

**AJES - INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO VALE DO JURUENA
CURSO LICENCIATURA EM MATEMÁTICA**

**MODELAGEM MATEMÁTICA DO USO DA ENERGIA SOLAR PARA
AQUECIMENTO DE UMA CASA**

**Autora (a): ANA PAULA DE OLIVEIRA DACOL
Orientador (a): Prof.^aDra. CAMILA NICOLA BOERI**

JUÍNA/2012

**AJES–INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO DO VALE DO JURUENA.
LICENCIATURA PLENA EM MATEMÁTICA**

**MODELAGEM MATEMÁTICA DO USO DA ENERGIA SOLAR PARA
AQUECIMENTO DE UMA CASA**

Autor (a): ANA PAULA DE OLIVEIRA DACOL

Orientador (a): Prof.^a Dra. CAMILA NICOLA BOERI

“Monografia apresentada ao curso de Licenciatura em Matemática, do Instituto Superior do Vale do Juruena como exigência parcial para obtenção do título de licenciado em Matemática.”

JUÍNA/2012

AJES–INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO DO VALE DO JRUENA

BANCA EXAMINADORA

Professor Esp. Fábio Bernardo da Silva

Professora Ma Leidiani da Silva Reis

ORIENTADOR (a): Professora Dra. Camila Nicola Boeri

Em primeiro lugar dedico este trabalho a Deus que é o criador de todas as bênçãos em minha vida.

As pessoas que estiveram do meu lado, me apoiando e confiando no meu potencial, para a realização do meu sonho.

Aos meus Pais Dagmar e Abétis. A meus irmãos Adriano, Alexandro e Rogérica. Aos meus sobrinhos João Vitor e Manoella, Ao meu namorado Marcos Antônio. A minha orientadora Professora Doutora Camila Nicola Boeri.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço ao meu Deus, que me abençoa a cada dia com a esperança de viver e seguir em frente e que me ajuda a superar minhas fraquezas quando diante dos desafios pensei em desistir.

Agradeço aos meus Pais que tudo fazem para que eu realize todos os meus sonhos. Aos meus irmãos por me apoiarem. A minha irmã que mesmo estando distante sempre contribui com sua força. Ao meu namorado, que todas às vezes entendeu minha ausência e esteve do meu lado me apoiando, ao meus sobrinhos que são parte fundamental da minha vida, e por fim toda minha família. Aos meus amigos que tinha quanto ingressei, e os que aqui fiz durante a faculdade pois enfrentamos muitas coisas juntos.

Agradeço a todos os professores que passaram pelo o curso de licenciatura em matemática que foram os meus mestres.

Agradeço ainda a professora Doutora Camila Nicola Boeri, por aceitar a fazer parte da construção deste trabalho, pela paciência, disponibilidade e confiança em nossos encontros de orientação, e sua sabedoria em me direcionar quando me encontrei perdida.

Agradeço também as famílias das residências que foram foco da minha pesquisa, pelo fornecimento de todos os dados pela a compreensão e disponibilidade e atenção.

“Que Deus nos dê forças para mudar as coisas que podem ser mudadas; serenidade para aceitar as coisas que não podem mudar; e sabedoria para perceber a diferença. Mas Deus nos dê, sobretudo, coragem para não desistir daquilo que pensamos estar certo...”

Chester W. Nimitz

RESUMO

Uma das características fundamentais da energia solar é a utilização de fontes renováveis que não agride o meio ambiente, trazendo benefícios, principalmente em regiões mais quentes, em que o êxito é maior e constante no aquecimento da água. O calor do sol é uma fonte de energia que pode ser utilizada por todos, entretanto, devido ao custo dos equipamentos torna-se caro, mas em compensação o valor da energia é baixo, o que traz retorno em longo prazo. Levando-se em conta esta situação, o primeiro objetivo deste Trabalho de Conclusão de Curso foi o de analisar a viabilidade de ter aquecedores solares nas residências, para obter assim uma redução nos custos de energia gastos mensalmente. Para tanto, a pesquisa foi dividida em cinco capítulos. No primeiro momento, a pesquisa abordou a utilização do aquecimento do sol por meio da utilização do aquecedor solar para esquentar a água do chuveiro reduzindo o consumo energético. A metodologia tem como ponto principal obter modelos matemáticos que descrevam a viabilidade de placas solares no aquecimento de uma casa. Para obter os resultados, analisou-se os dados e comparou-se duas residências de Juína-MT. Por meio disto, obteve-se a caracterização das residências com e sem aquecedores, quanto ao consumo de quilowatt-hora, com a análise da média, a diferença e os gastos do consumo energético de cada residência. Demonstrou-se por meio de gráficos, tabelas e modelos matemáticos, a temperatura do município em que as residências estão instaladas, a potência em kWh e o gasto do banho da residência sem aquecimento, descrevendo-se a viabilidade de possuir a instalação de coletores solares nas residências. Por meio dos resultados obtidos, verificou-se que a instalação de placas solares acarreta em uma redução significativa do consumo energético.

Palavras chave: Modelagem Matemática, Energia Solar, Aquecedores, Consumo, Viabilidade.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Clima de Juína de Janeiro a Setembro.....	33
Gráfico 02: Temperatura de Juína nos meses de Janeiro a Setembro.....	35
Gráfico 03: Potências em kWh da residência com e sem aquecedores.....	36
Gráfico 04: Valor gasto no chuveiro meses superiores e inferiores a 32° C.....	40

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1: Consumo energético em (kWh) e diferença	41
Tabela 2: Consumo em reais e diferença.....	42
Tabela 3: Clima de Juína de janeiro a setembro.....	48

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 – Um sistema básico de aquecimento de água solar.....	28
Fig. 2 – Diagrama do trabalho.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS

°C-Grau Celsius

ABRAVA – Associação Brasileira de Refrigeração, Ar condicionado, Ventilação e Aquecimento.

CEMAT- Centrais Elétricas Mato - grossenses S. A.

DASOL – Departamento de Aquecimento solar

kWh - Quilowatt - hora

P(kWh) Res.C/E.S. – Potência do Quilowatt -hora da residência com energia solar

P(kWh) Res.S/E.S. – Potência do Quilowatt -hora da residência sem energia solar

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	14
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	14
1.2 PROBLEMATIZAÇÃO.....	15
1.3 OBJETIVOS.....	15
1.3.1 OBJETIVO GERAL.....	15
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	16
1.5 JUSTIFICATIVA.....	16
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1 MODELAGEM MATEMÁTICA.....	19
2.2 MODELOS MATEMÁTICOS PARA PROCESSOS DE AQUECIMENTO.....	21
2.3 ENERGIA SOLAR.....	23
2.4 USO DE COLETORES SOLARES PARA AQUECIMENTO DE RESIDÊNCIAS.....	25
2.5 AQUECIMENTO DE ÁGUA COM ENERGIA SOLAR.....	27
2.6 PRINCIPAIS FATORES QUE INFLUENCIAM O PROCESSO DE AQUECIMENTO.....	28
3. METODOLOGIA.....	30
3.1 CONCEITO DE PESQUISA	30
3.2 LEVANTAMENTOS DE DADOS.....	30
3.3 ANÁLISE DOS DADOS.....	31
4. ANÁLISE DE DISCUSSÕES E RESULTADOS.....	33
4.1 TEMPERATURA MÉDIA MENSAL DA CIDADE DE UÍNA.....	33
4.2 MODELO PARA A TEMPERATURA.....	33
4.3 MODELO MATEMÁTICO PARA A POTÊNCIA UTILIZADA PELA CASA SEM ENERGIA SOLAR.....	35
4.4 MODELOS MATEMÁTICOS PARA POTENCIA UTILIZADA PELA CASA COM ENERGIA SOLAR.....	35
4.5 COMPARAÇÕES DA MÉDIA DOS MESES NAS DUAS	

RESIDÊNCIAS.....	36
4.6 GASTO POR BANHO DA RESIDENCIA SEM AQUECIMENTO.....	38
4.7 TABELA COMPARATIVA DO CONSUMO EM (KWH).....	41
3. CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIA.....	46
APÊNDICE.....	49

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo é mostrada a contextualização, problematização, objetivos geral e específicos, delimitação da pesquisa, justificativa e estrutura do trabalho.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A energia solar é responsável pela maior parte da energia produzida no planeta, uma fonte inesgotável e limpa que não polui o meio ambiente. Ainda é pouco utilizada no Brasil, em função do seu custo para a instalação do aquecedor, mesmo sendo muito favorável e econômica em longo prazo.

A utilização deste meio começou por volta de 1890 na Califórnia. Nesta época, ficou provado que esta forma de geração de energia era mais benéfica que o carvão ou a madeira queimada. Utilizou-se muito em residências, já que a eletricidade era ainda muito cara. Com isso, denominou-se o nome para o aquecimento natural do calor, que conheceu-se por aquecimento solar passivo.

A instalação deste sistema para obtenção de energia solar decorre por meio de modelos do processo de aquecimento, sendo possível analisar o seu comportamento para diferentes condições.

Busca-se, por meio da modelagem matemática, ferramentas preciosas na análise e no controle de processos demonstrando-se a forma mais prática de aquecimento de sistemas favoráveis à vida econômica de uma residência, quando se trata de iluminação natural do sol, busca-se a redução no consumo energético.

Deste modo, pretende-se por meio de modelos matemático demonstrar a viabilidade desse recurso natural que é pouco explorado no Brasil, uma vez que se tem em abundancia, no qual todas as pessoas que tem recursos financeiros disponíveis, deveria ter instalado o aquecedor, pois diminuiria no impacto ambiental, devido a utilização de energias movidas a combustíveis e no valor de consumo da energia elétrica.

A pesquisa baseia-se nos estudos feitos em duas residências e a parte teórica será embasada em autores que comentam sobre o assunto, para tentar resolver o problema lançado, se a viabilidade das instalações de aquecedores nas residências diminui o consumo de energia elétrica.

