior escolha. A primeira porque é um tipo de energia não poluente e a segunda devido à intensa campanha do governo, nos últimos anos, pelo uso dos biocombustíveis em substituição aos hidrocarbonetos insaturados representados pelo óleo e a gasolina. A efusão das plantações de cana-de-açúcar e o investimento pesado de empresas como a PETROBRAS têm sido os ícones da impulsão deste tipo de

energia renovável, o que influenciou, bastante, esta resposta por parte dos estudantes.

A citação da energia termoelétrica revela também uma preocupação salutar da comunidade estudantil pelo investimento pesado sendo realizado pelo estado do Rio Grande do Sul na área da queima do carvão para a geração de energia elétrica, o que representa uma carga a mais de poluentes a ser jogado na atmosfera na região de Candiota e por ação do vento espalhando-se pelo estado gaúcho.

Novamente a energia nuclear é citada e de uma forma dicotômica, com dois lados: o positivo na substituição da energia elétrica pela nuclear e o lado negativo solicitando a sua substituição pelos riscos que oferece. Este antagonismo é extremamente salutar e demonstra a capacidade que os estudantes possuem de reativar discussões através de opiniões divergentes sobre a mesma forma de energia. Quem sabe deste "caldo" energético não possam surgir soluções inovadoras para um futuro ambientalmente educativo melhor?

Outras soluções citadas, de menor escolha, são também significativas e mostram a grande variedade de possíveis aplicações sustentáveis: grandes hidroelétricas sendo substituídas por Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCH) para abastecer de energia comunidades e/ou cidades de menor tamanho, aproveitar mais a luz solar com vistas à economia da luz artificial e houve até mesmo quem não opinou a respeito do assunto.

4.1.10 De acordo com o item número 8 quais poderiam ser utilizadas no estado do Rio Grande do Sul.

Aqui é novamente proposto um retorno à questão 8 com uma ponte para a questão 7, que introduz o assunto sobre energias renováveis. Se na questão 7 temos uma introdução questionando a amostra do público-alvo acerca do conhecimento sobre energias renováveis e na questão 8 é solicitado a citação das energias renováveis que os mesmos conhecem, nesta questão é proposto que

esta aplicação de educação ambiental seja levada para o estado do Rio Grande do Sul. Dito isto, pode-se divisar os resultados observando o Quadro 7 e a Figura 14.

ITEM	RESPOSTA NO QUESTIONÁRIO	PORCENTAGEM
1	Energia solar	40%
2	Energia eólica	32%
3	Todas, sendo aplicadas em diferentes regiões.	7%
4	Biomassa	5%
5	Energia das marés	4%
6	Não tenho opinião formada a respeito.	4%
7	Não opinou.	3%
8	Desconhece as possibilidades energéticas do RS.	2%
9	Geotérmica	2%
10	Energia nuclear	1%

Quadro 7 – De acordo com o item número 8 quais poderiam ser utilizadas no estado do Rio Grande do Sul (BORNE, 2011, s/n).

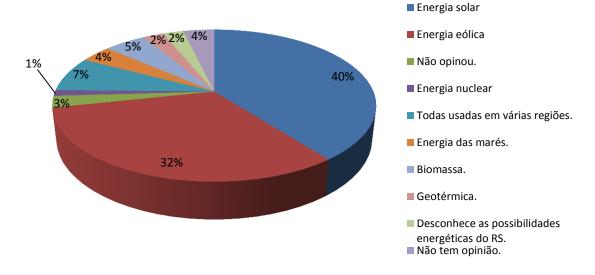


Figura 14: gráfico da porcentagem relativa às respostas da questão 10 do "Questionário do conhecimento", conforme comentado no Quadro 7 (BORNE, 2011, s/n).

As respostas dos estudantes sobre as formas de energias renováveis que poderiam ser aplicadas no estado do Rio Grande do Sul não estão de maneira alguma diferente das energias sustentáveis citadas na questão 8; aqui, de uma forma menor mas não menos significativa, repetem-se a energia solar, em parte devido a pequena divulgação que tem sido realizada nos últimos anos e em parte devido ao tema desta monografia e igualmente a energia eólica é bastante citada através do conhecimento do parque eólico situado na cidade de Osório, no litoral do estado do Rio Grande do Sul.

A biomassa tem uma ponte direta com as pequenas propriedades no interior do estado e do qual provêm muitos dos estudantes da UFSM. Apesar disto, houve estudantes que não tiveram uma opinião formada a respeito, o que pode sugerir dois caminhos: desconhecimento ou falta da vontade de responder a questão. Aqui também surgiram dois estudantes que não sendo provenientes do estado do Rio Grande do Sul e não conhecendo a realidade do estado, preferiram não opinar a respeito. E finalmente, há quem preferiu sugerir todos os tipos citados na questão 8, sendo aplicadas conforme a região, englobando uma opinião ampla sem querer ser específico.

4.1.11 Deveria haver mais disciplinas sobre energias renováveis nos cursos da UFSM? Por quê?

Uma resposta afirmativa representou a maioria dos questionários respondidos pelos estudantes, sendo que só uma resposta negativa foi fornecida: "Não, porque a televisão mostra bastante". Aqui não cabe uma observação e nem um comentário, pois a resposta fala muito bem por si. É possível perceber através do Quadro 8 e Figura 15 a imensa variedade de respostas da amostra do público-alvo e de como este, de certa maneira, foi um assunto bastante controverso devido à pulverização das respostas.

ITEM	RESPOSTA NO QUESTIONÁRIO	PORCENTAGEM
1	Conscientização da população iniciando pela comunidade acadêmica.	26%
2	Deveriam ser mais ofertadas nos cursos.	19%
3	Auxilia o aluno e o planeta.	7%
4	Importante na UFSM por questão de economia e preservação do meio ambiente.	7%
5	Talvez. Precisamos estar atualizados.	6%
6	Não há disciplinas específicas nos cursos.	4%
7	Nunca pensou no assunto.	4%
8	Possibilitar uma visão crítica das formas que utilizamos para conseguir energia.	4%
9	Depende do curso.	4%
10	Não opinou.	4%
11	Outras respostas.	15%

Quadro 8 – Deveria haver mais disciplinas sobre energia renováveis nos cursos da UFSM? Por quê? (BORNE, 2011, s/n).

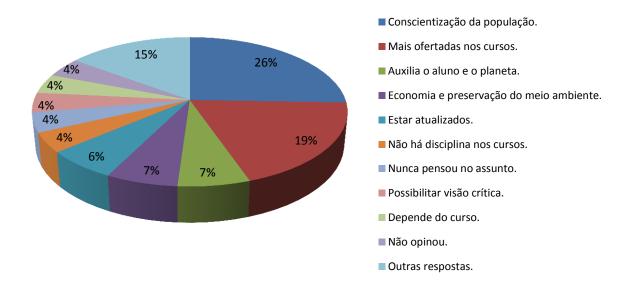


Figura 15: gráfico da porcentagem relativa às respostas da questão 11 do "Questionário do conhecimento", conforme comentado no Quadro 8 (BORNE, 2011, s/n).