O trabalho apresentado desenvolve-se em duas residências de Juína-MT, uma com e a outra sem aquecedores solar, em que analisa-se a viabilidade destes aquecedores para aquecimento da água do chuveiro elétrico.

1.2 PROBLEMATIZAÇÃO

O sol é uma fonte inesgotável de energia, favorável ao ambiente, por se tratar de uma energia limpa e pura, a viabilidade da energia solar é promissora, ao contrário da energia elétrica, que degradam o meio ambiente, a energia vindas desta fonte tem os seus primeiros impactos ambientais durante a construção das hidrelétricas. Para que a usina funcione é necessário um reservatório. Sua construção acaba afetando consideravelmente a fauna e flora local. Muitas espécies animais acabam fugindo do seu habitat natural durante a inundação¹. Desta forma, em uma época que muito se fala de consciência ecológica, a sua utilização do recurso para aquecimento de água nas residências torna-se essencial, principalmente em locais cujas temperaturas médias são elevadas durante todo o ano, caso de Juína- MT.

Tendo-se em conta esta situação, o presente trabalho busca-se, os dados de consumo energético de duas residências, uma com aquecimento solar e outra sem, a fim de responder ao seguinte questionamento:

A utilização de placas solares para aquecimento do chuveiro faz com que haja uma redução significativa no consumo energético de uma residência? Como um modelo matemático pode demonstrar tal questão?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Representar por meio de modelo matemático, a viabilidade do uso de placas solares no aquecimento de um chuveiro, a fim de reduzir o consumo energético de uma residência.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

¹ <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAPh8AH/energia-eletrica>

² <http://www.interaula.com/biologia1/conteudo/textos/biologicas/ciencias/fundamental/cie1g31.pdf>

- Analisar a utilização da energia solar como fonte redutora do consumo energético;
- Comparar o consumo energético entre residências com e sem aquecimento solar;
- Construir modelos matemáticos de custos energéticos;

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa será delimitada em analisar dados de consumo energético de duas residências, sendo uma que faz uso da energia solar para aquecimento do chuveiro e outra que utiliza o chuveiro elétrico no município de Juina-MT.

1.5 JUSTIFICATIVA

A utilização da energia teve um avanço após a revolução industrial, período, este que ficou conhecido pelas características da história, da substituição das ferramentas pelas máquinas, e a partir desta época a energia entra em ação, pois o que prevalecia era o petróleo devido seu baixo custo e sua fácil extração. Porém, com a crise mundial do petróleo em 1970, entra em ação vários outros tipos de energia como: eólica, nuclear e outras Santos (2010).

Ainda na fala de Santos (2010), por meio da crise retoma-se os estudos do sol como fonte energética mais viável e promissora, quando fala-se de energia deve-se lembrar que o sol é responsável por todas as fontes de energia.

A energia elétrica é dependente do sol, quando você acende uma lâmpada comum ou liga um chuveiro, está utilizando energia elétrica. Em nosso país, a maior parte da energia elétrica provém de usinas hidrelétricas, ou seja, é uma energia produzida por turbinas movidas pela força das águas de represas. A energia do Sol é que faz evaporar as águas que vão formar as nuvens de chuva. Essas nuvens é que alimentam as nascentes dos rios que formam as represas das usinas hidrelétricas. Portanto, a energia elétrica também depende do Sol. A energia dos combustíveis A gasolina, o querosene e o óleo diesel são fabricados a partir do petróleo. A energia que esses produtos armazenam também depende do Sol².

² <http://www.interaula.com/biologia1/conteudo/textos/biologicas/ciencias/fundamental/cie1g31.pdf>

Devido à revolução tecnológica, as placas solares se tornaram uma das fontes de energia mais favoráveis à vida e ao meio ambiente. Utilizando a iluminação natural do calor, mesmo a instalação dos coletores serem alto, tem-se um custo econômico prolongado no consumo energético e fácil instalação das placas solares.

Sabe-se que a matemática é um alicerce da maioria das áreas do conhecimento, assim, o desenvolvimento de modelos matemáticos que buscam descrever a por meio dos aquecedores além de uma proposta pedagógica ambiental ressalta a viabilidade da instalação dos aquecedores nas residências, pois o Brasil por ter o clima muito quente é viável a instalação de coletores nas residências.

Mesmo a utilização deste equipamento no Brasil ser ainda pouco explorado, a instalação dos coletores solares vem crescendo, já que as vantagens da energia solar além de contribuir com o meio ambiente é uma fonte renovável e inesgotável, econômica em longo prazo. Admite-se que custo de instalação de alto custo, mas em compensação no custo de energia consumida o valor é reduzido, em relação às outras energias disponíveis no mercado. Para obter-se a viabilidade de coletores solares no aquecimento de uma residência, demonstra-se a modelagem matemática deste processo, com modelos que determinam o uso da energia solar para esse fim.

Destaca-se os pontos de uma viabilidade do aquecimento de casas por meio da energia solar gerada pelo sol, implicando em relacionar a energia produzida nos aquecedores e a porcentagem de gastos durante um tempo em relação à energia elétrica distribuída pelas usinas.

Segundo Penereiro, Ferreira, Leite (2010) o fato de a energia solar ser uma energia limpa e renovável busca-se meios para aquecer água de diferentes maneiras e finalidades. O Brasil por ser uma fonte energética habitada pelo sol e ter uma ampla fonte, tem imensos desgaste ambiental utiliza-se pouco sendo eficiente nos dias atuais, quanto a única preocupação com os coletores solares é que, em dias sem sol a potência da energia fica desgastada. Com a redução do consumo elétrico de energia a vida ambiental de nosso planeta tem uma preservação ainda maior.

Ainda para Leonardi (1998), a questão ambiental é um dos graves problemas que o mundo enfrenta, senão o pior.

Conforme Bertolino (2007) questão ambiental, também chamada de questão ecológica vem ocorrendo desde o momento em que o homem precisou causar modificações ao Meio Ambiente para melhor se adaptar e suprir suas necessidades.

Por meio disto, a preferência pelo emprego de energia solar, tem por objetivo substituir o aquecimento da energia elétrica nos chuveiros, pela água dos aquecedores solares, com obtém-se a redução no consumo da conta de energia das residências da população brasileira, busca-se fatores principais na vida econômica no Brasil.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

A pesquisa esta dividida em cinco capítulos. No capítulo 1 é apresentada a introdução do trabalho, que destacou-se quatro subcapítulos, a contextualização, a problematização, os objetivos, geral e específico, a delimitação da pesquisa e a Justificativa.

O referencial teórico é mostrado no capítulo 2, abordando-se os temas relacionados, “Modelagem Matemática”, “Modelos Matemáticos para Processos de Aquecimento”, “Energia Solar”, “Uso de Coletores Solares para Aquecimento de Residências”, “Aquecimento De Água Com Energia Solar”, “Principais Fatores que Influenciam o Processo de Aquecimento”.

A metodologia utilizada neste trabalho é apresentado no capítulo 3 abordando-se o seguintes temas: Conceitos da pesquisa e Levantamento de dados.

O capítulo 4 traz análise de dados e discussões dos resultados da pesquisa realizada que aborda os seguintes subtítulos, “Temperatura média da cidade de Juína”, “Modelo para a temperatura”, “Modelo matemático para a potencia utilizada pela residência com e sem energia”, “Comparação da média dos meses nas duas residências”, “Gasto por banho da residência sem aquecimento, e “Tabelas comparativas”.

A conclusão é apresentada no quinto capítulo, trazendo o resultado final do trabalho, e se os objetivos propostos foram alcançados.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será abordada a revisão de literatura, que será desenvolvida por meio das ideias de autores quanto ao assunto pesquisado. Tratando da modelagem matemática, do uso da energia solar para aquecimento de uma casa mais especificamente o chuveiro elétrico. Conforme o desenvolvimento do referencial será enfatizado os autores que enfocam o assunto pesquisado.

2.1 MODELAGEM MATEMÁTICA

A matemática é um alicerce da maioria das áreas do conhecimento, dotada de uma arquitetura que permite desenvolver os níveis cognitivo e criativo, sendo a sua utilização defendida nos mais diversos graus de escolaridade, como meio para fazer emergir essa habilidade em criar, resolver problemas e modelar (BIEMBENGUT, 2007).

Por meio disto a matemática conforme Bassanezi (2011) a teoria e a prática de um processo transcrevem vários aspectos da modelagem matemática, que motiva seu usuário na procura do entendimento da realidade que o cerca e na busca de meios para agir e transformá-la assim realizando os modelos matemáticos.

A contribuição da modelagem desafia a ideologia da certeza e coloca lentes críticas sobre as aplicações da matemática. Desafiando assim o próprio ser que utiliza a matemática, pois desenvolve uma criatividade na transformação do real para os cálculos. Para Bassanezi (2011 p. 19) “a modelagem matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemática e resolvê-los interpretando suas soluções na abordagem do mundo real.”

³Conforme o Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino: Percussores Brasileiros indica que Aristides Camargos Barreto, entusiasta em modelar matematicamente músicas, utilizou-se da modelagem em suas aulas na graduação da PUC - Rio de Janeiro-RJ desde a década de 1970; Ubiratan D' Ambrosio, representante brasileiro na comunidade internacional de Educação Matemática, nas décadas de 1970 e 1980 e Rodney Bassanezi 1980, foram os primeiros a implantar a modelagem na educação brasileira. Barreto apresentou o

³ <http://www.furb.br/cremm/portugues/cremm.php?secao=Precursores>

Brasil em vários encontros sobre modelagem juntamente com Bassanezi, onde realizou grandes cursos. Inspirados nas pesquisas de Barreto e Bassanezi a evolução da modelagem matemática foi se desenvolvendo significativamente.

A modelagem matemática veio a ser ainda mais explorada na tentativa de esclarecer dúvidas, com objetivo de interpretar e compreender os mais diversos fenômenos do nosso cotidiano. Uma modelagem bem criativa proporciona resultados benéficos, motivando e facilitando a aprendizagem.

Modelagem Matemática é um processo dinâmico utilizado para a obtenção e validação de modelos matemáticos. É uma forma de abstração e generalização com a finalidade de previsão de tendências. A modelagem consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual. (BASSANEZI, 2004, p.24)

Com base em Biembengut (1999) consideramos um processo artístico, visto que, para se elaborar um modelo, além de conhecimento de matemática, o modelador precisa significativamente de uma intuição e criatividade para interpretar o contexto, saber discernir conteúdos matemáticos melhor se adapta e também ter senso lúdico para jogar com as variáveis envolvidas.

Devido à questão de uma maior aproximação do real e da matemática, a modelagem passou a fazer parte de muitos conceitos tanto na escola regular, como na faculdade. Dando-nos a oportunidade de concentrar a matemática na questão econômica e social, e com esses conceitos, modelagem matemática tem como preceito conhecer o objeto a ser estudado. Com isso busca-se por meio a aplicação em outras áreas do conhecimento.

A aplicação da matemática em outras áreas do conhecimento é uma limitação teórica. Dessa forma, Modelagem se torna um grande 'guarda-chuva', onde cabe quase tudo. Claro, não se pode dizer que exista a necessidade de se ter fronteiras claras, mas de se ter maior clareza sobre o que chamamos de Modelagem (BARBOSA 2004).

A modelagem matemática esta ligada com a realidade, associando que tudo se transforma em modelos matemáticos. Outro aspecto levantado por (Barbosa 2004) é que o ambiente de Modelagem está associado à problematização e investigação. O primeiro refere-se ao ato de criar perguntas e/ou problemas enquanto que o segundo, à busca, seleção, organização e manipulação de informações e reflexão sobre elas, para o desenvolvimento de modelos matemáticos.

Investigando aquilo em que se trabalha indentificamos os fatores essenciais para uma modelagem criativa e organizada se tratando assim de um modelo real e necessário.

Bassanezi (2004) descreve que a modelagem é eficiente a partir do momento que nos conscientizamos que estamos sempre trabalhando com aproximações da realidade, ou seja, elaborando representações de um sistema ou parte dele. Modelar algo real dentro da matemática tenta-se transformar em modelos criativos e elaborados, isto nós da a entender que além de aproximar a matemática da realidade, mostramos que a modelagem não se trata de problemas artificiais.

Conforme as palavras de D'Ambrosio (1986) modelagem é um processo rico de encarar situações e ter a solução efetiva do problema real e não com a simples resolução formal de um problema artificial. Isso só nos reforça a proximidade da modelagem com a realidade. O modelador além de criatividade tem que mostrar o seu desenvolvimento com a matemática e o objeto em pesquisa para a transformação do tal.

O objetivo de utilizar a modelagem matemática num problema econômico, ambiental e social, que se trata da viabilidade de instalar um aquecedor solar, em uma residência, como referencia de energia limpa que motiva na criação dos modelos matemáticos, por suas características de fonte renovável não poluidora, como insumo abundante, e sendo o Brasil um país privilegiado no que diz respeito aos valores médios anuais de insolação, a energia solar se impôs como uma das áreas de interesse nacional.

2.2 MODELOS MATEMÁTICOS PARA PROCESSOS DE AQUECIMENTO

A modelagem matemática permite aos processos de aquecimento uma forma mais rápida e mais barata, que introduz estudos de vários aspectos do processo durante sua utilização e sua redução no consumo energético.

Demonstra-se nos modelos matemáticos a forma mais prática de aquecimento por meio de um sistema favorável a vida econômica de uma residência quando se trata de aquecimento solar um desenvolvimento.

Elabora-se os modelos matemáticos dos processos de aquecimento, conforme o conhecimento científico dos dados obtidos no consumo energético, destaca-se a viabilidade da instalação de coletores solares, pois a questão ambiental esta em destaque então tem-se preservar o máximo, nas palavras D' Ambrósio (1996, p.77). "O conhecimento científico é a cultura de uma época".

Nesta perspectiva, a construção e funcionamento de um coletor solar envolvem uma grande variedade de temas da Física e da Matemática, assim os modelos matemáticos envolverão dois tipos de disciplina, pois o coletor da energia solar nos trás vários assuntos físicos, utilizando suas formulas e contextos físicos destacando os fatores das disciplinas.

Segundo Araújo (2003) os modelos matemáticos são ferramentas preciosas na análise e no controle de processos. Portanto com o conhecimento de um modelo do processo, é possível analisar o seu comportamento para diferentes condições.

Lembra-se que esta forma de análise é mais rápida e segura do que realizar teste em uma planta real. Neste ponto, é importante lembrar que o modelo é uma aproximação das "leis" que regem o comportamento da planta real, portanto poderão ocorrer diferenças entre o comportamento do processo e o comportamento previsto pelo modelo.

O processo de aquecimento é uma transformação real do aquecimento através da energia solar para a matemática de forma que facilite a compreensão de determinados pontos da instalação os aquecedores e a redução do consumo energético.

Araújo (2003) explica que um modelo realista de um processo deve incorporar todos os efeitos dinâmicos importantes, mantendo as variáveis e equações em um número razoável. Assim, serão atendidos os objetivos da simulação da forma mais simples possível.

Vale notar que a contribuição dos modelos matemáticos no que diz respeito a aquecedores solares incorpora perfeitamente os efeitos que acontece no aquecimento de uma casa.

2.3 ENERGIA SOLAR

⁴Conforme energia solar três quase todas as fontes de energia – hidráulica, biomassa, eólica, combustíveis, fósseis e energia dos oceanos – são formas indiretas de energia solar. Sendo assim, a radiação solar pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica, para aquecimento de fluidos e ambientes e para geração de potência mecânica ou elétrica.

Ainda na afirmação da energia três, pode ainda ser convertida diretamente em energia elétrica, por meio de efeitos sobre determinados materiais. O aproveitamento da iluminação natural e do calor para aquecimento de ambientes, denominado aquecimento solar passivo, decorre através da penetração ou absorção da radiação solar nas edificações, reduzindo-se, com isso, as necessidades de iluminação e aquecimento.

⁵Segundo aquecedor solar: utilização e vantagens, o aquecimento de água por meio do sol começou a ser utilizado na Califórnia por volta de 1890. Nesta época, ficou provado que esta forma de geração de energia era mais benéfica que o carvão ou a madeira queimada. Foi muito utilizada em residências, já que a eletricidade era ainda muito cara.

A energia solar começou a ser esquecida no início do século XX, quando foram descobertos depósitos subterrâneos de gás natural e petróleo. O aumento desses recursos houve o barateamento da energia

⁴ http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar%283%29.pdf

⁵ <http://www.metallica.com.br/aquecedores-solar-utilizacao-e-vantagens>

gerada por combustíveis fósseis, e os sistemas solares acabaram ficando de lado.

⁶Tutorial de Energia Solar - Princípios e Aplicações (2006) O aproveitamento da energia gerada pelo sol, sendo uma fonte inesgotável na escala terrestre do tempo, tanto como fonte de calor como fonte de luz, e hoje sem sombra de dúvida uma das fontes mais promissoras, pelo seu baixo custo e uma fácil instalação.

Segundo Treis (1991) este é o sistema mais indicado para ser utilizado no Brasil por ser conveniente ao clima e por sua simplicidade, pois em um local com pouca iluminação do sol os aparelhos instalados para a coleta da energia se tornam menos eficientes.

Conforme Santos (2010), o Brasil tem sua matriz energética baseada na eletricidade, obtidas das usinas hidrelétricas, as quais são alvos de ativistas ambientais. A comprovação através de estudos que cerca de 2% do total de consumo de toda energia elétrica é produzida na utilização do chuveiro elétrico.

Analisando o que Santos (2010) diz, teremos a conclusão que a redução da utilização da energia elétrica para aquecimento do chuveiro elétrico, passando para um aquecimento através da energia gerada pelo sol afastaria a preocupação ambiental existente no país. A energia proveniente do sol que chega à Terra é ilimitada, pois não há nenhuma forma de energia tão abundante quanto a solar no Brasil. Dando a oportunidade de utilizar essa abundância favorável de energia a favor dos fatores ambientais.

Conforme a descrição de Bandeira (2012) o aproveitamento da energia solar na iluminação e no aquecimento dos ambientes decorre através da absorção da radiação solar nas edificações, e com isso reduz as necessidades de iluminação e aquecimento empregando energia elétrica, gás natural, etc. Geralmente, esse aproveitamento da radiação solar decorre de estudos de eficiência energética para edificações, sendo realizado com o emprego de técnicas específicas de arquitetura e materiais especiais na construção.

Palz (2002) verificou que essa forma de energia, com suas múltiplas utilizações, diretas na geração de calor para processos térmicos à baixa temperatura

⁶ http://www.cresesb.cepel.br/tutorial/tutorial_solar.htm/

(inferior a 100°C), nas áreas da indústria, agricultura e residencial, têm-se mostrado técnica e economicamente viável em países desenvolvidos e/ou em desenvolvimento.

No Brasil, a energia solar ainda é um caráter auxiliar, pois vem sendo utilizada apenas na redução do consumo das energias convencionais. Pois ainda é muito pequeno perante o imenso potencial de insolação que o país possui. Pois o período de ensolarada do Brasil é muito amplo.

⁷Conforme BRASIL ESCOLA, a obtenção energia elétrica a partir do sol de forma indireta, é necessária a construção de usinas em áreas de grande insolação, pois a energia solar atinge a Terra de forma tão difusa que requer captação em grandes áreas. Nesses locais são espalhadas centenas de coletores solares⁸.