É óbvio que há uma preocupação com o conhecimento a serem adquiridos pelos alunos referentes a mais disciplinas sobre energias renováveis e que permita uma conscientização das mesmas em relação à população, ou seja, a democratização do conhecimento mais especificamente em educação ambiental, porque tratar de energias renováveis e sustentáveis nada mais é do que investir em educação ambiental.

Há uma demonstração clara e inequívoca que deverá haver mais disciplinas sobre o assunto e que também depende do curso, ou seja, em que nível, grau de dificuldade e profundidade a ser administrada aos alunos. Também há um interesse que a administração deste tipo de disciplina possa ajudar o aluno a contribuir melhor com o planeta no qual se vive em sua área de formação e atuação. Isto, no final, equivale a praticar educação ambiental onde o mesmo está inserido.

4.1.12 O que o Sol representa para você?

Buscou-se entender o que o aluno pensa a respeito desta fonte de energia perene, constante e sem a qual seria impossível haver manifestação de formas de vida, como nós a conhecemos (inclusive, esta foi uma das respostas). Este tipo de questionamento presta-se também a amenizar a letra fria da pesquisa, é uma forma de "embelezar" o assunto, já que o Sol desperta veias poéticas pela sua figura singular e mística.

Para conferir as respostas, favor observar o Quadro 9 e a Figura 16.

ITEM	RESPOSTA NO QUESTIONÁRIO	PORCENTAGEM
1	Vida	28%
2	Energia	27%
3	Luz	12%
4	Possibilidade da existência da vida como conhecemos.	11%
5	Aquecimento	10%
6	Alegria e tempo de divertimento em dia de Sol.	3%
7	Centro do sistema Solar	3%
8	Não opinou	3%
9	O dia	1%
10	A utilização da energia do Sol inviabiliza a degradação de outros recursos.	1%
11	Não tenho opinião a respeito.	1%

Quadro 9 – O que o sol representa para você? (BORNE, 2011, s/n).

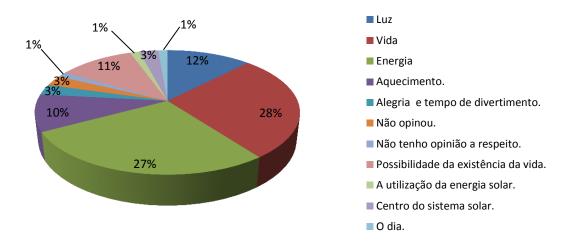


Figura 16: gráfico da porcentagem relativa às respostas da questão 12 do "Questionário do conhecimento", conforme comentado no Quadro 9 (BORNE, 2011, s/n).

4.1.13 Já ouviu falar em utilização da energia solar?

Um resultado muito positivo em relação às respostas desta questão, 98% dos estudantes respondeu que já ouviram falar na utilização da energia

solar. É um número revelador e mostra um amadurecimento para se começar a utilizar energias renováveis na UFSM, como um braço da educação ambiental.

4.1.14 Se a resposta for positiva, qual a sua opinião a respeito do uso.

As opiniões emitidas acerca do uso foram bastante positivas e indicam sugestões para que melhor se consiga aproveitar a energia que vem do Sol em aplicações práticas e econômicas.

Uma visão das respostas fornecidas pode melhor ser observada através do Quadro 10 e Figura 17.

ITEM	RESPOSTA NO QUESTIONÁRIO	PORCENTAGEM
1	Diminuir o custo da energia.	14%
2	Muito interessante e importante.	13%
3	Muito boa educadora ambiental.	12%
4	Deveria ser mais explorado.	12%
5	Diminui o consumo de energias que causam impacto ambiental.	11%
6	Interessante desde que seja viável.	9%
7	Custo muito alto de instalação.	7%
8	Maior disponibilização para a população.	5%
9	Útil	4%
10	Diminuir os danos ambientais causados pelas usinas hidroelétricas.	4%
11	Não opinou.	4%
12	Outras respostas.	5%

Quadro 10 – Se a resposta for positiva, qual a sua opinião a respeito do uso (BORNE, 2011, s/n).

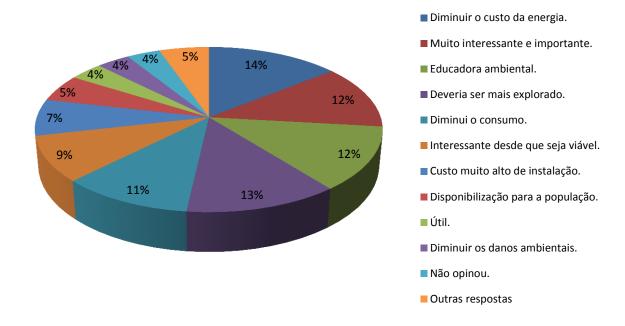


Figura 17: gráfico da porcentagem relativa às respostas da questão 14 do "Questionário do conhecimento", conforme comentado no Quadro 10 (BORNE, 2011, s/n).

As respostas dadas pelos estudantes se focaram basicamente em duas frentes: a conservação do meio ambiente e a questão econômica. A questão ambiental foi mais fortemente tratada quando se observa as opiniões escritas pelos estudantes: diminuição do consumo das energias que causam impacto ambiental, uma atitude educadora ambiental a sua instalação e utilização, útil, interessante, importante e deveria ser mais explorado. Já pela ótica econômica, com menor número de respostas, mas igualmente revestida de importância, têmse: diminuir o custo da energia gasta que deve ser paga, o custo muito alto da instalação, viabilidade da instalação e uma maior utilização por parte da população. Há escondida nestas respostas duas grandes mensagens do uso de sistemas de aquecimento solar: a conservação do meio ambiente e de seus uma questão econômica no sentido de gerar economia e ao mesmo recursos e tempo a necessidade da utilização através da possibilidade de que mais pessoas possam usufruir deste sistema e com isto diminuindo o custo da sua implantação.

Estas duas mensagens precisam ser ouvidas, não só pelos que lutam pelo meio ambiente e a conservação de seus recursos, mas também pelo poder público, para que possa subsidiar este tipo de alimentação energética em residências; pouco tem sido feito, mas é necessário mais para que mais pessoas possam ter acesso a sistemas renováveis e ao mesmo tempo agirem como educadores ambientais.