Apesar das diferentes características climáticas observadas no Brasil, pode-se observar que a média anual de irradiação global apresenta Boa uniformidade, com médias anuais relativamente altas em todo país. O valor máximo de irradiação global – 6,5 kWh/m²– ocorre no norte do estado da Bahia, próximo à fronteira com o estado do Piauí. A menor irradiação solar global – 4,25 kWh/m² – ocorre no litoral norte de Santa Catarina, caracterizado pela ocorrência de precipitação bem distribuída ao longo do ano. (ATLAS BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, 2006 p. 31)

A modelagem matemática permite de forma rápida modelar um determinado processo para se obter a viabilidade de sua instalação.

2.4 USO DE COLETORES SOLARES PARA AQUECIMENTO DE RESIDÊNCIAS

Define-se na energia solar três, que a energia solar é captada por meio de coletores solares, formados por células fotovoltaicas que transforma em energia elétrica ou mecânica a energia solar. A energia solar é utilizada, também e principalmente, para o aquecimento de água.

Entre suas principais características positivas, destaca-se o fato de ser uma forma de energia renovável, inesgotável e limpa, não agredindo o meio ambiente. Já como negativa, caracteriza-se justamente para o fato de só funcionar durante o dia, enquanto o sol aquece. Por isso a energia solar é considerada uma forma complementar de energia.

⁷ <http://www.brasilecola.com/geografia/energia-solar.htm>

⁸ O coletor solar é um dispositivo onde pode-se verificar a transmissão do calor através dos três processos: condução, convecção e radiação.

Conforme Jus Brasil Art. 5 da Lei 14459/07, São Paulo investir em energia solar é lei? Desde julho de 2008 é obrigatório na cidade de São Paulo o uso de aquecedores solares em residências com quatro ou mais banheiros, no sistema de aquecimento de piscinas e em estabelecimentos que fazem uso intensivo de água quente, tais como academias, hotéis, clínicas, entre outros, conforme determina o artigo 3 da lei municipal 14.459/07.

A lei também define que residências novas com até três dormitórios tenham pelo menos a infra estrutura instalada para futuramente receber o sistema de aquecimento, isto é: tubulação em cobre ou em outro material adequado à água quente.

É fundamental a importância dos aquecedores com base na lei de obrigatoriedade instalada em São Paulo é de suma importância para o meio ambiente.

No Brasil a utilização de energia solar para o aquecimento de água é uma forma essencial para uma redução energética, com essa redução traremos o chuveiro elétrico como dado expansivo de consumo de energia, que é o maior responsável pelo alto consumo da energia elétrica. Mesmo no Brasil não tem adotado ainda uma política para consumo de energia solar há estudos relativos ao tema.

Bandeira (2012) declara que os coletores solares são mais usados para o aquecimento de água (higiene pessoal e lavagem de utensílios e ambientes), tanto em aplicações residenciais, quanto comerciais (hotéis, restaurantes, clubes, hospitais etc.). Os coletores solares aquecem a água, a temperaturas relativamente baixas (inferiores a 100°C) e, para o suprimento de água quente de uma residência típica (três ou quatro moradores), são necessários cerca de 4m² de coletor.

Segundo a DASOL (Departamento Nacional de Aquecimento Solar da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar condicionado, Ventilação e Aquecimento – ABRAVA), na instalação dos aquecedores Solar, há uma economia de até 50% na conta de energia elétrica. Com isso todo o investimento inicial retorna, no geral, entre 0 e 24 meses, mas a tendência é de queda desse prazo ao longo dos próximos anos. Como o sistema tem uma vida útil de 15 a 20 anos em média, a sua utilização é muito vantajosa.

De acordo com um levantamento da DASOL, cada 1 m² de coletor instalado permite os seguintes benefícios para o meio ambiente:

- Evitar a inundação de 56 m² para geração de energia elétrica;
- Economizar 66 litros de diesel por ano;
- Economizar 55 kg de gás de cozinha por ano;
- Evitar o uso de usinas termo elétricas e de energia nuclear;
- Economizar 73 litros de gasolina por ano;
- Eliminar a queima de 220 kg de lenha por ano;
- Proporcionar a economia com gasto de energia elétrica.

O destaque se tem de um coletor quando falamos dos critérios econômicos, o aquecedor solar também proporciona benefícios. Além disso, a instalação de sistemas de aquecedor solar valoriza o imóvel.

2.5 AQUECIMENTO DE ÁGUA COM ENERGIA SOLAR

⁹Destaca-se nas informações gerais da energia solar 3 que o aproveitamento térmico para aquecimento de ambientes, denominado aquecimento solar passivo, ocorre através da absorção ou penetração da radiação solar nas edificações, reduzindo as necessidades de aquecimento e iluminação. Melhor aproveitamento térmico da radiação solar pode ser feito com o auxílio de técnicas mais sofisticadas de arquitetura e construção.

¹⁰Conforme o centro nacional de referencia em pequenas centrais hidrelétricas a radiação solar pode ser absorvida por coletores solares, principalmente para aquecimento de água a temperaturas relativamente baixas (inferiores a 100 °C).

¹¹Conforme casas com energia solar- energia solaris.com as residências com energia solar são bem antigas desde 1978 quando um promotor de um condomínio fechado em New Hampshire resolveu apresentar uma alternativa aos danos ambientais existentes, a utilização desta tecnologia prevalece no certos

⁹ http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar%283%29.pdf

¹⁰ <http://www.cerpch.unifei.edu.br/solar.php>

¹¹ <http://www.energia-solaris.com/casas-com-energia-solar.html>

residenciais, mais há também grande demanda em áreas que ocupam muito água quente. Com este sistema de coletor de baixo custo tem um aproveitamento

Ainda conforme a fonte anterior esse sistema de aproveitamento térmico da energia solar, também é denominado aquecimento solar ativo, sendo a energia solar para aquecer água nas residências ainda pouco utilizada, mas é um processo econômico e favorável, ressaltando que este tipo de energia já foi utilizado no espaço, este tipo de energia vem tomando seu lugar.

Os aquecedores são desenvolvidos conforme o seguinte esquema:

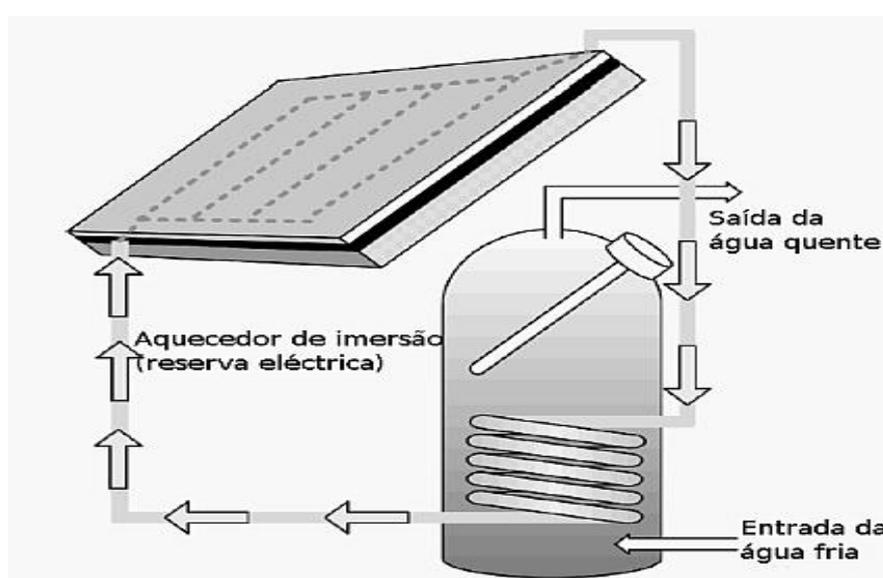


Fig. 1 – Um sistema básico de aquecimento de água solar.

Fonte: <http://esasrenovaveis.blogspot.com.br/2010/04/energia-solar-aquecimento-de-agua-ficha.html>

De acordo com Bandeira (2012) a conversão direta da energia solar em energia elétrica ocorre pelo efeito fotovoltaico, que foi primeiro observado por Edmond Becquerel, em 1839, quando descobriu que certos materiais produzem pequenas quantidades de corrente elétrica quando expostos à luz.

2.6 PRINCIPAIS FATORES QUE INFLUENCIAM O PROCESSO DE AQUECIMENTO

Os principais fatores da difusão da tecnologia do aquecimento solar de água é o custo de aquisição dos equipamentos. Mesmo com o elevado preço na instalação dos coletores solares a viabilidade deste produto é significamente

elevado, pois após algum tempo da utilização vem à redução do consumo energético e o baixo custo na conta elétrica te devolve o empreendimento aplicado no coletor, destacando a importância do desenvolvimento de sistemas de aquecimentos.

Segundo informações da Dasol e Abrava (2009), no ano de 2009 a produção brasileira de coletores solares cresceu 18,9% em relação ao ano anterior. Com este crescimento atingiu-se um volume de 798 mil metros quadrados, o maior já registrado pelo setor nos últimos anos. Somando este volume com o já instalado, nosso país já acumula mais de 5 milhões de metros quadrados de coletores solares. Em 2010, a produção brasileira de coletores solares cresceu 21,1% em relação ao ano anterior, conforme pesquisa realizada pelo Departamento de Aquecimento Solar (DASOL) junto às empresas associadas. Foram produzidos 967 mil m², o maior volume anual já registrado.

Segundo Souza (2004) o setor elétrico brasileiro indica cenários futuros muito mais favoráveis ao uso da energia solar para aquecimento de água no País. Entre os principais elementos dessa tecnologia, destaca-se a criação e a regulamentação de Leis, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia.

Uma das restrições técnicas à difusão de projetos de aproveitamento de energia solar é a baixa eficiência dos sistemas de conversão de energia, o que torna necessário o uso de grandes áreas para a captação de energia em quantidade suficiente para que o empreendimento se torne economicamente viável.

Bandeira, (2012) afirma que o crescimento da capacidade instalada de aquecedores solar desde água e painéis fotovoltaicos no mundo é fortemente subsidiado. Nos diversos países onde há crescimento significativo do uso da energia solar é Polinésia, Colômbia, Brasil, Alemanha, Jordânia, Quênia, Noruega, assim tanto fabricantes, quanto investidores sem equipamentos para captação e conversão da energia solar, contam com benefícios fiscais se incentivos nas tarifas de energia elétrica.

A afirmação de Bandeira, (2012) por meio dito descreve-se de que para aumentarmos o número de coletores solares no Brasil e no Mundo, devemos pensar na grande redução que há de acontecer no consumo energético.

3. METODOLOGIA

Neste capítulo serão abordados métodos utilizados para a coleta e análise dos dados, e também os procedimentos científicos que compuseram a pesquisa, no desenvolvimento, quanto à utilização de placas solares para o aquecimento do chuveiro elétrico e a redução do consumo energético.

3.1 CONCEITO DE PESQUISA

A presente pesquisa tem como enfoque a análise da viabilidade do uso de energia solar para aquecimento de uma residência, especificamente, na utilização do chuveiro elétrico.

Quanto à natureza da pesquisa ela é de estudo de caso e suas características são qualitativa e quantitativa, que envolverá uma análise em duas residências: uma com energia solar e outra sem energia solar.

3.2 LEVANTAMENTOS DE DADOS

O levantamento de dados traz a quantidade de pessoas nas residências, a quantidade de banhos realizados e os minutos utilizados para o consumo de energia elétrica com e sem o aquecedor.

Os dados de consumo energético serão coletados da seguinte forma: serão comparadas as contas de energia das duas residências dos últimos 09 meses, distribuídos em planilhas de comparação e avaliados.

O objetivo é classificar os coletores solar quanto a sua eficiência na transferência de energia, transformando em modelos matemáticos os resultados obtidos.

A etapa inicial deste trabalho consiste em uma revisão de autores que já estudaram sobre determinado assunto e quais suas ideias, suas concepções e suas críticas, a importância dos aquecedores na utilização da energia solar no Brasil para aquecimento de casas, pois em determinadas áreas do Brasil serve para esquentar a água do chuveiro elétrico.

A construção e funcionamento de um coletor solar envolvem, amplamente, vários conteúdos de Física e Matemática. Entretanto, o ponto comum desse trabalho é o fato do coletor solar ter sido instalado somente para aquecer o chuveiro elétrico.

Tendo como principal objetivo a descrição dos dados de economia de energia elétrica em termos de modelos matemáticos, de forma que os mesmos descrevam a viabilidade de coletores solares no aquecimento do chuveiro elétrico, a pesquisa pode ser estruturada conforme o diagrama abaixo:

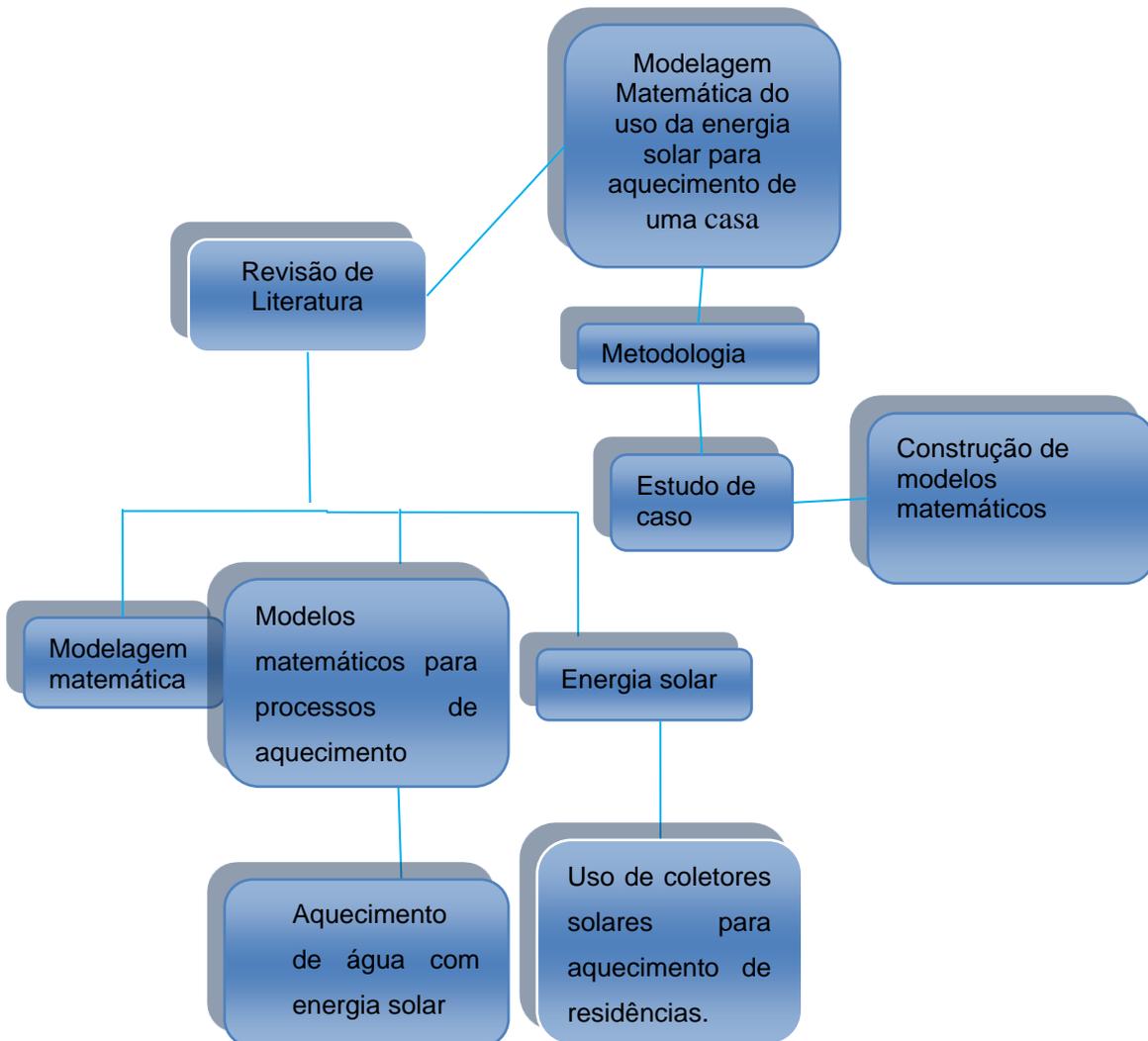


Fig. 2 – Diagrama do trabalho.

Fonte: elaborado pela autora.

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados trará a comparação de duas residências de Juína-MT, buscando verificar a viabilidade de instalar coletores solares em residências comuns,

verificando-se a quantidade de pessoas em cada residência e o tempo mínimo de cada pessoa no banho, a quantidade de quilowatts-hora utilizado por cada residência e qual a vantagem de uma casa aquecida por coletores solares aproveitando a energia solar.

Será descrito também o clima encontrado em Juína, pois a temperatura do local a serem instalados os coletores é importante lembrando que em dias de pouco sol o produto é menos eficiente.

Cada residência em estudo tem a mesma quantidade de pessoas três adultos e em torno permanece o mesmo tempo no banho dez minutos. São residência com classificação residencial normal bifásico situado no bairro modulo dois. Quanto à área de cada residência, elas aproximadamente têm a mesma quantidade em metros quadrados.

Os modelos matemáticos coletados serão para avaliação da instalação de placas solares, e a redução do consumo energético com a utilização do chuveiro elétrico, assim o estudo desenvolvido é através do tempo na utilização do chuveiro para o banho resultado obtido quanto ao numero de usuários.

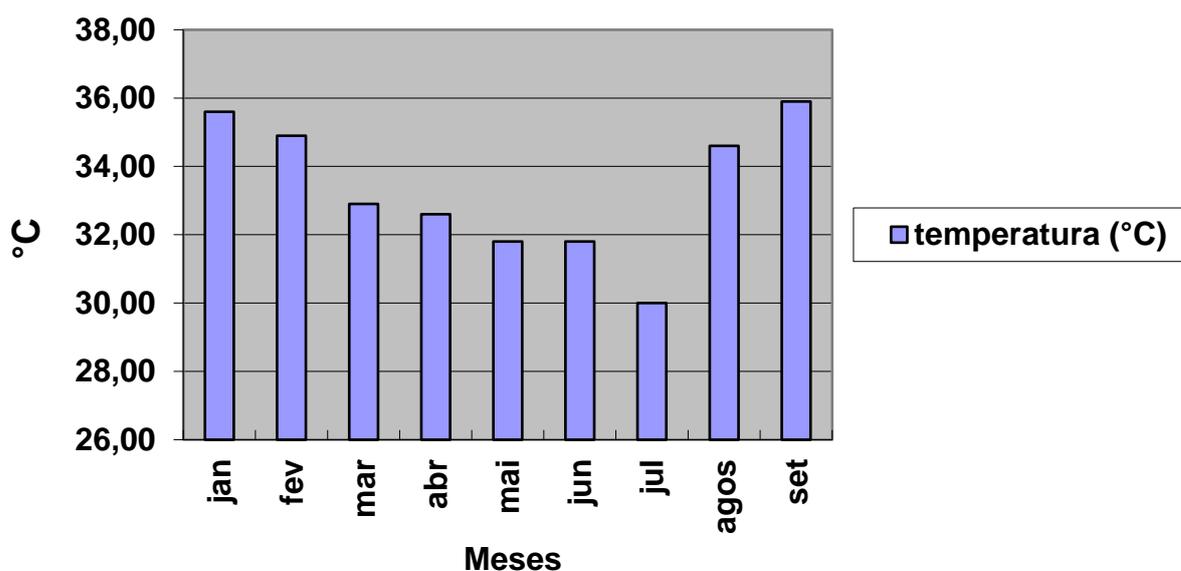
A residência que possui energia solar destina o seu uso somente para a água quente do banho, concentrada no chuveiro elétrico. O aquecedor solar empregado na pesquisa é básico composto de coletores solares planos e reservatório térmico, com circulação natural de água.