4.1.15 Se a resposta for negativa, por que não?

Somente 2% dos estudantes que responderam aos questionários não quiseram opinar sobre o conhecimento ou não da utilização da energia solar. Não significa que não conheçam ou mesmo que nunca ouviram falar, simplesmente não manifestaram uma opinião a respeito.

4.1.16 Você concordaria na utilização da energia solar na CEU como forma de aquecer a água do banho?

Todos os estudantes foram unânimes na utilização da energia solar na CEU como forma de aquecer a água do banho. Um resultado de 100% que mostra a relevância e a importância do assunto. Por ser algo novo e pelo pioneirismo da iniciativa, acabou cativando o interesse e, de certa forma, a motivação para que isso possa ser efetivamente realizado e colocado em funcionamento.

4.1.17 Quanto tempo você costuma levar no banho?

O resultado deste questionamento será útil no item 4.2 para uma efetiva análise do ganho energético do sistema. Como cada entrevistado forneceu um tempo médio durante o qual utiliza o banheiro para o banho, foi feito uma média dos tempos de cada estudante e chegou-se ao tempo de 11 minutos.

4.1.18 Qual a sua opinião a respeito deste projeto piloto na UFSM.

Por ser um projeto piloto nesta universidade, é lógico que desperte o interesse dos estudantes, então, nada melhor que permitir que eles mesmos emitam a sua opinião, que pode ser observada no Quadro 11 e Figura 18.

ITEM	RESPOSTA NO QUESTIONÁRIO	PORCENTAGEM
1	Iniciativa muito importante e necessária.	26%
2	Diminuição dos gastos do governo.	17%
3	Interessante.	12%
4	Uma forma de melhorar a situação do meio ambiente.	8%
5	Campo de pesquisa.	7%
6	Deveria já estar em funcionamento.	5%
7	Ótimo	3%
8	A universidade deveria ser uma referência em assuntos ambientais.	3%
9	Economia de recursos para investimento em outras áreas da UFSM.	3%
10	Projeto para facilitar a realização de práticas ambientais.	3%
11	Deve ser um projeto bem elaborado e eficaz.	3%
12	Não opinou.	3%
13	Outras respostas.	7%

Quadro 11 – Qual a sua opinião a respeito deste projeto piloto na UFSM (BORNE, 2011, s/n).



Figura 18: gráfico da porcentagem relativa às respostas da questão 18 do "Questionário do conhecimento", conforme comentado no Quadro 11 (BORNE, 2011, s/n).

4.1.19 Além da utilização da energia solar como aquecimento, você conhece mais alguma forma de utilização deste tipo de energia?

Se por um lado 98% dos estudantes através da questão 13 responderam que já ouviram falar em utilização da energia solar, por outro lado em termos de aplicação ficou bastante restrito somente ao aquecimento. 62% dos estudantes não conhecem outra forma de utilização da energia solar, 36% já ouviram e/ou presenciaram outras maneiras do uso de sistemas solares e 2% não opinaram acerca do assunto. Esta grande disparidade e ao mesmo tempo esta pobreza cultural e ambiental referente ao uso de energias renováveis deve-se a pouca disseminação do assunto na universidade conforme a questão 11, no qual um estudante forneceu a seguinte resposta: "é uma vergonha uma instituição de nível federal não divulgar e incentivar a utilização de novas formas de energia". Segundo um estudante que respondeu na questão 18: "a universidade deveria ser uma referência em assuntos ambientais" não é o que se observa, caso contrário, ter-se-ia com certeza um maior conhecimento das aplicações de sistemas coletores solares e por extensão células fotovoltaicas.

4.1.20 Em caso afirmativo, poderia citar qual?

Em relação aos 36% dos estudantes, da questão 19, que responderam que conhecem outras formas de utilização da energia solar, houve ideias muito interessantes que complementaram a visão somente do uso de aquecimento, como se pode verificar no Quadro 12.

Mesmo nesta situação, de conhecer a energia solar, houve estudantes que não opinaram ou mesmo que ofereceram respostas muito abrangentes sem uma aplicação específica: "gerar energia para várias aplicações" e "luz" não oferece nenhuma solução ou ideia. Houve estudantes que se lembraram de aplicações bastante conhecidas e pouco citadas, é o caso das células fotovoltaicas para gerar energia, biodigestores e o fogão solar.

ITEM	RESPOSTA NO QUESTIONÁRIO	PORCENTAGEM
1	Gerar energia para várias aplicações.	25%
2	Células fotovoltaicas para gerar energia elétrica.	25%
3	Luz.	10%
4	Não opinou.	10%
5	Solarização (método utilizado para esterilizar substratos agrícolas).	5%
6	Automóveis movidos à energia solar.	5%
7	Cadeira de rodas movida a energia solar.	5%
8	Fogão solar.	5%
9	Parque de energia solar e eólica no nordeste brasileiro.	5%
10	No uso de biodigestores (decomposição do lixo).	5%

Quadro 12 – Em caso afirmativo, poderia citar qual? (BORNE, 2011, s/n).

Boas ideias, poucas é verdade, de aplicações da energia solar chamam a atenção pela sua aplicabilidade atual: a solarização, automóveis e cadeira de rodas, para pessoas portadoras de necessidades especiais, movidos à energia solar. Nestas poucas sugestões é possível perceber que há estudantes

realmente interessados em colocar em prática a energia gratuita e abundante que vem do Sol.

4.1.21 O folder explicativo sobre Energia Solar de alguma forma lhe ajudou a compreender o que é uma energia renovável e qual a sua utilização?

O principal objetivo de alguém que se propõe a realizar um material educativo ou que forneça alguma informação importante deve ser a clareza, a facilidade de entendimento e a objetividade. Estas características também estavam no alvo ao se realizar o folder de educação ambiental sobre energias renováveis, em especial a energia solar. A partir disto, o retorno do público-alvo para o qual se destina o material, também é uma informação importante, para ver se o objetivo para o qual foi feito foi alcançado.

É o que se pode verificar no Quadro 13 a partir das observações dos estudantes recolhidas do "Questionário do conhecimento".

ITEM	RESPOSTA NO QUESTIONÁRIO	PORCENTAGEM
1	Sim.	77%
2	Não ajudou muito.	11%
3	Ainda não li o folder.	6%
4	Está bem resumido, mas possui uma explicação satisfatória.	2%
5	A figura estava com detalhes apagados.	2%
6	Não opinou.	2%

Quadro 13 – O folder explicativo sobre energia solar de alguma forma lhe ajudou a compreender o que é uma energia renovável e qual a sua utilização? (BORNE, 2011, s/n).

Após a análise destes dados, pode-se concluir que o folder cumpriu a sua função informativa e esclarecedora fornecendo uma boa introdução sobre a energia solar. Uma sugestão de melhoria seria uma melhor qualidade da figura no verso que estava com os detalhes apagados e uma versão mais aprofundada do texto.