4. ANÁLISE E DISCUSSÕES DE RESULTADOS

Neste capítulo são mostrados os resultados obtidos na análise dos dados, coletados nas faturas de energia de cada residência, no intuito de visualizar os resultados através de modelos matemáticos para uma melhor compreensão do trabalho.

4.1 TEMPERATURA MÉDIA MENSAL DA CIDADE DE JUÍNA.

Os dados apresentados no gráfico 1 representam os valores médios das temperaturas climáticas da cidade de Juína, em 2012, de acordo com dados coletados segundo o site de climatologia Juína MT. Conforme a média mensal será embasada os modelos matemáticos das funções definidas, realizada através da média diária.



Graf.1: Clima de Juína de Janeiro a setembro
Fonte: Clima Tempo- previsão do tempo para Juína-MT.

4.2 MODELO PARA A TEMPERATURA

Analisando que a variação nos meses de Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Agosto, Setembro e Maio, Junho, Julho ocorrem linearmente, o modelo matemático que representa a temperatura do ambiente em função do tempo será representado na média dos meses que tem temperaturas superiores e inferiores, em termos dos meses envolvidos ($t=0$ corresponde ao dia 1º de janeiro) é dado pela função $T(t)$:

Obteve-se a média utilizada na função seguinte, conforme a relação:

$$MF = \frac{STMS}{QM} \quad (1)$$

Onde:

M= Média final.

STMS = Somatório da temperatura de todos os meses superiores e iguais a 32°C

QM = Quantidade de meses superiores á 32°C

$$MF = \frac{STMI}{QM} \quad (2)$$

Onde:

M= Média final.

STMI= Somatório da temperatura de todos os meses inferiores a 32°C

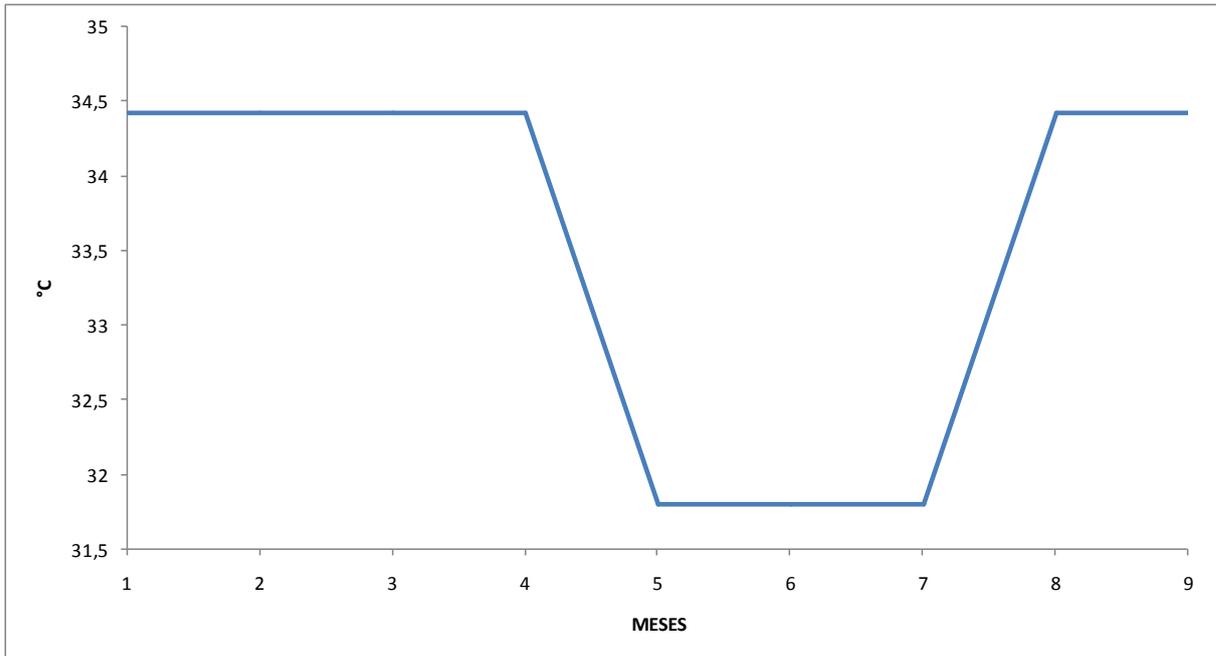
QM = Quantidade de meses inferiores á 32°C

Assim com o resultado da média obteve-se a seguinte função:

$$T(t) \begin{cases} 34,42, & SE \ 1 \leq t \leq 4 \ e \ t \geq 8 \\ 31,8, & SE \ 5 \leq t \leq 7 \end{cases} \quad (3)$$

A função T(t) é descrita pela média dos meses superiores e igual a 32°C e a média dos inferiores á 32° C.

As funções acima descritas podem ser representadas conforme o gráfico abaixo, que representam as variações das temperaturas mensais em função dos meses analisados.



Graf. 2: Temperatura de Juína nos meses de Janeiro à Setembro

Fonte: Clima Tempo- previsão do tempo para Juína-MT.

4.3 MODELO MATEMÁTICO PARA A POTÊNCIA UTILIZADA PELA CASA SEM ENERGIA SOLAR

A potência utilizada em dias cujas temperaturas do ambiente são superiores a 32,00°C é de 278,6667 kWh. Para temperaturas inferiores a 32,00°C utiliza-se o com a potência de 313 kWh. A função $P(T)$, que representa a potência (expressa em kWh) utilizada no chuveiro em função da temperatura do ambiente, é dada pela relação:

Obteve-se a seguinte função, pela formula da média mostrada anteriormente e representada no gráfico 2:

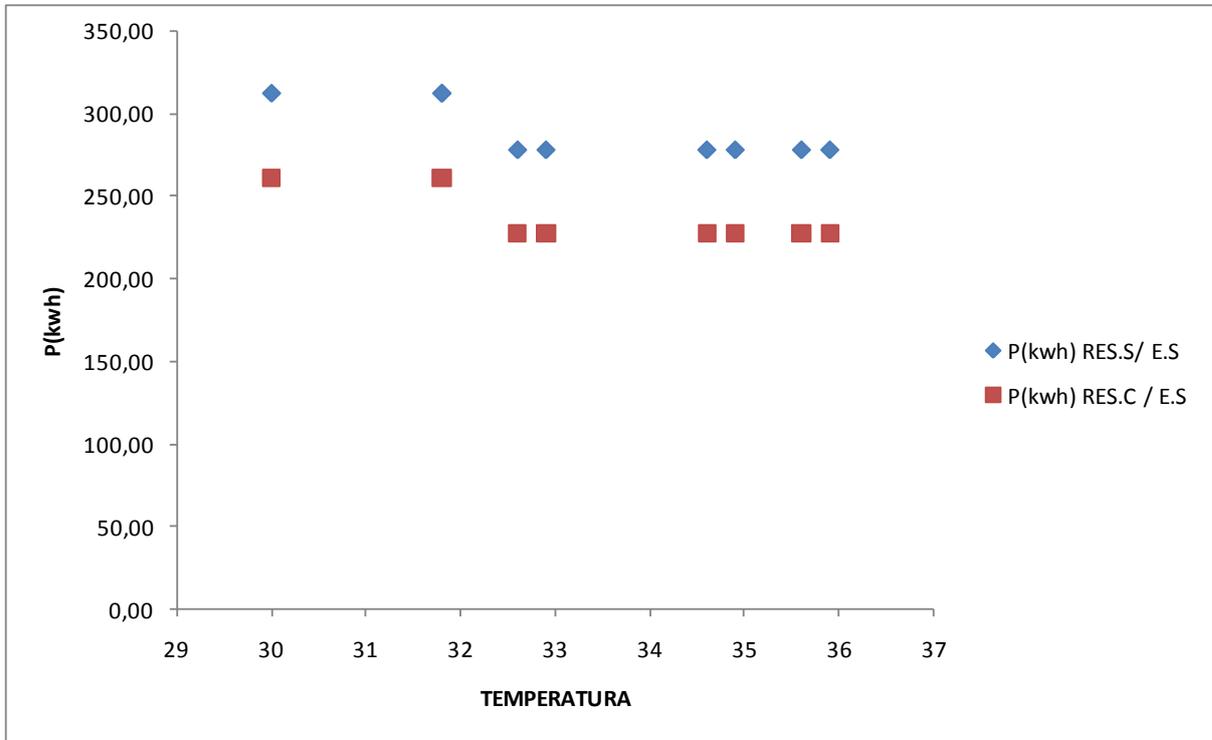
$$P(t) \begin{cases} 278,6667 & \text{se } t \geq 32 \\ 313 & \text{se } t < 32 \end{cases} \quad (4)$$

4.4 MODELOS MATEMÁTICOS PARA POTÊNCIA UTILIZADA PELA CASA COM ENERGIA SOLAR

A potência para temperaturas de 32°C é de 227,6667 kWh. E para inferiores utiliza-se a potencia de 261,6667kwh. A função $P(T)$, que representa a potência total (expressa em kwh) em função da temperatura do ambiente, é dada pela relação:

$$P(t) = \begin{cases} 227,6667 & SE \ t \geq 32 \\ 261,6667 & SE \ t < 32 \end{cases} \quad (5)$$

As funções $P(t)$ está representada no gráfico 2:



Gráf.3: Potências em kWh da residência com e sem aquecedores.

Fonte: elaborado pela autora conforme função $p(t)$

4.5 COMPARAÇÃO DA MÉDIA DOS MESES NAS DUAS RESIDÊNCIAS

Será feita a análise e comparação da média entre as duas residências durante os 9 meses que se realizou a pesquisa.

A residência sem aquecimento teve uma média de consumo energético de 290 kWh, a residência com aquecimento foi de 239 kWh, conforme a relação abaixo.