4.1.22 Qual a sua opinião sobre a divulgação da utilização de energias renováveis na UFSM?

Utilizando, finalmente, esta questão como uma finalização do "Questionário do conhecimento" e unindo com as respostas das questões 11 (mais disciplinas sobre energias renováveis na UFSM) e questão 18 (opinião dos estudantes sobre o projeto piloto na UFSM) que estão relacionadas, podem-se verificar as respostas dos estudantes observando e analisando o Quadro 14 e a Figura 19.

ITEM	RESPOSTA NO QUESTIONÁRIO	PORCENTAGEM
1	Muito importante.	20%
2	A UFSM deveria fornecer mais conhecimento aos acadêmicos sobre energias renováveis.	18%
3	Deve ser feito e apoiado para que seja realizado.	12%
4	Conscientização da população.	12%
5	Não prejudica o meio ambiente.	8%
6	Economia em custos financeiros.	8%
7	Aprovo a ideia.	5%
8	A UFSM deveria se envolver mais com projetos na área ambiental.	5%
9	Muito bom.	3%
11	Muito deficiente.	3%
12	Outras respostas.	6%

Quadro 14 – Qual a sua opinião sobre a divulgação da utilização de energias renováveis na UFSM (BORNE, 2011, s/n).

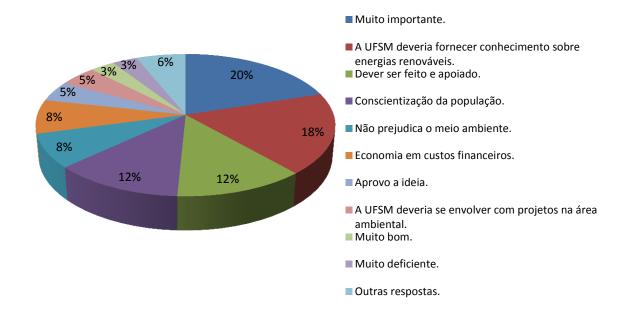


Figura 19: gráfico da porcentagem relativa às respostas da questão 22 do "Questionário do conhecimento", conforme comentado no Quadro 14 (BORNE, 2011, s/n).

Os estudantes mostraram uma opinião muito otimista em relação à divulgação da utilização de energias renováveis mostrando que eles apoiam, mas ao mesmo tempo há uma forte crítica em muitas das respostas devido à ineficiência da universidade em suprir esta lacuna. Resposta como "muito deficiente" e "A UFSM deveria se envolver mais com projetos na área ambiental" representam bem essa omissão ou falta. Há uma necessidade demonstrada nas respostas também em relação à conservação do meio ambiente e o envolvimento mais direto da população como um todo, o que traça uma continuidade com as respostas das questões "11" e "18", como já anteriormente comentado. Interessante como há um ciclo juntando e encerrando as respostas dos estudantes, que representaram o público-alvo desta pesquisa, mostrando que há sim uma correlação direta com meio ambiente e energias sustentáveis, logo, gerando educação ambiental.

Outras respostas interessantes dos estudantes nessa questão:

- "Tem que estar articulada com os demais debates da agressão ao meio ambiente no capitalismo".

- "A UFSM está cumprindo com seu papel de universidade pública, realizando ações que melhoram a vida das pessoas".

Como um lema em relação à educação ambiental, criaram-se as duas frases abaixo para estarem presentes como uma lembrança da responsabilidade não só do poder público, mas de cada um de nós, de cada brasileiro e em um campo mais restrito, da comunidade acadêmica da UFSM no sentido do engajamento na educação pela sustentabilidade e na preservação consciente do meio ambiente.

Educação Ambiental está na constituição brasileira, é um dever de todos e um direito do brasileiro de hoje e do amanhã.

Energia Solar – Uma UFSM sustentável – Porque não? Apoie essa ideia.

4.2 Análise do ganho energético do projeto

A análise de ganho energético do sistema é realizada com os dados obtidos do "Questionário do conhecimento" através da questão de número 17 e dados pessoais dos estudantes que responderam ao mesmo.

O valor médio do tempo de banho, bem como o maior e o menor tempo, estão registrados na Tabela 4.

Tabela 4 – Tempo médio de banho dos alunos que responderam ao "Questionário do conhecimento".

MÍNIMO (min)	MÉDIO (min)	MÁXIMO (min)
5	11	27

Através da fórmula abaixo e tomando como base o tempo de banho médio, conforme a Tabela 4 calcula-se o consumo relativo e o número de usuários.

Energia(kWh) =
$$N.11/60.5,4$$
 (3)

onde:

 $N \rightarrow número de usuários;$

 $(11/60) \rightarrow$ tempo médio de banho em horas;

5,4 kWh → potência nominal do chuveiro; este valor foi adotado como uma referência média através de verificação dos modelos existentes e utilização na CEU.

Substituindo e utilizando os valores e realizando o cálculo proposto na Fórmula 3, tem-se o gasto energético a ser economizado com a substituição do sistema de chuveiros pelo sistema de coletores solares.

Energia =
$$66.1\frac{1}{60}.5,4$$

Energia = $66.0,18333.5,4$
Energia = $59,4kWh$

Conforme Machado (2004), com o aumento dos custos de apoio elétrico nos meses de maio a setembro, o valor será menor, ou seja, em torno de 13,25%.

Em relação ao coletor solar, conforme o item 3 do APÊNDICE C temos 154,2836 kWh/dia como energia útil fornecida pelo Sol para aquecer a água. As perdas dos circuitos primário e secundário tem como resultado, conforme o item 6 do APÊNDICE C, 23,1425 kWh/dia. Transformando o gasto energético da utilização do chuveiro elétrico em uma base diária para fins de comparação e diminuindo as perdas dos circuitos primário e secundário da energia útil fornecida pelo Sol para aquecer água, temos:

Logo, ter-se-á um ganho do coletor solar de 131,1411 kWh/dia no aquecimento da água economizando 1425,6 kWh/dia de energia consumida da rede elétrica do campus da UFSM, gerando uma economia de 87%.

5 CONCLUSÕES

A educação ambiental é um processo contínuo que deve sempre ser avaliado, questionado e sistematizado para que possa ser transmitido com o objetivo da conscientização da população para a conservação do meio ambiente e para o meio acadêmico como uma oportunidade de desvendar as complexidades ambientais, pressuposto importantíssimo para se compreender e respeitar a natureza.

Utilizou-se como público-alvo deste trabalho estudantes que possuem benefício socioeconômico e que por este motivo habitam na Casa do Estudante Universitário da UFSM. Demonstrou-se que é possível sim educar para a sustentabilidade através da utilização de sistemas que utilizam energias renováveis e que esta ação ficou bem clara com a elaboração e a utilização do folder sobre energia solar, não só evidenciando as possíveis utilizações deste tipo de energia não poluente, como também criar um comportamento econômico em relação aos meios naturais e energéticos; isto ficou evidente com o entendimento e a aceitação do folder através do "Questionário do conhecimento".

O "Questionário do conhecimento" proporcionou, também, uma via para que o público-alvo possa tomar consciência do meio ambiente e esta ação foi despertada através das respostas fornecidas às questões propostas. Demonstrou uma maturidade para a utilização da energia solar, o apoio ao projeto proposto e a sua concretização, a instalação de um Sistema de Aquecimento Solar na CEU, e o retorno a, ou descoberta, que o Sol tem uma energia radiante que está disponível para utilização, seja de forma imediata ou em médio e longo prazo.

Calcula-se que, com a implantação do sistema aqui projetado, será obtida uma redução significativa do gasto energético com a diminuição da utilização de 11 chuveiros que serão instalados, na ocupação pelos estudantes, que irão habitar no novo bloco construído anexo ao Prédio 34, na CEU.

Quanto ao custo da instalação, sugere-se que haja por parte do governo federal um subsídio e/ou uma diminuição dos impostos para todo cidadão brasileiro que tenha o interesse em utilizar energias renováveis, cumprindo assim a sua função de sujeito ambiental e colaborador da natureza, não mais um predador.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

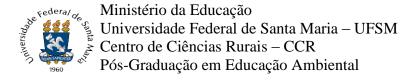
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Relatório ANEEL 2009 / Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília: ANEEL, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15569:
 Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto Projeto e instalação. Rio de Janeiro, 2008. 36 p.
- BEZERRA, A. M. **Aplicações Térmicas da Energia Solar.**João Pessoa: Editora Universitária da Universidade Federal da Paraíba, 2001.
- BRASIL. Decreto-lei n. 2335 de 6 de outubro de 1997. Constitui a Agência Nacional de Energia Elétrica ANEEL, autarquia sob regime especial, aprova sua Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e Funções de Confiança e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, p. 22377, 07 out. 1997.
- BRASIL. Lei 9.427 de 26 de dezembro de 1996. Institui a Agencia Nacional de Energia Elétrica Aneel disciplina o Regime das Concessões de Serviços Públicos de Energia Elétrica e da outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, seção 1, p. 28653, 27 dez. 1996.
- COMETTA, Emílio. Energia Solar Utilização e Empregos práticos. Ed. Hemus, 2004.
- CAPELETTO, Gilberto José, MOURA, Gustavo Humberto Zanchi. Balanço Energético do Rio Grande do Sul 2010: ano base 2009. Porto Alegre, grupo CEEE: Secretaria de Infraestrutura e Logística do Rio Grande do Sul, 2010.
- EPE. **Balanço Energético Nacional 2010**: Ano Base 2009 / Empresa de Pesquisa Energética Rio de Janeiro: EPE, 2010. 276p.
- FARRET, Felix A. Aquecimento de água por energia solar. In:_____.

 Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica. Santa Maria: Editora da UFSM, 2010. p. 106-08.
- FONSECA, Jairo Simon da, MARTINS, Gilberto de Andrade. Curso de Estatística. 6ª edição. São Paulo: Atlas, 2009.

- GRAFFIGNA, Rossana Oliveira, **Breve Histórico das discussões internacionais importantes sobre as mudanças climáticas.** http://www.artigonal.com/doutrina-artigos/breve-historico-das-discussoes-internacionais-importantes-sobre-as-mudancas-climaticas-1913319.html acessada no dia 04 de setembro de 2011 às 19h02min.
- IBGE. **Síntese de Indicadores Sociais**: uma análise das Condições de Vida da População Brasileira 2010. Rio de Janeiro, 2010.
- Instituto Ekos Brasil. Introdução ao Sistema de Aquecimento Solar, 2010.
- LANG, K. R. **The Cambridge Encyclopedia of the Sun.** Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- MACHADO, Luiz Alberto. Análise dos ganhos Energético-Ambientais na substituição de chuveiros elétricos por sistema de aquecimento solar coletivo. 2004. 92p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.
- MONTENEGRO, A. A. Fontes não convencionais de energia As tecnologias solar, eólica e de biomassa, Laboratório de Energia Solar/ Núcleo de Controle Térmico de Satélites, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC Brasil (2000).
- NOGUERA, Jorge Orlando Cuéllar, Definição de Educação Ambiental.
 http://jararaca.ufsm.br/websites/unidadedeapoio/ página do curso de pósgraduação especialização em Educação Ambiental da UFSM, acessada no dia 04 de setembro de 2011 às 15h46min.
- PEREIRA, Enio Bueno. Et al. Atlas Brasileiro de Energia Solar. 1ª edição.
 São José dos Campos: INPE, 2006. 60 p.
- REIS, Lineu Belico dos. **Geração de energia elétrica**: tecnologia, inserção ambiental, planejamento, operação e análise de viabilidade. 3ª edição. Barueri, SP: Editora Manole. págs.: 151-157 (2003).

- SAUVÉ, Lucie. Uma cartografia das correntes em educação ambiental. In:______. Educação Ambiental: pesquisa e desafios. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 17-44.
- UFSM, **UFSM em números**. http://www.ufsm.br/ acessada no dia 01 de outubro de 2011 às 11h30min.
- UFSM, **Alunos / Casa do Estudante.** http://w3.ufsm.br/ceu2 acessada no dia 27 de novembro de 2011 às 21h05min.

APÊNDICE A



EDUCANDO PARA A SUSTENTABILIDADE – COLETORES SOLARES QUESTIONÁRIO DO CONHECIMENTO

Curso:						
Cidade de origem:						
Morador da Casa do Estudante Universitário?						
Se a resposta for positiva, por quanto tempo?						
1- Qual a sua opinião sobre educação ambiental						
2- Você tem como prática economizar energia?	() Sim () Não					
3- Em caso afirmativo, quais as ações que	você utiliza para economizar energia.					
4- Em seu local de residência, você tem como prátic () Sim () Não 5- Em caso afirmativo, quais	•					
6- Em caso negativo, por que não?						
7- Tem ideia do que sejam energias renováveis?						
8- Se a resposta for positiva, pode citar alguma?						
9- Em sua opinião, quais formas de energia hoje alguma forma de energia renovável.						
10- De acordo com o item número 8 quais poderia do Sul.	am ser utilizadas no estado do Rio Grande					

11- Deveria haver mais disciplinas sobre energias renováveis nos cursos da UFSM? Por quê?
12- O que o Sol representa para você?
13- Já ouviu falar em utilização da energia solar? () Sim () Não 14- Se a resposta for positiva, qual a sua opinião a respeito do uso.
15- Se a resposta for negativa, por que não?
16- Você concordaria na utilização da energia solar na CEU como forma de aquecer a água do banho? () Sim () Não 17- Quanto tempo você costuma levar no banho?
18- Qual a sua opinião a respeito deste projeto piloto na UFSM.
19- Além da utilização da energia solar como aquecimento, você conhece mais alguma forma de utilização deste tipo de energia? () Sim () Não 20- Em caso afirmativo, poderia citar qual?
21- O folder explicativo sobre Energia Solar de alguma forma lhe ajudou a compreender o que é uma energia renovável e qual a sua utilização?
22- Qual a sua opinião sobre a divulgação da utilização de energias renováveis na UFSM?