Será calculada a redução que a casa com aquecimento apresentou no consumo energético:

Para se obter-se a diferença em média entre as duas residências, usou-se o seguinte modelo:

$$DF = MRS - MRC \quad (6)$$

Substituindo os valores obteve-se o seguinte resultado:

$$DF = 290(kwh) - 239(kwh)$$

$$DF = 51 (kwh)$$

Onde:

DF= Diferença em que a casa sem energia solar consumiu á mais em (kWh)

MRS= Média de todos os meses da residência sem energia solar em (kWh)

MRC= Média de todos os meses da residência com energia solar em (kwh)

Os gastos da residência sem aquecedor em média dos 9 meses da pesquisa equivale a 51000 watts, utilizando-se a seguinte relação 1(kWh)= 1000 watts. Transformando-se quilowatts- hora pode-se calcular a média de banhos economizados pela residência com aquecimento solar, na seguinte relação tem-se o valor do x1:

$$\frac{1(kwh)}{51(kwh)} \nearrow \frac{1000watts}{x} \quad (7)$$

$$x1 = 51000 \text{ watts}$$

Onde: Em um banho de 1 hora, um chuveiro elétrico utiliza 4000 watts então para descobrir-se o banho de 10 minutos utilizou-se o seguinte, 4000 watts multiplicado por 10 minutos, dividindo assim por 60 minutos que obteve-se a quantidade de watts em um banho de 10 minutos a seguinte relação que tem-se o valor do x2:

$$\frac{60min}{10min} \nearrow \frac{4000watts}{X} \quad (8)$$

$$60X = 10400$$

$$60X = 40000$$

$$X2 = 666,67 \text{ WATTS}$$

Conforme o seguinte modelo calcula-se, quantos banhos a casa com aquecedores solar economizou durante esses 9 meses:

$$TB = \frac{x1}{x2} \quad (9)$$

$$TB = \frac{51000}{666,67}$$

$$TB = 77$$

Uma média a casa economizou durante nove meses 77 banhos.

Onde:

TB= Total de banho economizado pela residência sem energia.

X1= A diferença transformada em watts

X2= a quantidade de watts em um banho de 10 min.

4.6 GASTO POR BANHO DA RESIDENCIA SEM AQUECIMENTO

O gasto mensal (valores em reais), por uma pessoa depende de vários fatores.

A estimativa desse gasto, pode ser obtida pelos seguintes modelos, assim quer obter-se o gasto por banho ira analisar o mês de janeiro que tem 31 dias e na residência que realizou a pesquisa as pessoas tomam 3 banho no dia,

Como a resposta tem que ser em (kWh), para descobrirmos os valores em reais temos que transformar o 666,67 watts em kWh: obtém-se através da seguinte relação: lembrando que $1000 W = 1kWh$:

$$\frac{1(kwh)}{x} \nearrow \frac{1000wats}{666,67wats} \quad (10)$$

$$1000x = 666,67$$

$$x = \frac{666,67}{1000}$$

$$x = 0,66667(kWh)$$

Onde:

X= quilowatts-hora de um banho de 10 min.

Para obtermos o preço do kWh, utiliza-se o seguinte modelo:

$$P = \frac{VT}{T} \quad (11)$$

Onde:

P= Preço do kWh do mês de janeiro superior que 32°C

VT= valor total do kWh no mês de janeiro superior a 32°C

T= Total do kWh do mês de janeiro

Substituindo:

$$P = \frac{109,68}{250}$$

$$P = R\$ 0,44$$

Para obter-se o preço do kWh de um banho não se pode trabalhar com 10 min., então foi transformado da seguinte forma:

$$\frac{1h}{x} \nearrow \frac{60min}{10min} \quad (12)$$

$$60x = 10$$

$$x = \frac{10}{60}$$

$$x = 0,17hs$$

Para obter-se o gasto de banho na residência sem aquecimento nos mês superior a 32°C utilizou-se o seguinte modelo:

$$GBS = PT . TH . D . P . N^{\circ}B \quad (13)$$

Onde:

GBS = Gasto do banho do mês de janeiro superior a 32°C.

PT = Potência do chuveiro em kWh.

TH = tempo em hora do banho.

D = dias do mês utilizado, mês de 31 dias.

P = Preço do kWh

N^oB = Número de banho em um dia por uma pessoa.

Substituindo os valores:

$$GBS = 0,66667.0,17.31.0,44.3$$

$$GBS = R\$ 4,64$$

Obteve-se o preço do kWh no mês de maio inferiores por meio do seguinte modelo:

$$P = \frac{VT}{T} \quad (14)$$

Substituindo os valores:

$$P = \frac{131,86}{341}$$

$$P = R\$ 0,39$$

Para obter-se o gasto de cada banho na residência sem aquecimento no mês inferior a 32° C utilizou-se o seguinte modelo:

$$GBS = PT \cdot TH \cdot D \cdot P \cdot N^{\circ}B \quad (15)$$

Substituindo os valores:

$$GBS = 0,66667 \cdot 0,17 \cdot 31 \cdot 0,39 \cdot 3$$

$$GBS = R\$ 4,12$$

Onde:

GBS = Gasto do banho do mês de maio inferior na residência sem aquecimento.

PT = Potência do chuveiro em kWh.

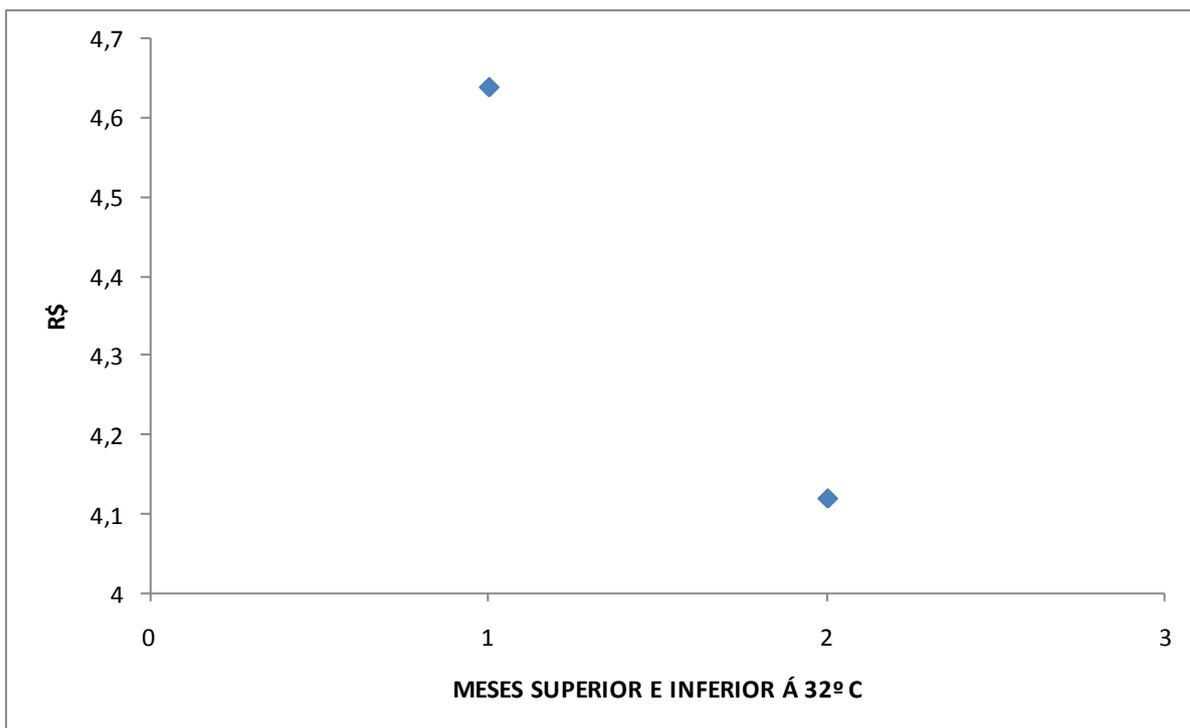
TH = tempo em minuto do banho.

D = dias do mês utilizado um mês de 31 dias.

N°B = número de banho no mês por uma pessoa.

$$G(t) = \begin{cases} 4,64 & \text{se } T \geq 32 \\ 4,12 & \text{se } T < 32 \end{cases} \quad (16)$$

A função G(t) é apresentada a seguir:



Graf.4: Valor gasto no chuveiro meses superiores e inferiores á 32° C

Fonte: Elaborado pela autora conforme a função G(t)

4.7 TABELA COMPARATIVA DO CONSUMO EM (kWh)

Os dados da tabela 1 trazem a comparação do consumo energético das duas residências e a diferença na quantidade de (kWh) quilowatt-hora é a unidade utilizada para alimentar uma carga com potencia de 1000 watts, os dados coletados, é de acordo com da Rede de Energia CEMAT (Centrais Elétricas Mato-grossenses S. A.)

MÊS REF.	RES. S/E. S.(kWh)	RES. C/ E.S(kWh)	Diferença dos (kWh) utilizado
Janeiro	250	199	51
Fevereiro	249	194	55
Março	279	227	52
Abril	304	255	49
Maio	341	286	55
Junho	295	246	49
Julho	303	253	50
Agosto	288	237	51
Setembro	302	254	48

Tab. 1 Consumo energético em (kWh) e diferença

Fonte: CEMAT (Centrais Elétricas Mato-grossenses S. A.)

Os dados da tabela 2 trazem a comparação dos valores em reais das duas residências e a diferença dos valores das faturas de energia, os dados coletados, é de acordo com da Rede de Energia CEMAT (Centrais Elétricas Mato-grossenses S. A.)

MÊS REF.	RES. S/E. S.(R\$)	RES. C/ E.S(R\$)	Diferença de Valor (R\$)
Janeiro	109,68	90,31	19,37
Fevereiro	106,73	85,04	21,69
Março	115,10	95,64	19,46
Abril	123,13	108,28	14,85
Maio	131,86	114,59	17,27
Junho	114,07	98,13	15,94
Julho	117,17	100,84	16,33
Agosto	111,37	94,64	16,73
Setembro	122,54	105,85	16,69

Tab:2 Consumo em reais e diferença

Fonte: CEMAT (Centrais Elétricas Mato -grossenses S. A.)