Especializando: Eng°. Eletricista José Ayrton de Souza Borne Junior – PROINFRA. Qualquer dúvida ligue: (55) 3220-9504 / 3220-8626 / 9167-4019.

APÊNDICE B

<u>Folder sobre educação ambiental – Energia solar – Frente</u>

EDUCANDO PARA A SUSTENTABILIDADE

Você sabia:

- ✓ Que o território brasileiro é um dos que mais recebe energia solar no mundo?
- Que a energia solar é uma energia sustentável, renovável, não poluente e que não agride o meio ambiente?
- Que um coletor solar pode aproveitar esta energia que vem do sol e aquecer a água, produzir eletricidade e como fonte de calor em processos industriais?

Porque não aproveitar esta energia?

A UFSM irá disponibilizar a você, que vai ocupar o novo módulo da Casa do Estudante Universitário (CEU), a possibilidade de experimentar e utilizar este tipo de energia para aquecer a água do seu banho.

Como?

Instalará um módulo Coletor Solar na cobertura do prédio e através de tubulação levar a água quente até os apartamentos.

É uma oportunidade para **VOCÊ**, **sim você**, cooperar com o meio-ambiente e ser um pioneiro em um processo de sustentabilidade na UFSM.

Educação Ambiental: está na constituição, é um dever de todos e um direito do brasileiro de hoje e do amanhã.

Energia Solar – Uma UFSM Sustentável – Porque Não? Apoie essa ideia.

Autor: José Ayrton de S. Borne Jr.

FUNCIONAMENTO DE UM COLETOR SOLAR

Um Sistema de Aquecimento Solar [SAS] funciona como um trocador de calor. O Sol aquece o fluido que passa através das placas coletoras armazenando esta energia térmica em um tanque, também conhecido como "Boiler", e então distribuindo esta água aquecida para o sistema de utilização. Existem dois tipos de sistemas: ativo, no qual é utilizada uma bomba hidráulica para circulação da água e o sistema passivo, no qual é utilizado o processo denominado termos sifão (a água aquecida diminui sua densidade e começa a se movimentar em direção ao reservatório, dando início a um processo natural de



APÊNDICE C

Roteiro detalhado de cálculo para determinar as quantidades de painéis solares.

Todas as equações aqui utilizadas foram retiradas da norma ABNT NBR 15569 – Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto – Projeto e instalação – ANEXO B Metodologia de cálculo.

1. Calcular o volume de consumo para atendimento dos vários pontos de utilização, levando-se em consideração a vazão das peças de utilização e o tempo de utilização, considerando a frequência de uso.

$$V_{CONSUMO} = \sum (Q_{pu}.T_{u}.frequênciadeuso)$$
 (3)

onde:

 $V_{CONSUMO}$ é o volume total de água quente consumida diariamente expresso em metros cúbicos (m³);

 Q_{pu} é a vazão da peça de utilização, expressa em metros cúbicos por segundo (m³/s);

 T_u é o tempo médio do uso diário da peça de utilização, expresso em segundos (s) e

Frequência de uso é o número total de utilizações da peça por dia. Dados iniciais de utilização.

- Número de unidades habitacionais: 11 apartamentos.
- Número de integrantes por unidade habitacional: 6 estudantes.
- Vazão da peça de utilização (ducha): 6,6 litros/min.
- Tempo médio de banho: considerado 10 min.
- Frequência de uso: ≈ 100 vezes (considerando um banho e meio por dia de cada integrante da casa do estudante).

A partir destes dados pode-se, utilizando a fórmula (3), calcular o volume de consumo para atender os diversos pontos de utilização na casa do estudante.

$$V_{CONSUMO} = 6,6 \frac{litros}{min}.10 min.100$$

 $V_{CONSUMO} = 6600 litros$

Este valor representa o consumo total de água aquecida para o banho a ser utilizado no novo bloco construído anexo ao Prédio 34, na CEU.

Cálculo do volume do sistema de armazenamento. Neste item é
calculada a capacidade do boiler do Sistema de Aquecimento Solar.
Este valor é determinado através da forma de cálculo (4).

$$V_{ARMAZ.} = \frac{V_{CONSUMO}.(T_{CONSUMO} - T_{AMBIENTE})}{(T_{ARMAZ} - T_{AMBIENTE})}$$
(4)

onde:

 $V_{CONSUMO}$ é o volume de consumo diário, expresso em metros cúbicos (m³);

 V_{ARMAZ} é o volume do sistema de armazenamento do Sistema de Aquecimento Solar, expresso em metros cúbicos (m³) (sugere-se que $V_{ARMAZ} \ge 75\%$. $V_{CONSUMO}$);

 $T_{CONSUMO}$ é a temperatura de consumo de utilização, expressa em graus Celsius (°C) (sugere-se que seja adotada a temperatura de 40°C);

 T_{ARMAZ} é a temperatura de armazenamento da água, expressa em graus Celsius (°C) (sugere-se que $T_{ARMAZ} \geq T_{CONSUMO}$) e $T_{AMBIENTE}$ é a temperatura ambiente média anual do local de instalação (°C) (ver ANEXO A).

Têm-se os seguintes valores a serem utilizados na fórmula (4) explicada para o cálculo do volume de armazenamento.

- Temperatura de consumo: 40,0°C.
- Temperatura do ambiente: 19,9°C.
- Temperatura de armazenamento: 55,0°C.

$$V_{ARMAZ.} = \frac{6600m^3.(40,0^{\circ}C - 19,9^{\circ}C)}{(55,0^{\circ}C - 19,9^{\circ}C)}$$

$$V_{ARMAZ.} = \frac{6600m^3.20,1^{\circ}C}{35,1^{\circ}C}$$

$$V_{ARMAZ.} = \frac{132660m^3.^{\circ}C}{35,1^{\circ}C}$$

$$V_{ARMAZ.} = 3.779,4872m^3 \approx 3800m^3$$

3. Cálculo da demanda de energia útil. Esta é a energia fornecida pelo sol para o aquecimento da água no Sistema de Aquecimento Solar e é determinada pela fórmula de cálculo (5).

$$E_{\acute{U}TIL} = \frac{V_{ARMAZ.} \cdot \rho. C_p. (T_{ARMAZ.} - T_{AMBIENTE})}{3600}$$
 (5)

onde:

 $E_{\acute{U}TIL}$ é a energia útil, expressa em quilo*watts* hora por dia (kWh/dia);

 V_{ARMAZ} é o volume do sistema de armazenamento do Sistema de Aquecimento Solar, expresso em metros cúbicos (m³) (sugere-se que $V_{ARMAZ} \ge 75\%$. $V_{CONSUMO}$);

ρ é a massa específica da água igual a 1000, expressa em quilogramas por metros cúbicos (kg/m³);

 C_p é o calor específico da água igual a 4,18, expresso em quilo*joules* por quilograma *Kelvin* (kj/K);

 T_{ARMAZ} é a temperatura de armazenamento da água, expressa em graus Celsius (°C) (sugere-se que $T_{ARMAZ} \geq T_{CONSUMO}$) e $T_{AMBIENTE}$ é a temperatura ambiente média anual do local de instalação (ver ANEXO A).

Utilizando as informações acima e substituindo na fórmula (3) as variáveis já calculadas para o sistema, obtém-se o valor de:

$$\begin{split} E_{\text{UTIL}} &= \frac{3779,4872l.1^{kg} / _{m^3}.4,18^{kg} / _{K}.(55,0^{\circ}C-19,9^{\circ}C)}{3600} \\ E_{\text{UTIL}} &= \frac{15798,256496^{l.kg^2} / _{m^3.K}.(35,1^{\circ}C)}{3600} \\ E_{\text{UTIL}} &= \frac{554518,8030096^{l.kg^2}.\circ C / _{m^3.K}}{3600} \\ E_{\text{UTIL}} &= 154,2836^{l.kg^2}.\circ C / _{m^3.K} = 154,2836^{kWh} / _{dia} \end{split}$$

4. Cálculo da área coletora. Esta é a área total, em m², que irá captar a energia solar e transformar em energia útil para o aquecimento da água do banho na Casa do Estudante Universitário.

$$A_{COLETORA} = \frac{(E_{\acute{U}TIL} + E_{PERDAS}).FC_{instal}.4,901}{PMDEE.I_G}$$
 (6)

onde:

onde:

 $A_{COLETORA}$ é a área coletora, expressa em metros quadrados (m²); I_G é o valor da irradiação global média anual para o local de instalação, expresso em quilo*watts* hora por metro quadrado dia (kWh/m².dia) (ver ANEXO B);

 E_{UTIL} é a energia útil, em quilo*watts* hora por dia (kWh/dia); E_{PERDAS} é o somatório das perdas térmicas dos circuitos primário e secundário, expresso em quilo*watts* hora por dia (kWh/dia), calculada pela soma das perdas ou pela equação:

$$E_{PERDAS} = 0.15.E_{\acute{U}TIL} \tag{7}$$

PMDEE é a produção média diária de energia específica do coletor solar, expressa em quilo*watts* hora por metro quadrado (kWh/m²), calculada através da equação:

$$PMDEE = 4,901.(F_{rt\alpha} - 0,0249.F_{r_{UL}})$$
 (8)

 $F_{rt\alpha}$ é o coeficiente de ganho do coletor solar (adimensional); F_{rUL} é o coeficiente de perdas do coletor solar (adimensional);

 FC_{instal} é o fator de correção para inclinação e orientação do coletor solar dado pela equação (9):

$$FC_{instal} = \frac{1}{1 - [1, 2.10^{-4}.(\beta - \beta_{otimo})^2 + 3, 5.10^{-5}.\phi^2]}$$
 (para $15^{\circ} \le \beta \le 90^{\circ}$)
onde:

 β é a inclinação do coletor em relação ao plano horizontal, expressa em graus (°);

 $\beta_{\delta timo}$ é a inclinação ótima do coletor para o local de instalação, expressa em graus (°) (sugere-se que seja adotado o valor de módulo da latitude local + 10°) e

y é o ângulo da orientação dos coletores solares em relação ao norte geográfico, expresso em graus (°).

Para efeitos de projeto e de cálculo, foi escolhido o coletor solar da empresa BOSCH, marca Buderus, modelo Logasol SKS 3.0, com uma área bruta do coletor de 2,4 m², uma área de captação solar de 2,17 m², coeficiente de ganho do coletor solar de 0,73 e coeficiente de perdas do coletor solar de 4,35 (valores adimensionais).

A partir destas informações, podem-se determinar as etapas restantes e verificar a quantidade de coletores solares a serem utilizados no Sistema de Aquecimento Solar da Casa do Estudante Universitário.

Produção média diária de energia específica.

Da equação (8) vem:

$$PMDEE = 4,901.(0,73 - (0,0249.4,35))$$

 $PMDEE = 4,901.(0,73 - 0,108315)$
 $PMDEE = 4,901.(0,621685)$
 $PMDEE = 3,046878185 \frac{kWh}{m^2}$

5. Cálculo do fator de correção para inclinação e orientação do coletor solar utilizando a equação (9).

$$FC_{instal} = \frac{1}{1 - [1, 2.10^{-4}.(15, 0 - 39, 7)^{2} + 3, 5.10^{-5}.(53, 8)^{2}]}$$

$$FC_{instal} = \frac{1}{1 - [1, 2.10^{-4}.(-24, 7)^{2} + 3, 5.10^{-5}.2894, 44]}$$

$$FC_{instal} = \frac{1}{1 - [1, 2.10^{-4}.(610, 09) + 0, 1013054]}$$

$$FC_{instal} = \frac{1}{1 - [0, 0732108 + 0, 1013054]}$$

$$FC_{instal} = \frac{1}{1 - [0, 1745162]}$$

$$FC_{instal} = \frac{1}{0, 8254838}$$

$$FC_{instal} \approx 1, 2114$$

6. Cálculo das perdas térmicas dos circuitos primário e secundário utilizando (7).

$$E_{PERDAS} = 0,15.154,2836$$

 $E_{PERDAS} = 23,1425 \frac{kWh}{dia}$

E finalmente, utilizando (6), chega-se ao cálculo da área coletora bem como da quantidade de placas necessárias para cobrir esta área.

$$\begin{split} A_{COLETORA} &= \frac{(154,2836+23,1425).1,2114.4,901}{3,046878185.4,54} \\ A_{COLETORA} &= \frac{177,4261.1,2114.4,901}{13,8328269599} \\ A_{COLETORA} &= \frac{1053,39142392354}{13,8328269599} \\ A_{COLETORA} &\approx 76,1523m^2 \end{split}$$

Para saber a quantidade de placas coletoras, dividir o cálculo da área coletora acima exposta pela área bruta do modelo de coletor solar escolhido, neste caso, Buderus Logasol SKS 3.0.