5. CONCLUSÃO

Conforme, o referencial teórico, obteve-se os autores que trataram sobre o assunto pesquisado destacando sempre a importância da redução do consumo energético, a viabilidade de instalar coletores solares e aproveitar a energia limpa e que favorece o meio ambiente na utilização do chuveiro elétrico, pois ao instalar o coletor e utilizar a energia solar, temos uma fonte inesgotável, lembrando que o sol é responsável pela maior parte da energia produzida.

Sendo o Brasil um país rico em clima quente, maior parte do ano vivencia-se um período ensolarado, não se tem muitos coletores instalados, para obter-se a energia produzida pelo sol reduzindo o consumo energético, e as altas taxas nas faturas de energia.

Este trabalho buscou-se desenvolver por meio de duas residências da cidade de Juína-MT, uma com e outra sem aquecimento com a mesma quantidade de pessoa e com o mesmo tempo de permanência no banho, a quantidade de banhos, na forma de verificar a viabilidade da instalação e utilização de coletores solares para aquecer o chuveiro elétrico.

Na análise dos dados, foi desenvolvido por meio dados coletados nas duas residências, e buscou-se construir os modelos matemáticos, para avaliar a instalação de placas solares, a redução do consumo energético, o tempo na utilização do chuveiro para o banho resultado obtido quanto ao número de usuários.

A residência que possui energia solar destina o seu uso somente para a água quente do banho, concentrada no chuveiro elétrico. O aquecedor solar empregado na pesquisa foi básico.

Conforme a análise dos dados obteve-se os resultados e as discussões, que em primeiro momento avaliou-se o clima encontrado na cidade de Juína conforme o gráfico 1, identificou-se sendo muito favorável, pois a temperatura da cidade, variou no meses da pesquisa superiores 32°C e inferiores a 32°C , clima favorável para a captação da radiação solar e aquecimento residencial, assim implicou-se na construção dos modelos matemáticos, para calcular a média da temperatura de todos os meses, que deu forma a função $T(t)$ representada no gráfico 1.

Analisando-se as faturas de energia das duas residências obteve-se os dados da tabela 1, que traz a comparação e a diferença do kWh, que mostrou a economia realizada pela residência com energia solar, que deu forma aos modelos matemáticos, para calcular a potencia das residências demonstrar conforme o gráfico 2 a função definida pela $G(t)$, que traz a redução da potencia da casa com aquecedores.

Na tabela 2 traz a comparação em reais, que identificou-se no total a redução do valor pago pela duas residências, obteve-se um resultado significativo em reais economizado pela residência com energia solar.

Na sequência buscou-se demonstrar os valores em reais gasto por um chuveiro elétrico durante o mês de janeiro que contem 31 dias, utilizado por um componente da residência no tempo de (10min) ou 0,17 horas, com frequencia de 3 banho diários que por final demonstrou o valor de cada banho.

Conforme todos os dados e modelos analisados chegaram-se a seguinte conclusão, que a viabilidade da instalação de placas solares para aquecimento de uma casa na forma de utilizar para o chuveiro elétrico, contribuiu para a redução do consumo energético da residência que contém energia solar, pois ao deixar de utilizar o chuveiro elétrico e passar a utilizar o aquecimento solar os kWh do chuveiro não se cobra mais na fatura de energia e o seu consumo teve uma redução.

Claro que não deve-se esquecer que a instalação do produto é de preço elevado mais sua economia e por tempo indeterminado. E ao analisar o trabalho se obteve-se, a temperatura ótima da cidade de Juína que é muito essencial, por que quando o sol falha o aquecedor é menos eficiente, a redução na potencia dos kWh e por fim a demonstração em formas de modelos do gasto do chuveiro elétrico.

E por fim o trabalho demonstrou a viabilidade da instalação de aquecedores solares na cidade de Juína.

REFERÊNCIA

ARAÚJO, Ofélia de Queiroz F. **Modelagem Dinâmica de Processos**. In: Escola de Química – Universidade Federal do Rio de Janeiro Ed. 09/2003

AULA **31** disponível em: <http://www.interaula.com/biologia1/conteudo/textos/biologicas/ciencias/fundamental/cie1g31.pdf> acesso em: 25 de setembro de 2012

BANDEIRA, Fausto de Paula Menezes, **O APROVEITAMENTO DA ENERGIA SOLARNO BRASIL – SITUAÇÃO E PERSPECTIVAS**. MARÇO/2012 Câmara dos Deputados Praça 3 Poderes Consultoria Legislativa Anexo III – Térreo Brasília – DF Disponível em: http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/9008/aproveitamento_energia_bandeira.pdf. Acesso em: 29 de setembro de 2012

BARBOSA, J. C. **As relações dos professores com a Modelagem Matemática**. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2004, Recife. *Anais...* Recife: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2004. 1 CDROM.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo: Ed. Contexto, 2004. 389 páginas.

Bertolino, Maria Lúcia **A QUESTÃO AMBIENTAL: FLORESTAS E BIODIVERSIDADE** disponível em: <http://www.agro.unitau.br/serhidro/doc/pdfs/245-252.pdf> acesso em 24 de setembro de 2012

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem Matemática & Implicações no Ensino-Aprendizagem de Matemática**. Editora da FURB: Blumenau, 1999.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. **Modelagem matemática no ensino**. 4ed. 1ª reimpressão – São Paulo: Contexto, 2007.

BRASIL ESCOLA, **Energia Solar**, Disponível em: <http://www.brasilecola.com/geografia/energia-solar.htm> acesso em: 24 de Outubro 2012

Casas com energia solar merecem incentivos- energia solaris.com disponível em: <http://www.energia-solaris.com/casas-com-energia-solar.htm> acesso em: 23 de setembro de 2012

CERPCH- Centro Nacional de Referencia em Pequenas Hidrelétricas desde 1998 disponível em: <http://www.cerpch.unifei.edu.br/solar.php> acesso em 19 de setembro de 2012

Clima Tempo- previsão do tempo para Juína-MT. Disponível em: <http://www.climatempo.com.br/previsao-do-tempo/cidade/3508/juina-mt> Acesso em: 29 de setembro de 2012 Centrais elétricas mato-grossenses S. A2012.

CREMM Centro de referencia de modelagem matemática no ensino: Percusores Brasileiros disponível

em:<http://www.furb.br/cremm/portugues/cremm.php?secao=Precursos> acesso em: 22 de outubro de 2012

D'AMBROSIO, Ubiratan. Da realidade à ação: **reflexões sobre educação e matemática**. 2. ed. São Paulo: Summus; Campinas: Ed. da Universidade Estadual de Campinas, 1986.

DASOL (**departamento Nacional de Aquecimento solar**) 2009 e 2010 ABRAVA (**associação Brasileira de Refrigeração Ar condicionado, Ventilação e Aquecimento**) 2009 e 2010 disponível em: <http://www.dasolabrava.org.br/informacoes/dados-de-mercado/> acesso em: 30 de setembro de 2012

Energia Elétrica, disponível em :

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAPh8AH/energia-eletrica> acesso em: 23 de setembro de 2012

Energia Solar - Aquecimento de Água: Ficha de Trabalho
<http://esasrenovaveis.blogspot.com.br/2010/04/energia-solar-aquecimento-de-agua-ficha.html> Março 2010.

ENERGIA SOLAR 3- disponível em: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar%283%29.pdf acesso em: 18 de setembro de 2012

JUS Brasil, **Art. 5 da Lei 14459/07, São Paulo** disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/anotada/8046134/art-5-da-lei-14459-07-sao-paulo> acesso em: 25 de agosto de 2012

LEONARDI, M. L. A. **A Sociedade global e a questão ambiental**. In: CAVALCANTI, C. Desenvolvimento e Natureza: estudos para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez, 1998. cap. 11.

PALZ, W. **Energia solar e fontes alternativas**. São Paulo: Hemus Livraria Editora Ltda., SP, 2002.

PENEREIRO, Júlio César FERREIRA, Denise Helena Lombardo, LEITE, Maria Beatriz Ferreira **Aplicando modelos matemáticos para decidir a viabilidade da instalação de um aquecedor solar de baixo custo Applying mathematical models to determine the viability of a low cost solar heating installation** disponível em: evistas.pucsp.br/index.php/emp/article/download/4645/3714 acesso em: 22 de outubro de 2012

PEREIRA Enio Bueno, MARTINS Fernando Ramos, ABREU Samuel Luna de , RÜTHER Ricardo, **Atlas brasileiro de energia solar** INPE, 2006.

SANTOS, Rafael Babello dos **Estudo de viabilidade Técnica e Econômica da instalação de um sistema de aquecimento de água utilizando energia solar**. PORTO ALEGRE 2010 Monografia de graduação de Engenheiro mecânico Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/27762/000766487.pdf?sequence=1> acesso em: 24 de outubro de 2012

SOUZA, Teófilo Miguel de **Sistema solar de aquecimento de água para residências populares. An. 5. Enc. Energ. Meio Rural 2004.** Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022004000200050&script=sci_arttextAcesso em: 22 de setembro de 2012

TREIS, F.L. **Simulação de sistemas de aquecimento de água por energia solar com circulação natural.** Dissertação de mestrado PROMEC/ UFRGS, Porto Alegre RS, 1991.

APÊNDICE

	Temperatura		Temperatura
Mês	Média (°C)	Mês	Média (°C)
Janeiro	35,6	Julho	30,0
Fevereiro	34,9	Agosto	34,6
Março	32,9	Setembro	35,9
Abril	32,6		
Maio	31,8		
Junho	31,8		

Tab3. Clima de Juína de Janeiro a Setembro

Fonte: Clima Tempo- previsão do tempo para Juína-MT.