Número _ Placas =
$$\frac{A_{COLETORA}}{A_{BRUTA_MODELO}} = \frac{76,1523}{2,4} = 31,7 \approx 32$$

Logo, deverão ser utilizadas 32 placas coletoras a serem instaladas no topo do prédio da Casa do Estudante para fornecer a quantidade de energia solar necessária para aquecer a água do banho de 11 apartamentos para 66 estudantes.

Outros modelos de placas coletoras solares são apresentados na Tabela 5 com as suas respectivas características e a quantidade necessária para captar a energia solar já calculada.

Tabela 5 – Fabricantes e modelos de coletores solares para comparação da área coletora com a quantidade necessária de placas coletoras para o referido projeto (Fonte: INMETRO – Programa Brasileiro de etiquetagem – Sistemas e Equipamentos para aquecimento solar de água – Coletores Solares – Edição 09/2011).

APLICAÇÃO: AQUECIMENTO DA ÁGUA DO BANHO								
FABRICANTE	MARCA	MODELO	$F_{rt\alpha}$	F _{rUL}	ÁREA BRUTA DO COLETOR (m²)	CÁLCULO DA ÁREA COLETORA (m²)	N° PLACAS COLETORAS	
BOSCH	Buderus	SKE 2.0	0,711	4,016	2,37	77,4838	32	
		SKS 4.0	0,794	4,539	2,37	69,5216	29	
BRAUER	Argus	Apolo Prata 2,00 x 1,00	0,639	6,116	2,00	97,2706	49	
COLSOL	Colsol	PL200RE	0,759	7,199	1,92	81,6613	43	
CUMULUS	CSC Premium	200H	0,755	4,716	1,96	74,2547	38	
E2 SOLAR	E2 SOLAR	Megatherm CP200H	0,731	5,020	2,22	78,1230	35	
GET	GET	C GTV-200 ^a	0,754	7,130	2,00	82,1262	41	
GIRASSOL	GIRASSOL	G210HZ	0,762	6,936	2,00	80,3381	40	
HELIOTEK	HELIOSONIC	MC20P	0,694	4,815	2,00	82,4633	41	
KOMLOG	KOMECO	KCS-200 Platinum	0,714	6,526	2,00	85,8431	43	
PANTHO	STANDARD	CSH21#0428/8	0,701	5,882	1,99	85,3732	43	
SOLAR MINAS	SOLAR MINAS	SM201HZ	0,762	6,936	2,03	80,3381	40	

ANEXO A

Dados climáticos anuais da cidade de Santa Maria – RS – Brasil

Tabela 6 – Dados climáticos anuais do local da instalação (Fonte: *RETScreenInternational* – *Software* de Análise de Projetos de Energia Limpa)

Latitude Longitude Elevação Temperatura para projeto de aquecimento Temperatura para projeto de refrigeração Amplitude da Temperatura do Solo	Unidade NE m °C °C °C	Localização dos dados climáticos -29,7 -53,8 246 7,2 31,0 14,4	Localização do Projeto -29,7 -53,8 246						
				Radiação solar				Graus-di a	
		Temperatura	Humi dade	diária -	Pressão	Velocidade	Temperatura	mensal p/	Refrigeração
Mês	г	do Ar	relativa	horizontal	Atmosférica	do Vento	do Solo "C	aquecimento	graus-dias °C-d
Janeiro			% 67,8%	kWh/m²/d	kPa oz e	m/s		*C-d	454
Janeiro Fevereiro	ł	24,7 23,9	71,7%	6,30 5,58	97,8 98,0	3,0 3,1	25.4 24.2	0	389
Março	ŀ	23,0	71,8%	4,86	98,1	3,0	23.1	ő	402
Abril	ŀ	20,0	74,1%	3,64	98,3	3,1	19.8	ő	301
vlaio	İ	16,4	74,9%	3,11	98,5	3,2	15,8	51	197
Junho	ı	14,7	74, 2%	2,53	98,6	3,3	13,9	99	141
Julho	1	14,3	69,9%	2,76	98,7	3,4	13,6	115	133
Agosto	[16,7	62,1%	3,55	98,6	3,4	16,4	41	207
Setembro	[18,0	62,8%	4,20	98,4	3,5	18,3	0	240
Outubro	ļ	20,5	64,6%	5,16	98,2	3,3	20,9	0	324
Novembro		22,3	62,4%	6,21	98,0	3,3	23,0	0	368
Dezembro	l	24,3	61,3%	6,66	97,9	3,1	25, 2	0	442
Anual Medido a	m	19,9	68,1%	4,54	98,3	3,2 10,0	19,9 0,0	305	3.600
Temperatu	Temperatura ambiente			Г	Irradiaç	ão global	média		
média anual j	oara o l	ocal da		1	anual i	oara o loc	al da		
I .		oca. aa							
.	lação.		I		:	ıstalação.			

ANEXO B

<u>Mapa solarimétrico – Radiação solar global horizontal média anual do território brasileiro</u>

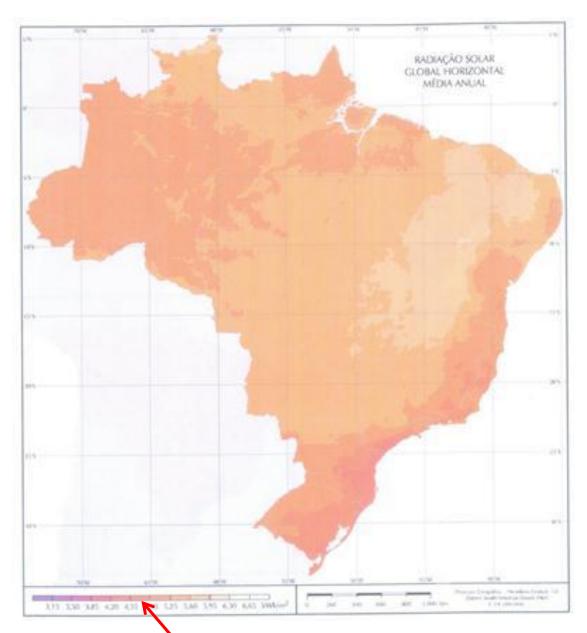


Figura 20: mapa solarimetrico (Fonte: Atlas brasileiro de energia solar, 2010, p.34)

Irradiação global média anual para o local da instalação.